



**HAL**  
open science

# Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : botanique, aromathérapie et enquête auprès des pharmaciens d'officine

Audrey Dauvergne

► **To cite this version:**

Audrey Dauvergne. Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : botanique, aromathérapie et enquête auprès des pharmaciens d'officine. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02959145

**HAL Id: dumas-02959145**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02959145v1>**

Submitted on 6 Oct 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES**

Année 2020

Thèse n°96

**THESE POUR L'OBTENTION DU  
DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN PHARMACIE**

Présentée et soutenue publiquement

Par DAUVERGNE Audrey

Née le 21 Octobre 1993 à Romorantin-Lanthenay, France

Le 21 Septembre 2020

**Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et  
de *Corymbia citriodora* :  
botanique, aromathérapie et enquête auprès des pharmaciens  
d'officine**

Sous la direction de : Caroline ROUGER

Membres du jury :

Madame CLUZET Stéphanie  
Madame ROUGER Caroline  
Madame TOCAVEN Séverine

Président  
Directrice  
Jury

# Remerciements

## **Au Président du jury :**

Merci, de me faire l'honneur de présider ma thèse et d'accepter de juger mon travail aujourd'hui.

## **A Madame Caroline Rouger :**

Merci, pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse, pour votre disponibilité tout au long de la rédaction de ma thèse ainsi que pour vos précieux conseils.

## **A Madame Séverine Tocaven :**

Merci, de me faire l'honneur d'être membre de ce jury et d'accepter de juger mon travail aujourd'hui.

## **A Florent :**

Merci, de m'accompagner depuis bientôt 11 ans, avec un amour inconditionnel. Merci, pour tout le bonheur et le soutien que tu m'apportes au quotidien. Je t'aime.

## **A mes parents :**

Merci, pour avoir cru en moi, pour vos encouragements et pour m'avoir soutenue tout au long de mes études, même si je n'ai pas toujours été facile, en particulier pendant les périodes d'examen. Je vous aime.

## **A mon frère :**

Merci, pour m'avoir supportée toutes ces années et pour avoir rangé le lave-vaisselle à ma place un nombre incalculable de fois. J'espère que ton nouveau chez toi, te comblera de bonheur.

## **A mes grands-parents, mes oncles et tantes, mes cousins, cousines, mes belles-cousines, mes beaux-parents ... :**

Merci, pour votre soutien et votre présence. Merci, pour tous les bons moments passés ensemble.

## **A la pharmacie de Courtiras :**

Merci, pour m'avoir accueillie en stage, m'avoir fait partager vos connaissances et vos expériences, m'avoir fait passer d'étudiant en pharmacie à pharmacien.

## **A mes amis :**

Merci, pour votre soutien et vos encouragements.

# Table des matières

Remerciements.....	2
Table des matières.....	3
Liste des abréviations.....	6
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	8
Introduction.....	9
Partie 1 : Présentation générale des eucalyptus.....	10
1.1- Le genre <i>Eucalyptus</i> dans l'histoire.....	10
1.1.1- Découverte des eucalyptus.....	10
1.1.2- Origine géographique des eucalyptus.....	11
1.1.3- Intérêts du genre <i>Eucalyptus</i> .....	12
1.1.3.1- Croissance très rapide.....	12
1.1.3.2- Absorption importante de l'humidité.....	14
1.1.3.3- Dégagement d'huile essentielle.....	15
1.1.3.4- Capacité d'adaptation.....	16
1.1.3.5- Usages traditionnels par les aborigènes australiens.....	17
1.2- Généralités sur la famille des Myrtacées.....	18
1.2.1- Classification phylogénétique dans le règne végétal.....	18
1.2.1.1- Du règne à la famille.....	19
1.2.1.2- Récapitulatif.....	20
1.2.2- Caractères botaniques des Myrtacées.....	21
1.2.2.1- Appareil végétatif.....	21
1.2.2.2- Appareil reproducteur.....	24
1.2.2.3- Classification interne des Myrtacées.....	30
1.3- Description de l'espèce <i>Eucalyptus globulus</i> .....	31
1.3.1- Carte d'identité.....	31
1.3.2- Description botanique.....	32
1.3.2.1- Arbre.....	32
1.3.2.2- Feuille.....	32
1.3.2.3- Fleur.....	33
1.3.2.4- Fruit.....	34
1.3.3- Informations complémentaires.....	35
1.3.3.1- Parties utilisées.....	35
1.3.3.2- Principales utilisations de l' <i>E. globulus</i> .....	35
1.4- Description de l'espèce <i>Eucalyptus radiata</i> .....	36
1.4.1- Carte d'identité.....	36
1.4.2- Description botanique.....	37
1.4.2.1- Arbre.....	37
1.4.2.2- Feuille.....	37
1.4.2.3- Fleur.....	38
1.4.2.4- Fruit.....	38
1.4.3- Informations complémentaires.....	38
1.4.3.1- Parties utilisées.....	38
1.4.3.2- Principales utilisations de l' <i>E. radiata</i> .....	38
1.5- Description de l'espèce <i>Corymbia citriodora</i> .....	39
1.5.1- Carte d'identité.....	39
1.5.2- Description botanique.....	40

1.5.2.1- Arbre .....	40
1.5.2.2- Feuille .....	40
1.5.2.3- Fleur .....	41
1.5.2.4- Fruit.....	41
1.5.3- Informations complémentaires .....	42
1.5.3.1- Parties utilisées .....	42
1.5.3.2- Principales utilisations de <i>C. citriodora</i> .....	42
Partie 2 : Aromathérapie - Généralités et étude de trois HE d'eucalyptus .....	43
2.1- Principes généraux de l'aromathérapie.....	43
2.1.1- Définitions générales .....	43
2.1.1.1- Aromathérapie .....	43
2.1.1.2- HE et essence .....	44
2.1.2- Utilisation des plantes à essence au cours de l'histoire .....	46
2.1.2.1- Berceau de l'aromathérapie .....	46
2.1.2.2- Aromathérapie en France, du Moyen-âge à nos jours.....	47
2.2- Comment obtenir une HE d'eucalyptus de qualité ? .....	48
2.2.1- Critères de qualité des matières premières d' <i>Eucalyptus</i> sp. ....	48
2.2.1.1- Qualité de la matière première d' <i>Eucalyptus</i> sp.....	48
2.2.1.2- Qualité du procédé d'obtention des HE d' <i>Eucalyptus</i> sp. ....	53
2.2.1.3- Qualité de l'équipement pour la distillation des <i>Eucalyptus</i> sp. ....	57
2.2.2- Critères de qualité du produit fini : l'HE d' <i>Eucalyptus</i> sp.....	58
2.2.2.1- Caractères physico-chimiques des HE d' <i>Eucalyptus</i> sp.....	58
2.2.2.2- Profil chromatographique des HE d' <i>Eucalyptus</i> sp. ....	61
2.2.2.3- Caractéristiques du conditionnement des HE d' <i>Eucalyptus</i> sp. ....	63
2.2.3- Réglementation des HE d' <i>Eucalyptus</i> sp. en vue de leur commercialisation .....	65
2.2.3.1- Normes et labels, un gage de qualité.....	65
2.2.3.2- HE d' <i>Eucalyptus</i> sp. et vente en l'état en pharmacie .....	67
2.3- Étude de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	68
2.3.1- Principales molécules de l'HE d' <i>E. globulus</i> .....	68
2.3.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d' <i>E. globulus</i> .....	69
2.3.2.1- Propriétés principales.....	69
2.3.2.2- Indications.....	73
2.3.2.3- Voies d'administration.....	75
2.4- Étude de l'HE d' <i>Eucalyptus radiata</i> .....	76
2.4.1- Principales molécules de l'HE d' <i>E. radiata</i> .....	76
2.4.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d' <i>E. radiata</i> .....	76
2.4.2.1- Propriétés principales.....	77
2.4.2.2- Indications.....	79
2.4.2.3- Voies d'administration.....	79
2.5- Étude de l'HE de <i>Corymbia citriodora</i> .....	80
2.5.1- Principales molécules de l'HE de <i>C. citriodora</i> .....	80
2.5.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE de <i>C. citriodora</i> .....	80
2.5.2.1- Propriétés principales.....	81
2.5.2.2- Indications.....	83
2.5.2.3- Voies d'administration.....	84
2.6- Limites d'utilisation des HE d'eucalyptus.....	85
2.6.1- Toxicités des molécules constituant les HE d'eucalyptus.....	85
2.6.6.1- Toxicités communes aux trois HE d'eucalyptus .....	85
2.6.6.2- Toxicités propres à chaque HE d'eucalyptus .....	86
2.6.6.3- Stratégies d'utilisation de l'HE selon sa toxicité .....	87

2.6.2- Précautions d'emploi selon le profil du patient .....	87
2.6.2.1- Femmes enceintes et allaitantes .....	88
2.6.2.2- Nourrissons et enfants (de 0 à 18 ans) .....	88
2.6.2.3- Autres profils de patients à risque .....	89
2.6.3- Précautions d'emploi selon la voie d'administration .....	90
2.6.6.1- PE générales de la VO .....	90
2.6.6.2- PE générales de la voie respiratoire .....	90
2.6.6.3- PE générales de la voie cutanée .....	91
2.6.6.4- Stratégies d'utilisation selon les voies d'administration .....	91
2.6.4- Précautions d'emploi selon la conservation .....	92
2.6.5- Conduites à tenir en cas d'exposition, d'intoxication involontaire .....	92
2.6.6- Interactions entre les HE et entre les HE et les médicaments .....	93
2.6.6.1- Risques d'interactions entre les HE .....	93
2.6.6.2- Risques d'interactions entre les HE et les médicaments .....	93
2.6.7- Récapitulatifs des PE des HE d'eucalyptus .....	94
Partie 3 : Conseils à l'officine .....	97
3.1- État des lieux à l'officine .....	97
3.1.1- Question 1 .....	97
3.1.2- Question 2 .....	98
3.1.3- Question 3 .....	99
3.1.4- Question 4 .....	100
3.1.5- Questions 5, 6 et 7 .....	101
3.1.6- Questions 8, 9 et 10 .....	102
3.1.7- Questions 11, 12 et 13 .....	104
3.1.8- Résumé du sondage .....	105
3.2- Fiches conseils/Guide pratique .....	106
3.3- Quelques exemples d'utilisation .....	107
3.3.1- Utilisation de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	107
3.3.1.1- Utilisation en préventif dans certaines affections hivernales .....	107
3.3.1.2- Utilisation en curatif dans certaines affections hivernales .....	108
3.3.2- Utilisation de l'HE d' <i>Eucalyptus radiata</i> .....	108
3.3.2.1- Utilisation en préventif dans certaines affections hivernales .....	109
3.3.2.2- Utilisation en curatif dans certaines affections hivernales .....	109
3.3.3- Utilisation de l'HE de <i>Corymbia citriodora</i> .....	111
3.3.3.1- Domaine de la douleur et de l'inflammation .....	111
3.3.3.2- Lutte vectorielle .....	112
Conclusion .....	114
Bibliographie .....	115
Annexes .....	122
Annexe 1 : certificat d'analyse de l'HE d' <i>E. globulus</i> .....	122
Annexe 2 : certificat d'analyse de l'HE d' <i>E. radiata</i> .....	123
Annexe 3 : certificat d'analyse de l'HE de <i>C. citriodora</i> .....	124
Annexe 4 : sondage .....	125
Annexe 5 : fiches pratiques .....	126
Serment de Galien .....	130

# Liste des abréviations

**AFNOR** : Association Française de NORmalisation

**APG** : *Angiosperm Phylogeny Group*

**BPCO** : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive

**CEN** : Comité Européen de Normalisation

**CI** : Contre-Indiqué(s) ou Contre-Indication(s)

**CI<sub>50</sub>** : Concentration Inhibitrice de 50 %

**CL** : Chromatographie Liquide

**CMI** : Concentration Minimale Inhibitrice

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**CPG** : Chromatographie en Phase Gazeuse

**CT** : Chémotype ou Chimiotype

**DPC** : Développement Professionnel Continu

**DU** : Diplôme Universitaire

**EI** : Effet(s) Indésirable(s)

**EMA** : *European Medicines Agency*, soit en français Agence Européenne du Médicament

**EN** : *European Norm*, soit en français norme européenne

**ESCAP** : *European Scientific Cooperative On Phytotherapy*

**HE** : Huile(s) Essentielle(s)

**HMPC** : *Herbal Medicinal Products Committee*, soit en français Comité des Médicaments à base de Plantes

**HSV** : *Herpès Simplex Virus*

**HV** : Huile Végétale

**ISO** : *International Organization for Standardization*, soit en français Organisation internationale de normalisation

**JC** : Jésus-Christ

**LTB<sub>4</sub>** : Leucotriène B<sub>4</sub>

**NF** : Norme Française

**ORL** : Oto-Rhino-Laryngologique

**PE** : Précaution(s) d'Emploi

**PGE<sub>2</sub>** : Prostaglandine E<sub>2</sub>

**Ph.E** : Pharmacopée Européenne

**SI** : Système Immunitaire

**SM** : Spectrométrie de Masse

**TTT** : Traitement

**VO** : Voie Orale

# Liste des figures

Figure 1 : origine principale des eucalyptus : le continent australien.....	11
Figure 2 : photographie d'eucalyptus prise sur le site de Q'engo à Cuzco le 18 Septembre 2018.....	12
Figure 3 : répartition de la production mondiale de pâte à papier en 2016 .....	13
Figure 4 : le « <i>Blue haze</i> ».....	15
Figure 5 : photographie d'une espèce d'eucalyptus provenant de Martinique .....	17
Figure 6 : exemple de cladogramme simplifié de l'APG IV .....	18
Figure 7 : cladogramme de l'APG IV (la flèche rouge indique la position des Myrtacées).....	20
Figure 8 : principaux types de phyllotaxie de gauche à droite : feuilles isolées et alternes ; feuilles non isolées opposées ; feuilles non isolées verticillées .....	21
Figure 9 : A : nervation pennée ; B : forme générale du limbe .....	22
Figure 10 : poche sécrétrice schizogène dans le limbe d'une feuille d'eucalyptus.....	22
Figure 11 : exemple d'écorce colorée chez les eucalyptus.....	23
Figure 12 : dessin de fleurs solitaires axillaires d' <i>E. globulus</i> .....	24
Figure 13 : A : bouton floral d' <i>E. globulus</i> ; B : bouton floral qui s'épanouit .....	25
Figure 14 : fleur en coupe de <i>Callistemon subulatus</i> (Myrtacées) montrant les nombreuses étamines (a) et l'ovaire infère (b) surmonté d'un style unique (c) et contenant des ovules (d) .....	26
Figure 15 : coupe d'une étamine .....	26
Figure 16 : A : fleur en coupe d' <i>E. globulus</i> après ablation du périanthe ; B : androcée polyadelphe de <i>Melaleuca</i> .....	27
Figure 17 : différentes formes d'ovule chez les Myrtacées .....	27
Figure 18 : placentation axile (A) et placentation pariétale à placentas intrusifs (B) des Myrtacées en coupe transversale .....	28
Figure 19 : position de l'ovaire des Myrtacées par rapport au réceptacle floral.....	28
Figure 20 : A : rameau avec baie de <i>Psidium longipes</i> (Myrtacée) ; B : capsule d' <i>E. globulus</i> (Myrtacée).....	29
Figure 21 : aire de répartition d' <i>E. globulus</i> en rouge sur la carte .....	32
Figure 22 : feuilles d' <i>E. globulus</i> sur des rameaux âgés .....	33
Figure 23 : A : boutons floraux d' <i>E. globulus</i> ; B : fleurs d' <i>E. globulus</i> avec des étamines blanc crème.....	33
Figure 24 : A : capsules d' <i>E. globulus</i> ; B : capsules d' <i>E. globulus</i> avec trois, quatre ou cinq fentes ; C : capsule d' <i>E. globulus</i> jeune (C1) et à maturité (C2).....	34
Figure 25 : planche récapitulative d' <i>E. globulus</i> .....	34
Figure 26 : aire de répartition d' <i>E. radiata</i> en rouge sur la carte .....	36
Figure 27 : arbre d' <i>E. radiata</i> .....	37
Figure 28 : A : feuilles d' <i>E. radiata</i> sur des rameaux âgés ; B : fleurs d' <i>E. radiata</i> avec des étamines blanc crème à jaune crème .....	37
Figure 29 : planche d' <i>E. radiata</i> .....	38
Figure 30 : aire de répartition de <i>C. citriodora</i> en rouge sur la carte .....	39
Figure 31 : <i>C. citriodora</i> : A : arbre ; B : écorce .....	40
Figure 32 : boutons floraux et fleurs de <i>C. citriodora</i> .....	41
Figure 33 : A : capsules de <i>C. citriodora</i> ; B : planche récapitulative de <i>C. citriodora</i> .....	41
Figure 34 : A : poches glandulaires schizogènes dans une feuille d' <i>E. globulus</i> (trous blancs) ; B : stades successifs de la formation d'une poche sécrétrice schizogène d' <i>Hypericum perforatum</i> (Hypericacées) aussi valable chez les <i>Eucalyptus</i> sp. (Myrtacées).....	52
Figure 35 : schéma de la distillation à la vapeur d'eau .....	55
Figure 36 : étiquetage du conditionnement secondaire d'une HE de <i>C. citriodora</i> vendue en pharmacie.....	66
Figure 37 : réponses à la question 1 .....	97
Figure 38 : réponses à la question 2 .....	98
Figure 39 : réponses à la question 3 .....	99
Figure 40 : réponses aux questions 5, 6 et 7.....	101
Figure 41 : réponses aux questions 8, 9 et 10.....	102
Figure 42 : réponses aux questions 11, 12 et 13.....	104
Figure 43 : fiche pratique concernant l'HE d'eucalyptus citronné.....	106

# Liste des tableaux

Tableau 1 : classification du genre <i>Eucalyptus</i> .....	20
Tableau 2 : différences entre les deux tribus des Myrtacées .....	30
Tableau 3 : principales différences entre essence et HE.....	44
Tableau 4 : nomenclature des HE d' <i>Eucalyptus</i> sp. selon la norme NF ISO 4720 .....	49
Tableau 5 : caractéristiques physico-chimiques des HE d' <i>E. globulus</i> , d' <i>E. radiata</i> et de <i>C. citriodora</i> .....	59
Tableau 6 : caractéristiques organoleptiques des HE d' <i>E. globulus</i> , d' <i>E. radiata</i> et de <i>C. citriodora</i> .....	60
Tableau 7 : profils chromatographiques des HE d' <i>E. globulus</i> , d' <i>E. radiata</i> et de <i>C. citriodora</i> .....	62
Tableau 8 : récapitulatif des normes applicables aux HE en France .....	65
Tableau 9 : récapitulatif des labels officiels et officieux .....	66
Tableau 10 : structure chimique des deux composants principaux de l'HE d' <i>E. globulus</i> .....	69
Tableau 11 : activité antibactérienne de l'HE d' <i>E. globulus</i> .....	70
Tableau 12 : CMI de l'HE d' <i>E. globulus</i> vis-à-vis de CA1 et CA2 .....	71
Tableau 13 : récapitulatif des indications et des posologies officielles du comité HMPC .....	74
Tableau 14 : structure chimique des deux composants principaux de l'HE d' <i>E. radiata</i> .....	76
Tableau 15 : structure chimique des composants principaux de l'HE de <i>C. citriodora</i> .....	80
Tableau 16 : efficacité de l'HE de <i>C. citriodora</i> et de deux antifongiques contre <i>Candida albicans</i> .....	83
Tableau 17 : récapitulatif des PE de l'HE d' <i>E. globulus</i> .....	94
Tableau 18 : récapitulatif des PE de l'HE d' <i>E. radiata</i> .....	95
Tableau 19 : récapitulatif des PE de l'HE de <i>C. citriodora</i> .....	96
Tableau 20 : réponses à la question 4.....	100

# Introduction

Le début du XXI<sup>ème</sup> siècle a vu apparaître un changement important dans les habitudes de consommation des français, aussi bien en ce qui concerne l'alimentation, la cosmétique que le domaine de la santé. En effet, depuis plusieurs années, la population française se tourne de plus en plus vers une alimentation respectueuse de l'environnement afin de préserver la planète ; vers des cosmétiques exempts de substances néfastes pour la santé afin de respecter la peau et l'organisme ; ainsi que vers des thérapeutiques dites « douces » et « naturelles » comme la phytothérapie, l'aromathérapie... privilégiées par rapport aux thérapies conventionnelles ayant recours aux molécules de synthèse.

Cependant, même si les patients ont parfois perdu confiance vis-à-vis des médicaments de synthèse, leur confiance envers le pharmacien d'officine reste élevée. C'est pourquoi, afin d'assouvir cet engouement pour les médecines « naturelles », les patients s'adressent souvent à l'équipe officinale afin de les accompagner et de les orienter dans leur choix. De ce fait, il est important, pour l'équipe officinale, de maîtriser ces thérapeutiques étant donné que, dans la plupart des cas, les patients ne disposent pas de prescription médicale.

Aussi, en tant que professionnel de santé et concernant plus particulièrement l'aromathérapie, le pharmacien d'officine doit savoir maîtriser la multitude d'utilisations et les effets indésirables (EI) potentiels des huiles essentielles (HE) provenant parfois d'espèces botaniques proches. Cette maîtrise permet à la fois d'apporter des conseils de qualité aux patients tout en sécurisant l'usage des HE. En effet, certains patients pensent, à tort, que les HE sont toujours « douces » et « sans danger ». Cela peut être vrai, mais encore faut-il savoir les utiliser à bon escient.

Par exemple, les HE d'eucalyptus sont des HE très utilisées sur le marché. Il est possible d'en acheter aussi bien dans les officines que dans les magasins bio, ou sur des sites internet. Les patients ont donc l'embaras du choix pour se fournir en HE d'eucalyptus. Cependant, les HE conseillées et proposées dans les officines sont les seules possédant une qualité les rendant dignes d'être utilisées en thérapeutique, à la condition de s'approvisionner auprès de fournisseurs sérieux et fiables. En revanche, même si ces HE possèdent une qualité irréprochable, cela ne garantit pas leur innocuité. D'ailleurs, les indications thérapeutiques des HE d'eucalyptus ainsi que leurs EI potentiels sont différents suivant les espèces, même si celles-ci sont proches botaniquement. Ainsi, il est important de se demander quelles sont les particularités des HE d'eucalyptus afin que toute l'équipe officinale puisse prodiguer un conseil sécurisé auprès du patient. C'est cette problématique qui a motivé la rédaction de ce document.

Dès lors, cette thèse traitera de la maîtrise des trois huiles essentielles d'eucalyptus les plus présentées dans le rayon « aromathérapie » des officines : eucalyptus globuleux, radié et citronné.

En premier lieu, nous étudierons l'aspect botanique avec les différents intérêts des eucalyptus. Dans un deuxième temps, nous aborderons la fabrication et la composition chimique des HE d'eucalyptus au travers des critères à respecter en vue d'obtenir une HE de qualité irréprochable. Par la suite, nous nous intéresserons aux propriétés thérapeutiques et à la toxicité éventuelle de chacune des trois HE d'eucalyptus en vue de sécuriser les conseils prodigués auprès des patients. Pour finir, une enquête a été réalisée auprès de pharmaciens d'officine via internet en vue d'élaborer des fiches pratiques pour toute l'équipe officinale. Ces différentes parties représentent donc les thèmes développés au cours de cette thèse afin que toute l'équipe officinale puisse maîtriser ces trois HE d'eucalyptus.

# Partie 1 : Présentation générale des eucalyptus

Au cours de cette partie centrée sur la botanique, nous allons tout d'abord aborder la place du genre *Eucalyptus* dans l'histoire, avec sa découverte, ses origines géographiques et ses multiples intérêts. Ensuite, nous nous concentrerons sur la famille à laquelle appartiennent les eucalyptus : les Myrtacées. Nous étudierons notamment la classification et les caractères botaniques de cette famille. Nous terminerons cette partie avec la description des différentes espèces d'*Eucalyptus* dont les propriétés sont les plus étudiées du fait de leur intérêt thérapeutique.

## 1.1- Le genre *Eucalyptus* dans l'histoire

### 1.1.1- Découverte des eucalyptus

Sir Joseph Banks (1743 - 1820) évoque en premier les eucalyptus. En effet, lors du premier voyage du capitaine Cook (1728 - 1779) qui eut lieu de 1768 à 1771, Sir Joseph Banks observa pour la première fois, en Australie, ces géants du monde végétal, qui selon les espèces, peuvent parfois atteindre plus de 100 mètres de haut (1).

Après ces observations, il faudra attendre encore quelques années avant que le genre *Eucalyptus* n'apparaisse. C'est ainsi qu'en 1788, le botaniste français Charles-Louis L'Héritier de Brutelle (1746 - 1800) baptisa le genre alors que les hommes ne connaissaient que les échantillons rapportés par Sir Joseph Banks en Angleterre (2). Il inventa le nom « *Eucalyptus* » à partir du grec « *eu* » qui signifie « bien » et « *calypto* » qui signifie « couvert, couvrir » (3). Ce nom fait allusion au périanthe<sup>1</sup> de l'eucalyptus qui cache la beauté des nombreuses étamines<sup>2</sup> grâce à un capuchon qui s'enlève lors de l'anthèse<sup>3</sup>. Ce capuchon est une caractéristique commune à tous les eucalyptus (7).

Dès 1809 et grâce à de nombreuses expéditions, les botanistes dénombrèrent dans le genre *Eucalyptus* plus d'une trentaine d'espèces (2). De nos jours, nous savons qu'il en existe plus de 700 (8).

---

<sup>1</sup> Périanthe : ensemble des structures protégeant les organes reproducteurs de la fleur. Il comprend le calice et la corolle (4)

<sup>2</sup> Étamine : organe sexuel mâle de la fleur. Formée de l'anthère et du filet (5)

<sup>3</sup> Anthèse : développement des organes floraux, depuis l'épanouissement jusqu'au flétrissement (6)

## 1.1.2- Origine géographique des eucalyptus

Les eucalyptus sont des arbres forestiers originaires d'Australie. Parmi les différentes espèces, un grand nombre est originaire de l'île de Tasmanie et de l'île principale d'Australie et seulement quelques espèces ont pour origine l'Indonésie (Figure 1). Le genre *Eucalyptus* est donc presque totalement endémique de l'Australie (9).



**Figure 1** : origine principale des eucalyptus : le continent australien (10)

Sur le continent australien, pratiquement tous les types de climats sont représentés (sauf les gels extrêmes). Ainsi, l'eucalyptus a dû s'adapter à de nombreuses conditions défavorables comme la sécheresse et le froid. Cela permet d'avoir une diversité très forte d'eucalyptus sur l'île-continent. Par exemple, certaines espèces ont une bonne tolérance au froid : elles sont capables de s'acclimater quand la température diminue progressivement. Ainsi, après acclimatation l'espèce *Eucalyptus gunnii* peut tolérer des gels jusqu'à  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Même si en Australie nous rencontrons tous types d'eucalyptus, la majorité des espèces sont des espèces de climats tropicaux qui se plaisent à la chaleur. De ce fait, leur sensibilité au froid limite leur implantation et leur culture aux régions tropicales, subtropicales et parfois tempérées où les périodes de froid, de gel sont courtes et peu prononcées (11). Nous les retrouvons donc en priorité dans les régions où le climat est chaud (12), comme par exemple en Amérique du Sud, en Afrique et en Europe (13). Les eucalyptus sont d'ailleurs très répandus sur les rivages méditerranéens (3) et notamment en Corse où ils ont appris à s'acclimater (2).

En plus de bien supporter la chaleur (ou le froid), certaines espèces supportent aussi fort bien l'altitude où il fait plus froid qu'en plaine, où l'intensité du rayonnement solaire est plus forte et où la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est moindre (14). En raison de cette particularité, nous pouvons aussi rencontrer des plantations prospères dans les vallées andines du sud du Pérou, comme à Cuzco, qui est à plus de 3 000 mètres d'altitude (2) (Figure 2).



**Figure 2** : photographie d'eucalyptus prise sur le site de Q'enqo à Cuzco le 18 Septembre 2018 (par Audrey Dauvergne)

### **1.1.3- Intérêts du genre *Eucalyptus***

#### **1.1.3.1- Croissance très rapide**

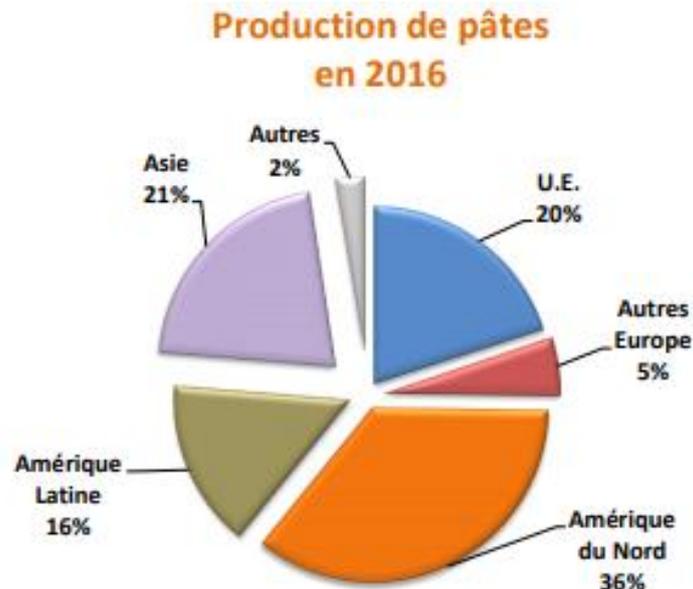
Nous avons vu précédemment qu'il existait plus de 700 espèces d'*Eucalyptus* mais seulement une petite dizaine est exploitée de nos jours à grande échelle.

Les eucalyptus sont exploités à grande échelle car ces derniers sont des arbres dont la croissance est parmi la plus rapide (9). Ainsi, grâce à cette particularité, les eucalyptus ont vite été considérés comme une manne économique et sont devenus les feuillus les plus plantés au monde. Ainsi, la superficie totale des plantations d'eucalyptus couvre environ 20 millions d'hectares de terre en 2018 (15) dans une centaine de pays.

Cet avantage rend incontournable l'utilisation de l'eucalyptus dans l'industrie et notamment pour la fabrication de pâte à papier. En effet, la demande de l'industrie papetière ne cesse d'augmenter mais les ressources sont insuffisantes, les industries ont donc dû évoluer afin de répondre à la demande.

La solution était toute trouvée : planter des forêts d'eucalyptus à croissance très rapide, afin d'avoir une quantité suffisante de bois pour répondre à la demande. Ainsi, nous avons vu naître des forêts spécifiques pour la fabrication de pâte à papier notamment au Brésil mais aussi en Chine qui domine pour l'instant le marché de la pâte à papier (Figure 3) (16).

La pâte à papier provient donc maintenant de plantation de conifères ou d'eucalyptus et notamment d'*Eucalyptus globulus* (17,18). Nous pouvons donc dire que l'eucalyptus est devenu « l'or vert » de l'industrie papetière.



**Figure 3** : répartition de la production mondiale de pâte à papier en 2016  
(16)

Il est important de mettre en avant que ces plantations d'arbres exotiques destinées à la production de pâte à papier sont effectuées par les groupes industriels au nom de leur propre intérêt. De ce fait, il en découle parfois un désastre écologique : par exemple la destruction des forêts natives (17). En revanche, il arrive aussi que les eucalyptus soient plantés afin de régénérer les terres rendues stériles par la déforestation ou les mauvaises pratiques culturales. L'exemple du Brésil où 800 000 hectares ont été plantés avec environ deux milliards d'arbres indique l'importance que les eucalyptus peuvent revêtir pour l'environnement (2). Les eucalyptus sont donc aussi utilisés afin de reboiser les terres réputées ingrates.

Il est vrai qu'il est important de conserver notre biodiversité mais il faut tout de même noter que les forêts d'eucalyptus sont des forêts dites « sans ombre » car les feuilles adultes sont pendantes et n'arrêtent donc pas la lumière du soleil (9). De ce fait, une forêt d'eucalyptus est peu propice au peuplement végétal et surtout animal à long terme. Ainsi, dans bien des cas, selon les écologistes, il serait préférable d'envisager un reboisement avec d'autres espèces de végétaux (2).

Pour finir sur la sylviculture<sup>4</sup>, cette croissance rapide des eucalyptus a également permis l'émergence de programmes d'aide aux pays en voie de développement qui en font la promotion. Cependant, ces programmes d'aide peuvent parfois être dommageables comme en Afrique du Sud où les plantations d'eucalyptus ont conduit à la diminution des ressources en eau (18). Par exemple, à la fin des années 1980, le niveau d'eau du lac côtier de Santa Lucia (situé à KwaZulu-Natal en Afrique du Sud) a fortement baissé à la suite d'une plantation intensive d'eucalyptus, de pins et d'acacias. Dès lors, toute la biodiversité s'est trouvée menacée. De plus, sachant que six millions de sud-africains n'avaient pas accès à l'eau potable, les zones humides jouaient un rôle crucial pour ce pays. Par conséquent, en 1991, le *World Wildlife Fund*<sup>5</sup> et l'entreprise Mondi (l'un des plus importants papetiers et propriétaire de plantations industrielles en Afrique du Sud) ont débuté une collaboration. Plus de 9 000 hectares de plantation ont été restaurés en prairies et zones humides, ce qui a permis au niveau de l'eau de remonter rapidement et la biodiversité est redevenue plus abondante (19).

Ainsi, la croissance rapide des eucalyptus est bénéfique pour l'industrie papetière mais comme nous venons de le voir, cette caractéristique peut aussi être délétère dans certaines situations.

### **1.1.3.2- Absorption importante de l'humidité**

Nous venons de voir que l'implantation d'eucalyptus avait entraîné une diminution des ressources en eau. En effet, les eucalyptus sont très exigeants en eau et cela peut même restreindre voire empêcher la croissance des plantes indigènes voisines. Ainsi, par l'absence d'ombre et le manque de réserve en eau dans l'environnement, la flore environnante tend à disparaître (11).

Cette grande capacité d'absorption de l'eau souterraine même dans des conditions désertiques est détenue par la majorité des espèces d'*Eucalyptus* (12).

Cet inconvénient peut toutefois se révéler être un atout. Il est vrai que grâce à leur pouvoir asséchant, les eucalyptus ont souvent été implantés afin d'assécher les zones marécageuses qu'ils colonisent. Ils permettent ainsi d'assainir les zones humides qui sont parfois des étendues insalubres. Le drainage supprime les marécages donc supprime les gîtes où se développent les larves de moustiques combattant ainsi efficacement les risques de transmission de certaines maladies (3). Par exemple, les eucalyptus ont été plantés dans les zones marécageuses de Californie (2) et de Madagascar afin de lutter contre le paludisme (12).

En plus de leur croissance rapide, c'est cette faculté d'absorption de l'eau qui a d'abord valu à ces arbres une reconnaissance mondiale (2).

Cette capacité à assécher les sols pose de nombreux problèmes : une diminution de la flore voisine comme vu précédemment mais aussi la déclaration de feux de forêt. En effet, pendant les périodes de fortes chaleurs, de nombreux feux de forêts se déclarent dans les forêts d'eucalyptus à cause de cette sécheresse accentuée par la diminution d'eau dans le sol.

---

<sup>4</sup> *Sylviculture* : ensemble des techniques permettant la création et l'exploitation rationnelle des forêts tout en assurant leur conservation et leur régénération (6)

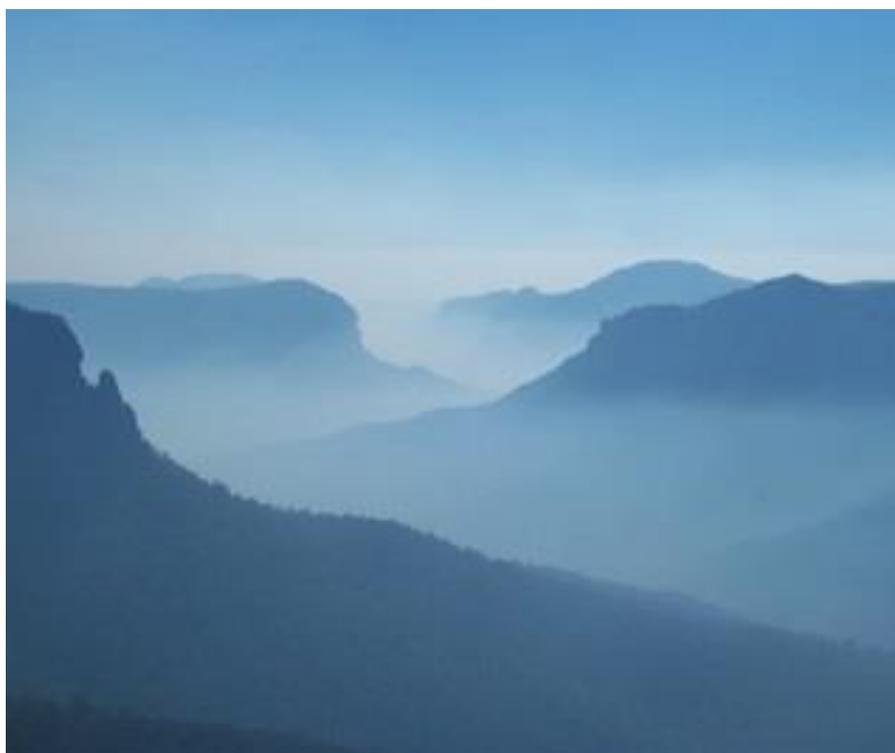
<sup>5</sup> *World Wildlife Fund* (WWF) : Organisation Non Gouvernementale Internationale (ONGI) créée en 1961, vouée à la protection de l'environnement et fortement impliquée en faveur du développement durable

### 1.1.3.3- Dégagement d'huile essentielle

Nous venons de voir que la chaleur couplée à l'assèchement des sols par les eucalyptus pouvait engendrer des feux de forêts.

Cependant, il existe une autre conséquence à la chaleur : le phénomène « *Blue haze* » (Figure 4) qui signifie brume bleue, brouillard bleu en français. En effet, à cause de la chaleur, les eucalyptus libèrent des vapeurs d'HE dans l'atmosphère ce qui crée ce phénomène de spectre bleu qui est très inflammable. Dès lors, quand l'atmosphère est riche en vapeur d'HE d'eucalyptus, les feux de bush peuvent facilement se déclencher et parfois les arbres explosent (20).

La chaîne de montagnes *Greater Blue Mountains* de l'Etat de Nouvelle-Galles du Sud, au sud-est de l'Australie tient d'ailleurs son nom de ce brouillard bleu. Cette région des Montagnes Bleues renferme une grande diversité en matière d'espèces et d'écosystèmes (152 familles de plantes, 484 genres et environ 1 500 espèces). Nous retrouvons notamment dans cette zone plus de 100 espèces de la famille des Myrtacées, plus de 100 de la famille des Fabacées et plus de 70 de la famille des Protéacées. Les eucalyptus présents dans cette région représentent 13 % du total mondial. Grâce à cette diversité d'espèces, la région des Montagnes Bleues fut inscrite au patrimoine mondial de l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO<sup>6</sup>) en 2000. Elle est ainsi devenue la quatrième région de la Nouvelle-Galles du Sud à y être inscrite. La région s'étend sur 1,03 million d'hectares et est surtout recouverte de forêts d'eucalyptus (21).



**Figure 4** : le « *Blue haze* » (22)

---

<sup>6</sup> UNESCO : *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation* ce qui signifie en français : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture. Sa mission est d'aider à la construction de la paix, lutter contre la pauvreté et promouvoir le développement durable et le dialogue interculturel

### **1.1.3.4- Capacité d'adaptation**

Nous avons vu précédemment que les eucalyptus ont une forte capacité d'adaptation ; ils se développent aussi bien dans les climats froids que chauds. Nous allons voir ici qu'ils ont aussi trouvé une parade pour faire perdurer leur espèce malgré les feux de forêts.

Il est à noter que les feux sont très présents dans les forêts d'eucalyptus. En plus d'assécher les sols et d'émettre de la vapeur d'HE inflammable, les eucalyptus émettent énormément de déchets inflammables. En effet, ils perdent beaucoup de branches, de feuilles qui lorsqu'elles tombent, forment un tapis dense de matériaux inflammables. De plus, leur écorce se renouvelle fréquemment et se détache sous forme de longs lambeaux. Ces bandes qui se détachent, ainsi que les branchages et les feuilles tombées servent de combustible et alimentent donc les feux de forêts.

Ces tapis de feuilles et d'écorces sont difficilement biodégradables ainsi, associés à l'assèchement des sols et en période sèche et venteuse, les vapeurs d'HE inflammables peuvent transformer un petit feu en brasier en quelques minutes. Les sols des forêts d'eucalyptus prennent donc feu facilement et souvent.

Ainsi, chaque été, des dizaines de milliers d'hectares d'eucalyptus partent en fumée à la suite d'incendies largement favorisés par la monoculture de cette espèce riche en essence. L'emblème de la Tasmanie peut donc devenir par la faute de l'Homme un arbre de désolation et de désertification (3).

Pour pallier ce problème, les eucalyptus se sont adaptés aux feux périodiques afin de survivre. En effet, pour faciliter leur régénération, ils ont des bourgeons de réserve qui sont situés sous leur écorce et qui peuvent rapidement donner de nouvelles tiges (20).

De plus, les fruits des eucalyptus résistent à la chaleur et ne s'ouvrent que lorsqu'ils sont brûlés et que l'incendie est passé (23). De cette manière, après un feu de forêt, la cendre compense la pauvreté du sol en nutriments donc les graines sont dispersées sur les sols riches en cendre et cela leur permet de repeupler à nouveau les forêts (20). Tel le phénix, l'eucalyptus peut renaître de ses cendres.

La repousse des eucalyptus est en général très vigoureuse dans les trois années qui suivent un grand incendie. Les eucalyptus sont donc très réactifs, ce qui explique qu'ils sont le genre d'arbre prédominant en Australie, malgré les incendies qui ont toujours été très fréquents dans cette partie du monde. Mais, si un second incendie se produit pendant le processus de régénération, il peut provoquer une perte de diversité des espèces en tuant les plantes avant qu'elles n'aient pu produire des graines. Ainsi, si l'intervalle entre deux grands feux de brousse passe d'un cycle de 10 - 20 ans à moins de 6 ans, il se produira une perte significative dans la diversité des principales espèces d'eucalyptus et autres végétaux de la région. Cette modification entraînerait de graves conséquences pour l'intégrité des écosystèmes de la région (20).

D'ailleurs, depuis septembre 2019, nous avons vu une aggravation des perturbations climatiques en Australie : sécheresse intense avec une chaleur record (41,9 °C de moyenne nationale en décembre 2019) et des vents violents. Ces forts changements climatiques associés aux déchets inflammables des eucalyptus et à leur vapeur d'HE, ont engendré des incendies très virulents en Australie (24). Fin janvier 2020, ces feux avaient détruit plus de 17 millions d'hectares de terre.

### 1.1.3.5- Usages traditionnels par les aborigènes australiens

Les aborigènes utilisaient les eucalyptus comme bois d'œuvre pour construire par exemple des pirogues et ils les utilisaient aussi pour préparer des remèdes.



**Figure 5** : photographie d'une espèce d'eucalyptus provenant de Martinique (la flèche rouge indique l'eucalyptus)  
(prise le 18 Janvier 2020 par Audrey Dauvergne)

Les remèdes traditionnels aborigènes utilisaient les feuilles d'eucalyptus pour leurs propriétés thérapeutiques : elles étaient employées pour panser les blessures (25), contre la fièvre (26) et contre divers autres maux comme les infections (11). Nous verrons d'ailleurs dans la prochaine partie que certains eucalyptus sont de puissants antiseptiques.

De nos jours, les feuilles des branches les plus anciennes d'eucalyptus sont, quant à elles, séchées puis distillées afin d'en extraire l'HE (11). Nous verrons les propriétés des HE dans la deuxième partie. Mais avant cela, voyons les spécificités de la famille à laquelle appartiennent les eucalyptus : les Myrtacées.

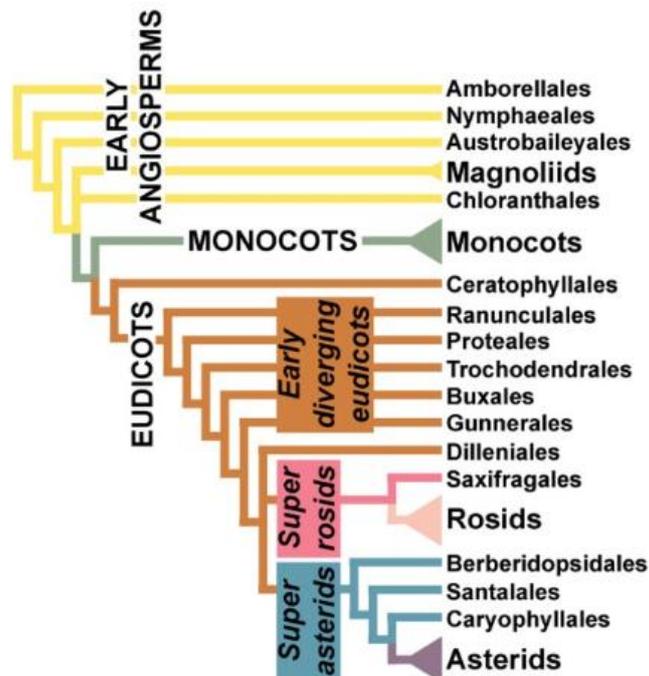
## 1.2- Généralités sur la famille des Myrtacées

Les eucalyptus que nous étudierons par la suite appartiennent à la famille des Myrtacées. De ce fait, dans cette partie, nous allons voir, plus en détails, la classification ainsi que les caractères botaniques de cette famille.

### 1.2.1- Classification phylogénétique dans le règne végétal

Afin de faciliter la classification des végétaux, en 1998, un groupe international de botanistes, l'« *Angiosperm Phylogeny Group* » (APG), a publié une classification moderne des plantes : la classification APG. Cette classification phylogénétique des Angiospermes<sup>7</sup> est basée sur les données fournies par la génétique moléculaire permettant ainsi d'obtenir de nombreuses données afin de mettre en évidence des parentés génétiques. Cela diffère de la classification classique qui utilise notamment les ressemblances anatomiques pour créer des groupes. Elle ne tient donc pas compte des caractéristiques évolutives des êtres vivants. Ainsi, la classification phylogénétique reflète plus fidèlement l'évolution de chaque être vivant contrairement à la classification classique.

Le système de classification APG est en constante évolution et dépend donc des avancées de la recherche. Nous en sommes actuellement à la 4<sup>ème</sup> version de la classification botanique des Angiospermes (Figure 6). Avec les nouvelles connaissances, l'APG IV permet de classer plus de 300 000 espèces en 450 familles environ. Ainsi, grâce à cette classification, nous allons pouvoir retracer l'histoire évolutive des eucalyptus (28).



**Figure 6** : exemple de cladogramme simplifié de l'APG IV (29)

<sup>7</sup> Angiospermes : plantes à ovules protégés par des ovaires ; la graine est incluse dans le fruit (27)

### 1.2.1.1- Du règne à la famille

L'organisation de la classification des eucalyptus, comme pour toutes les plantes, se fait selon des rangs taxonomiques de plusieurs niveaux. Ces différents rangs sont indiqués ci-après.

- **RÈGNE** : les eucalyptus sont des arbres qui possèdent des feuilles dont les cellules renferment des chloroplastes (5). Les chloroplastes sont des organites présents à l'intérieur des cellules des plantes qui contiennent des pigments chlorophylliens, permettant ainsi à la cellule d'effectuer la photosynthèse<sup>8</sup>. Grâce à la photosynthèse et selon la classification classique de Ruggiero *et al.* (31), les eucalyptus sont classés dans le règne des Plantes.

- **EMBRANCHEMENT** : les eucalyptus disposent d'organes bien distincts : racines, tiges, feuilles... et à l'intérieur de ceux-ci se trouvent des vaisseaux permettant la circulation de la gomme d'eucalyptus dans tout l'arbre. Avec la présence de ces vaisseaux, les eucalyptus appartiennent à l'embranchement des Trachéophytes, nous parlons alors de végétaux vasculaires (32).

- **SOUS-EMBRANCHEMENT** : les eucalyptus donnent des fleurs qui sont transformées en fruit contenant des graines après la pollinisation. Etant donné qu'ils produisent des fleurs, ils vont se reproduire à l'aide de graines. De ce fait, ils appartiennent au sous-embranchement des Spermatophytes. Nous parlons alors de plantes à graines (32).

- **CLASSE** : les fruits des eucalyptus renferment et abritent des graines en leur sein. Ainsi, avec la présence de graines protégées par le fruit, ces derniers font partie de la classe des Angiospermes et non pas de celle des Gymnospermes<sup>9</sup> (33).

- **CLADES** : au moment de la germination<sup>10</sup> des graines d'eucalyptus, deux cotylédons<sup>11</sup> apparaissent. Du fait de cette apparition, les eucalyptus font partie des Eudicotylédones<sup>12</sup>. Pour finir sur les clades, d'après la classification APG IV, les eucalyptus sont répertoriés dans une succession de clades : les Super-rosidées puis les Rosidées et enfin les Malvidées (33).

- **ORDRE** : chez les Malvidées s'épanouissent de nombreuses espèces à mucilages<sup>13</sup> (ordre des Malvales) ou à feuillage odorant grâce à des HE (ordres des Myrtales, Géraniales, Sapindales) ou encore à composés soufrés (ordre des Brassicales). D'après la classification APG IV, les eucalyptus se trouvent dans l'ordre des Myrtales qui est surtout austral ou tropical et où l'écorce des arbres se desquame en plaque (33).

- **FAMILLE** : dans la classification APG IV, l'ordre des Myrtales est scindé en 9 familles. Celle des eucalyptus est la famille des Myrtacées (29).

---

<sup>8</sup> **Photosynthèse** : phénomène permettant en présence de lumière, d'eau et de chlorophylle, de synthétiser des substances organiques à partir du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère (30)

<sup>9</sup> **Gymnospermes** : plantes à ovules nus, plantes à graines nues (9)

<sup>10</sup> **Germination** : phénomène par lequel l'embryon contenu dans la graine sort de sa période de vie ralentie et se développe grâce aux réserves de la graine (9)

<sup>11</sup> **Cotylédon** : feuille primordiale constitutive de la graine, c'est aussi un organe de stockage (9)

<sup>12</sup> **Eudicotylédones** : la graine contient une plantule avec deux cotylédons qui sont nécessaires au développement de la plantule. La plantule est une plante en miniature, qui comporte tige, racine et cotylédons (34)

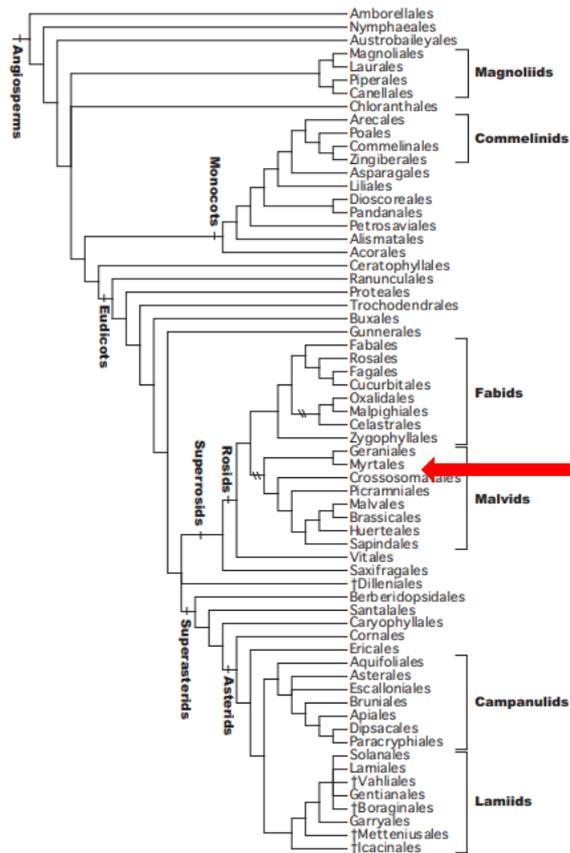
<sup>13</sup> **Mucilages** : d'un point de vue chimique, les mucilages sont des substances qui gonflent au contact de l'eau et forment une solution visqueuse (gel) (30)

### 1.2.1.2- Récapitulatif

Le genre *Eucalyptus* appartient à la famille des Myrtacées qui appartient à l'ordre des Myrtales au clade des Malvidées, au clade des Rosidées, au clade des Super-rosidées, au clade des Eudicotylédones, à la classe des Angiospermes, au sous-embanchement des Spermatophytes, à l'embanchement des Trachéophytes qui appartient au règne des Plantes (Tableau 1 et Figure 7).

**Tableau 1** : classification du genre *Eucalyptus*

Classification du genre <i>Eucalyptus</i>	
Règne	Plantes
Embranchement	Trachéophytes
Sous-embanchement	Spermatophytes
Classe	Angiospermes
Clades	Eudicotylédones → Super-rosidées → Rosidées → Malvidées
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtacées
Genre	<i>Eucalyptus</i>



**Figure 7** : cladogramme de l'APG IV (la flèche rouge indique la position des Myrtacées) (35)

Maintenant que nous avons vu la classification botanique des Myrtacées, voyons plus en détail, les caractères botaniques de cette famille qui comprend les eucalyptus.

## 1.2.2- Caractères botaniques des Myrtacées

Les Myrtacées sont une grande famille, surtout répandues dans les régions équatoriales, subtropicales, tropicales voire tempérées (11). Ainsi, les espèces de cette famille présentent un large éventail d'habitats comme le bassin méditerranéen, l'Amérique du Sud (34) et l'Australie (36) où la partie tempérée de ce continent abrite une grande diversité d'espèces.

La famille des Myrtacées compte 140 genres et plus de 3 000 espèces d'arbres et d'arbustes. Les principaux genres des Myrtacées sont les suivants : *Eucalyptus* (près de 700 espèces), *Eugenia* (environ 500 espèces), *Syzygium* (environ 300 espèces d'Australie et d'Asie), *Myrcia* (près de 300 espèces surtout d'Amérique tropicale), *Melaleuca* (environ 200 espèces d'Australie et d'Indo-Malaisie), *Psidium* (une centaine d'espèces d'Amérique tropicale), *Calyptranthes...* (7). Cette famille doit son nom au genre *Myrthus* qui est représenté dans notre flore par la myrte, *Myrthus communis* L.

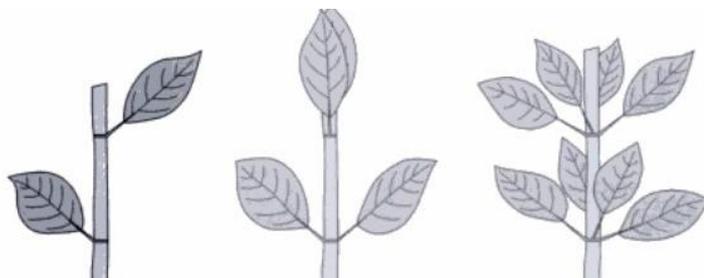
Nous allons maintenant approfondir les caractères botaniques de cette famille qui comprennent d'une part l'appareil végétatif et d'autre part l'appareil reproducteur.

### 1.2.2.1- Appareil végétatif

#### \*Feuille

Les feuilles des Myrtacées sont toujours entières, cela signifie que le contour du limbe<sup>14</sup> ne subit pas de division, n'est pas découpé (37). De plus, les feuilles sont souvent coriaces (7), c'est-à-dire qu'elles sont plus ou moins épaisses et dures comme du cuir.

Sur la tige, les feuilles sont le plus souvent insérées par deux au niveau d'un même nœud, elles sont alors dites opposées. Parfois, elles sont insérées de façon isolée et sont donc réparties de manière alterne de part et d'autre de la tige. Plus rarement, elles sont insérées sur la tige de façon verticillée (trois feuilles ou plus par nœud) (Figure 8). Les eucalyptus ont des feuilles à la fois opposées mais aussi alternes. (37).

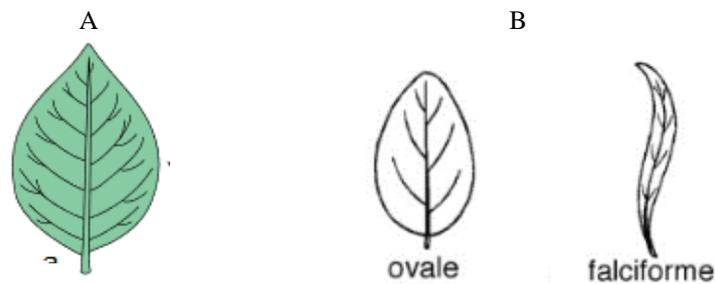


**Figure 8** : principaux types de phyllotaxie<sup>15</sup> de gauche à droite : feuilles isolées et alternes ; feuilles non isolées opposées ; feuilles non isolées verticillées (37)

<sup>14</sup> **Limbe** : partie plane et élargie d'une feuille ou d'une pièce florale (4)

<sup>15</sup> **Phyllotaxie** : disposition des feuilles le long de la tige d'une plante (6)

Les feuilles des Myrtacées ont une nervation pennée (Figure 9 (A)), c'est-à-dire qu'elles ont des ramifications qui se font de part et d'autre de l'axe central de la feuille comme les plumes d'un oiseau. Le limbe est donc séparé en deux parties (7).



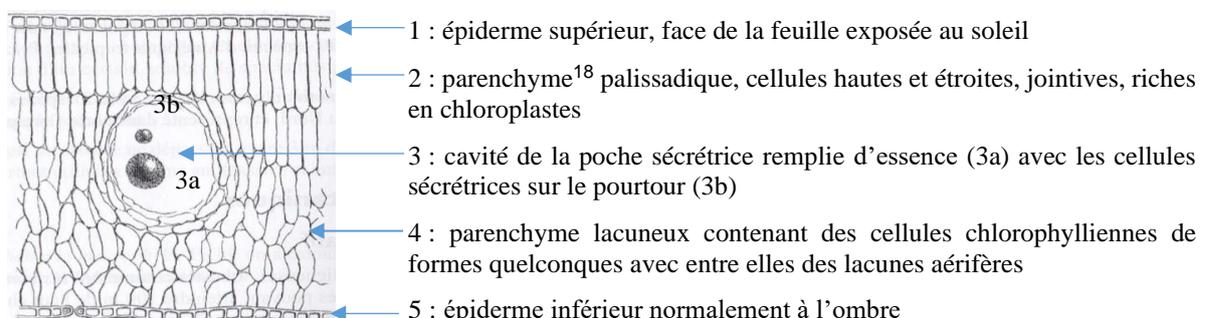
**Figure 9** : A : nervation pennée (38) ; B : forme générale du limbe (30)

Le limbe des Myrtacées peut avoir de nombreuses formes, ce qui joue un rôle dans l'identification des différentes essences des Myrtacées. Par exemple, les feuilles des eucalyptus sont simples, entières et persistantes<sup>16</sup> et leur limbe n'est pas découpé. Cependant, suivant leur âge, elles vont avoir, non pas des différences de contour mais des différences de forme de leur limbe. Ainsi, les différentes formes du limbe vont nous permettre de distinguer les feuilles des eucalyptus. En effet, les eucalyptus possèdent un dimorphisme foliaire lié à l'âge (7) :

- sur les jeunes rameaux, les feuilles sont opposées, ovales (en forme d'œuf, plus large à la base) (Figure 9 (B)), cirseuses et s'orientent dans un plan horizontal.

- sur les rameaux plus âgés, les feuilles sont alternes, falciformes (en forme de faucille) (Figure 9 (B)), coriaces, pendantes. Le pétiole se tord afin que les feuilles ne présentent que leur tranche au soleil.

Pour finir, il est à noter que les feuilles de la famille des Myrtacées sont aromatiques et sont ponctuées de petits points translucides qui sont des poches sécrétrices schizogènes<sup>17</sup> (Figure 10) visibles par transparence et incluses dans les tissus du limbe des feuilles. Ces points translucides sont aussi appelés lacunes sécrétrices ou encore glandes à HE et produisent des composés terpénoïdes et autres molécules aromatiques. De ce fait, de nombreuses espèces de cette famille (comme *Eucalyptus globulus*, *E. radiata*...) sont des sources d'HE utilisées en parfumerie ou en thérapeutique (7).



**Figure 10** : poche sécrétrice schizogène dans le limbe d'une feuille d'eucalyptus (7)

<sup>16</sup> **Persistantes** : se dit des feuilles restant vertes l'hiver (6)

<sup>17</sup> **Schizogène** : mode de formation d'une cavité (30)

<sup>18</sup> **Parenchyme** : tissu fondamental des végétaux, formé de cellules vivantes peu différenciées, aux parois minces (30)

## \*Tige

Sur le tronc des eucalyptus, nous trouvons de l'écorce. La particularité de l'écorce des Myrtacées est qu'elle se desquame souvent en plaques, laissant apparaître une écorce interne lisse et colorée (7). Cela se rencontre notamment chez de nombreux eucalyptus où l'écorce est lisse et tombe tous les ans. Dès lors, l'écorce neuve et l'écorce ancienne peuvent former un beau contraste de couleurs (Figure 11) (9).



**Figure 11** : exemple d'écorce colorée chez les eucalyptus (39)

Il est intéressant de noter qu'il existe tout un panel d'écorces chez les eucalyptus. Nous pouvons d'ailleurs rencontrer un système de classification basé sur les écorces qui est à l'origine de divers noms vernaculaires australiens. Par exemple, les « **Gums** », gommiers, ont une écorce lisse et caduque<sup>19</sup> (ex : *E. globulus*, *blue gum*) ; les « **Boxes** » ont une écorce rugueuse et fibreuse (ex : *E. moluccana*, *grey box*) ; les « **Peppermints** » ont une écorce finement fibreuse (ex : *E. dives*, *broad-leaved peppermint*) ; les « **Stringybark** » ont une longue écorce fibreuse (ex : *E. obliqua*, *stringybark messmate*), et pour finir les « **Ironbark** » ont une écorce dure (écorce d'acier), fissurée et souvent sombre (ex : *E. paniculata*, *ironbark gris*) (9).

## \*Racine

La particularité des Myrtacées est la présence habituelle des ectomycorhizes. Ce terme peut être décomposé en deux parties « *ecto-* » et « *mycorhize* ».

Tout d'abord, la mycorhize désigne l'association, la cohabitation entre un champignon et les racines d'une plante chlorophyllienne ou non. Dans ce cas, la plante reçoit des minéraux et de l'eau de la part du champignon, tandis que le champignon reçoit les glucides et les vitamines de la plante.

« *Ecto-* » vient du grec qui renvoie à une notion d'extérieur. De ce fait, une ectomycorhize qualifie un type de mycorhize où les hyphes des champignons (cellules tubulaires) pénètrent peu dans la racine de la plante mais restent extérieurs aux cellules. Cela s'oppose à l'endomycorhize, où les hyphes des champignons pénètrent et se développent dans les cellules des racines de la plante.

Les ectomycorhizes se rencontrent notamment entre les eucalyptus et les champignons du genre *Pisolithus*, nous pouvons citer : *E. globulus* avec *P. tinctorius*... (7).

---

<sup>19</sup> **Caduque** : se dit d'un organe qui meurt et tombe naturellement après avoir accompli sa fonction végétative, par opposition à persistant (9)

### 1.2.2.2- Appareil reproducteur

Si l'appareil végétatif permet la croissance des plantes, l'appareil reproducteur va, comme son nom l'indique, participer à la reproduction de la plante.

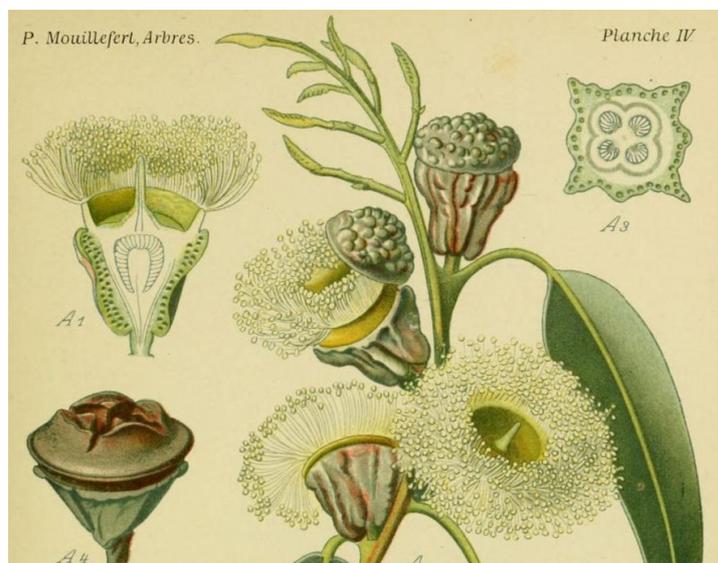
#### \*Inflorescence

Chez les Myrtacées, il existe deux types principaux d'inflorescences<sup>20</sup> :

- les inflorescences définies ou en cyme ont un axe central se terminant par une fleur, il s'agit donc d'une inflorescence terminale. L'axe central ne porte qu'une fleur qui fleurit la première, les autres fleurs sont portées par les axes latéraux. L'inflorescence ici est centrifuge : c'est-à-dire que lorsque nous regardons la fleur sur le dessus, la plus âgée est celle qui est au centre, les fleurs les plus jeunes sont sur le pourtour (7).

- les inflorescences indéfinies en grappe sont des inflorescences axillaires<sup>21</sup> : elles ont toutes leurs fleurs directement insérées sur l'axe central. Les premières qui vont se développer sont celles du bas de la tige, les dernières qui vont s'épanouir sont celles situées vers le haut. Donc les fleurs s'épanouissent de la périphérie vers le centre de l'inflorescence, ainsi l'inflorescence est centripète. Les fleurs les plus jeunes se trouvent au centre et les plus âgées sur le pourtour. La grappe a un axe principal qui porte des fleurs avec des pédicelles<sup>22</sup> plus ou moins allongés (7).

- et parfois les Myrtacées sont réduites à une seule fleur solitaire comme par exemple chez *Myrtus communis* ou chez *E. globulus* (7). Dans ce cas, nous ne parlons pas d'inflorescence mais de fleur isolée, solitaire. Si elle se trouve au sommet de l'axe, elle est dite terminale. Si elle se situe à l'aisselle des feuilles, elle est dite axillaire (5) (Figure 12).



**Figure 12** : dessin de fleurs solitaires axillaires d'*E. globulus* (41)

<sup>20</sup> **Inflorescence** : groupement de fleurs sur une même tige (cyme, grappe, ombelle...) (40)

<sup>21</sup> **Axillaire** : se dit d'un organe végétal disposé à l'aisselle d'une feuille c'est-à-dire au point d'insertion du pétiole sur la tige (4)

<sup>22</sup> **Pédicelle** : les fleurs sont en général reliées à l'axe de la tige par un pédoncule et s'il est de petite taille, on parle de pédicelle. Un pédicelle est un petit pédoncule (6)

## \*Fleur

La fleur est formée d'un ensemble de pièces florales inséré sur un réceptacle floral. Ses pièces florales sont les suivantes : les carpelles et les étamines qui sont bien protégés par les sépales et les pétales (5).

- **RÉCEPTACLE FLORAL** : il désigne l'extrémité du pédoncule sur lequel vont s'insérer les pièces florales. Il peut prendre de nombreuses formes, mais chez les Myrtacées, il est en forme de coupe plus ou moins allongée. Nous parlons alors d'hypanthium<sup>23</sup> (7).

- **PÉRIANTHE** : ce terme vient du grec « *péri* » qui signifie « autour » et « *anthos* » qui signifie « fleur » ; c'est donc tout naturellement qu'il désigne l'enveloppe protectrice de la fleur qui protège les organes reproducteurs de cette dernière (5).

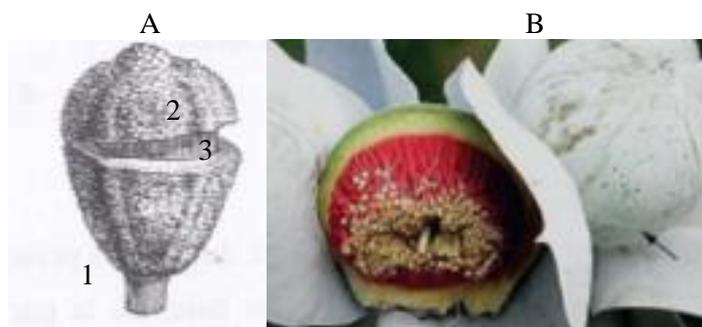
Chez les Myrtacées, comme chez de nombreuses familles, le périanthe peut se diviser en deux enveloppes, il est dit double. Dans ce cas, il est constitué de deux verticilles<sup>24</sup> floraux (7) :

- à l'extérieur : le calice (du grec « *calyx* » qui signifie « cacher »), se compose de l'ensemble des sépales. Ils ont un rôle de protection de l'édifice floral et sont en général verts.

- à l'intérieur : la corolle (du latin « *corolla* » qui signifie « petite couronne »), comprend l'ensemble des pétales qui peuvent aussi avoir un rôle de protection. Bien souvent, les pétales sont grands et colorés ce qui leur confèrent un rôle signalétique mais aussi un rôle attractif auprès des insectes. Les sépales alternent généralement avec les pétales et semblent les séparer d'où le terme sépale.

- chez les Myrtacées, nous avons donc deux verticilles qui s'insèrent sur le bord de la coupe du réceptacle floral. La majeure partie du temps, ces deux verticilles se soudent et forment un calyptre<sup>25</sup>. Lors de l'anthèse, ce capuchon est soulevé et détaché par les étamines qui se redressent ce qui entraîne la chute du capuchon (Figure 13). Comme nous le verrons ultérieurement, dans la formule florale, chaque verticille du périanthe des Myrtacées est constitué de 4 ou 5 pièces libres ou soudées, imbriquées entre elles (37).

- nous pouvons rencontrer le calyptre chez les eucalyptus. Ici, le calice va régresser et ce sont seulement les pétales qui forment ce capuchon pyramidal. De ce fait, les pétales soudés forment, chez les eucalyptus, un opercule protégeant les organes reproducteurs de la fleur. Comme vu précédemment, à la floraison, l'opercule tombe et les étamines peuvent s'épanouir (42).



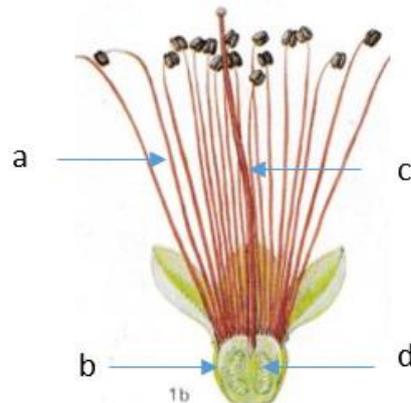
**Figure 13** : A : bouton floral d'*E. globulus* (1 : réceptacle floral, 2 : calyptre qui se soulève à la floraison, 3 : étamines qui vont se déployer) (7) ; B : bouton floral qui s'épanouit (le couvercle saute selon la ligne indiquée par la flèche) (43)

<sup>23</sup> **Hypanthium** : structure tubulaire en forme de coupe qui provient du réceptacle de la fleur et porte sur son bord à la fois les sépales, les pétales et les étamines, l'ovaire est alors infère (30)

<sup>24</sup> **Verticille** : ensemble d'organes d'une fleur disposé au même niveau autour d'un axe (9)

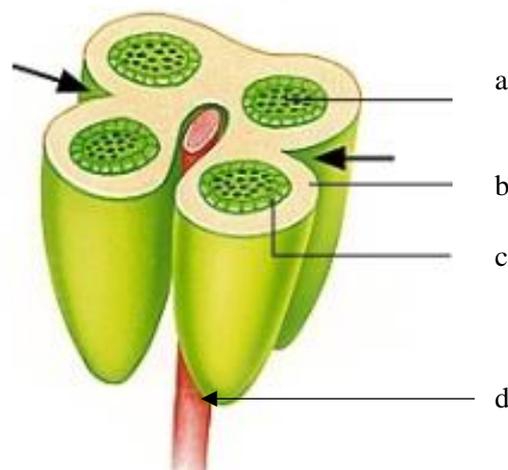
<sup>25</sup> **Calyptre** : ensemble de pétales soudés qui se détache lors de l'épanouissement des étamines (7)

- **ANDROCÉE** : ce terme vient du grec « andros » qui signifie « mâle ». Ainsi l'androcée correspond à l'ensemble de l'appareil reproducteur mâle de la fleur qui équivaut, chez les angiospermes à l'ensemble des étamines (7). Chez les Myrtacées, l'androcée se compose d'un grand nombre d'étamines (37) (Figure 14).



**Figure 14** : fleur en coupe de *Callistemon subulatus* (Myrtacées) montrant les nombreuses étamines (a) et l'ovaire infère (b) surmonté d'un style unique (c) et contenant des ovules (d) (34)

Chaque étamine comporte 3 parties : le filet<sup>26</sup>, le connectif qui relie le filet à l'anthere (il n'est pas toujours visible de manière nette) et pour finir l'anthere<sup>27</sup> avec de part et d'autre une loge pollinique, elle-même divisée en deux sacs polliniques. Entre ces deux sacs se trouve la fente de déhiscence permettant de libérer le pollen (Figure 15). Le rôle de l'anthere est donc de produire les grains de pollen<sup>28</sup> (4).



**Figure 15** : coupe d'une étamine (a : grain de pollen en développement, b : paroi de l'anthere, c : sac pollinique, d : filet, les flèches noires indiquent les fentes de déhiscence) (6)

<sup>26</sup> **Filet** : partie de l'étamine supportant l'anthere (25)

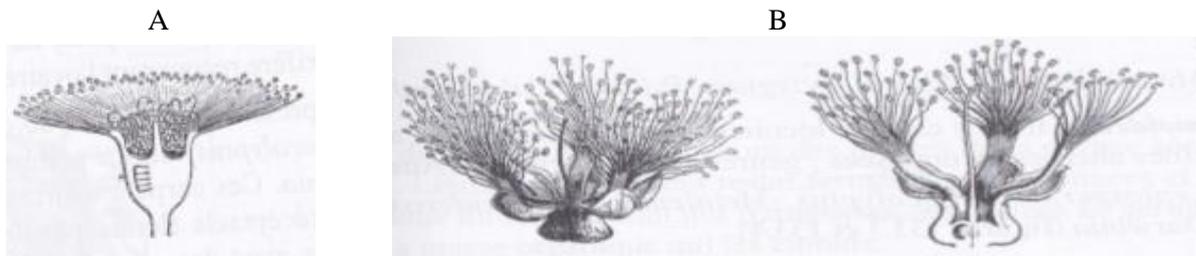
<sup>27</sup> **Anthere** : partie terminale de l'étamine qui produit et renferme le pollen (4)

<sup>28</sup> **Pollen** : poussière faite de grains minuscules produits par les étamines des fleurs et qui féconde les fleurs femelles (5)

Chez les Myrtacées, nous allons pouvoir distinguer deux types d'androcée (7) :

- chez les genres *Eugenia*, *Eucalyptus* et *Myrtus*, l'androcée est dit méristémone<sup>29</sup> : les étamines sont insérées librement sur le bord du réceptacle. Comme nous le voyons sur le schéma ci-dessous (Figure 16 (A)), les fleurs d'eucalyptus sont singulières car le périanthe saute et de nombreuses étamines s'épanouissent, ce qui donne un aspect particulier à la fleur.

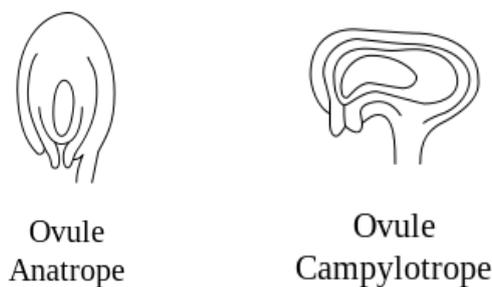
- chez les genres *Calothamnus* et *Melaleuca*, l'androcée est polyadelphhe<sup>30</sup> : les étamines sont organisées en bouquets et sont ramifiées entre elles à partir d'une certaine hauteur (Figure 16 (B)).



**Figure 16** : A : fleur en coupe d'*E. globulus* après ablation du périanthe (7) ; B : androcée polyadelphhe de *Melaleuca* (7)

- **GYNÉCÉE** : ce terme vient du grec « *gunê* » qui signifie « femme » et est aussi appelé « pistil » qui vient du latin « *pistillus* » qui signifie pilon. Le gynécée est donc la partie femelle de la fleur. Il est formé d'un ou de plusieurs carpelles, indépendants ou soudés. La base du carpelle où logent les ovules<sup>31</sup> est une cavité fermée appelée ovaire<sup>32</sup>. Elle est suivie d'une partie effilée nommée le style et est terminée par un ou plusieurs stigmates qui ont pour rôle de recueillir les grains de pollen. Le style permet donc de relier l'ovaire au stigmate (2). Chez les Myrtacées, le style est long et simple avec un stigmate souvent capité, c'est-à-dire à tête arrondie (37).

Les ovules peuvent prendre plusieurs formes mais chez les Myrtacées, ils seront de deux types : anatrophe (ovule renversé) dans la sous famille *Leptospermoideae* auquel appartient le genre *Eucalyptus* ou campylotrope (ovule plié à angle droit, recourbé) dans la sous-famille des *Myrtoideae* (Figure 17) (7).



**Figure 17** : différentes formes d'ovule chez les Myrtacées (44)

<sup>29</sup> **Méristémone** : se dit d'un androcée constitué de nombreuses étamines (noté *n E*) (7)

<sup>30</sup> **Polyadelphhe** : se dit d'un androcée dont les étamines sont associées en plusieurs faisceaux (7)

<sup>31</sup> **Ovule** : élément contenu dans l'ovaire, renfermant l'embryon. Se transforme en graine après la fécondation (6)

<sup>32</sup> **Ovaire** : partie renflée du gynécée contenant les ovules. Une fois la fécondation accomplie, il se transforme en fruit et renferme les graines (4)

En plus d'avoir diverses formes, les ovules peuvent aussi avoir différentes insertions au niveau du placenta qui est la région où s'attache les ovules dans l'ovaire au moyen du funicule<sup>33</sup>. Le mode d'insertion des ovules se nomme la placentation. Chez les Myrtacées, elle est axile<sup>34</sup> ou initialement pariétale<sup>35</sup> avec des placentas intrusifs se rejoignant au centre de la cavité (7) (Figure 18).

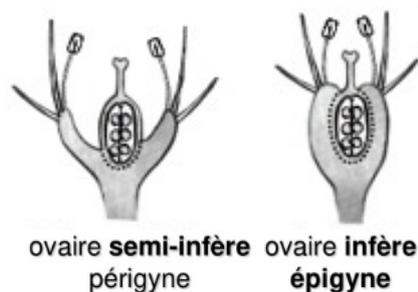


**Figure 18** : placentation axile (A (45)) et placentation pariétale à placentas intrusifs (B (37)) des Myrtacées en coupe transversale (1 : paroi de l'ovaire, 2 : loge, 3 : ovule)

Tout comme l'ovule, l'ovaire a lui aussi des spécificités ; il peut notamment avoir des positions différentes par rapport au réceptacle floral (semi-infère, infère, supère). Chez les Myrtacées, l'ovaire est généralement en position infère ou semi-infère (37) :

- s'il est infère : l'ovaire est totalement enfoncé dans le réceptacle floral. Les pièces florales sont donc au-dessus de l'ovaire, elles sont dites en position épigyne (Figure 19).

- s'il est semi-infère : l'ovaire est enfoncé de manière partielle dans le réceptacle floral. Les pièces florales sont alors en position périgyne (Figure 19).



**Figure 19** : position de l'ovaire des Myrtacées par rapport au réceptacle floral (46)

Après avoir parlé de l'ovule, de l'ovaire, du style et du stigmate, voyons, pour finir, les carpelles. Chez les Myrtacées, comme chez presque tous les Angiospermes, les carpelles sont disposés en un seul verticille. Ce verticille comporte parfois un nombre de carpelles égal à celui des autres pièces, nous parlons alors de gynécée isomère. Cependant, l'évolution du pistil se fait toujours dans le sens de la réduction du nombre des carpelles. C'est ainsi que chez les Myrtacées, le gynécée présente un nombre de carpelles équivalent à celui des verticilles du périanthe (chez les eucalyptus) ou un nombre moindre (3 chez le genre *Myrthus* ou 2 chez *Eugenia*) (7).

<sup>33</sup> **Funicule** : cordon qui rattache l'ovule d'une plante au placenta de l'ovaire (6)

<sup>34</sup> **Placentation axile** : les ovules sont attachés au centre de l'ovaire à deux ou plusieurs loges (30)

<sup>35</sup> **Placentation pariétale** : ovaire avec une seule loge, uniloculaire avec des placentas situés sur la paroi interne de l'ovaire, à la périphérie (30)

- **FORMULE FLORALE** : la formule florale traduit les caractéristiques florales essentielles de la famille. C'est une représentation de la fleur indiquant de nombreuses caractéristiques et notamment le nombre des pièces florales.

Chez les Myrtacées, la formule florale est la suivante :  $4 - 5 S + 4 - 5 P + n E + 2 - 5 C$ , avec S : sépales ; P : pétales ; E : étamines ; C : carpelles (7).

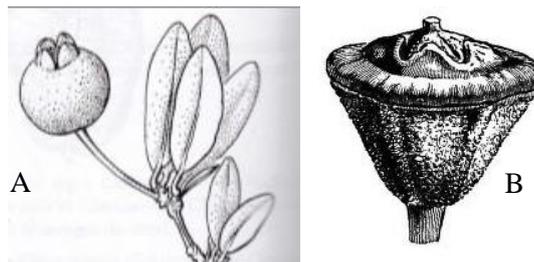
Ainsi chez les Myrtacées, nous rencontrons généralement 4 ou 5 sépales, libres ou soudés. Les pétales sont au nombre de 4 ou 5 libres ou soudés également, petits et arrondis ils sont imbriqués et parfois agrégés au capuchon. Les étamines sont en grand nombre «  $n$  » alors qu'il y a entre 2 et 5 carpelles. La fleur est donc tétramère (soit avec quatre pièces par verticille, notamment chez les eucalyptus) ou pentamère (soit avec cinq pièces par verticille, notamment chez le genre *Myrtus*) (43).

- **POLLINISATION** : la famille des Myrtacées possède des fleurs hermaphrodites (34). Cependant, même si leurs fleurs portent à la fois des organes sexuels mâles et femelles, en général, les fleurs bisexuées ne s'autofécondent pas. Pour échanger leurs gamètes<sup>36</sup>, elles font appel à des auxiliaires extérieurs. La pollinisation est dite entomophile<sup>37</sup> ou ornithophile<sup>38</sup> (7). Quelque soit le type de pollinisation, le pollen émis par les étamines d'une fleur devra atteindre le stigmate d'une autre fleur afin de pouvoir descendre dans l'ovaire pour féconder l'ovule (43).

### \*Fruit

Nous avons vu précédemment qu'une des caractéristiques des Angiospermes est la présence de graines protégées par un fruit. Chez les Myrtacées, nous allons rencontrer principalement deux types de fruit (7) :

- une baie<sup>39</sup> surmontée d'un calice dans la sous-famille des *Myrtoideae* (Figure 20 (A)),
- ou une capsule<sup>40</sup> loculicide dans la sous-famille des *Leptospermoideae*, que nous retrouvons chez les eucalyptus (Figure 20 (B)),
- ou encore, plus rarement, une drupe<sup>41</sup> ou un akène<sup>42</sup>.



**Figure 20** : A : rameau avec baie de *Psidium longipes* (Myrtacée) (37) ; B : capsule d'*E. globulus* (Myrtacée) (7)

<sup>36</sup> **Gamète** : cellule mâle ou femelle, assurant la fécondation (reproduction sexuée) (5)

<sup>37</sup> **Entomophile** : plantes qui utilisent des insectes pour transporter le pollen pour la fécondation (46)

<sup>38</sup> **Ornithophile** : plantes qui utilisent les oiseaux pour transporter le pollen pour la fécondation (30)

<sup>39</sup> **Baie** : fruit charnu non déhiscent (ne s'ouvre pas spontanément à maturité) (43)

<sup>40</sup> **Capsule** : fruit sec déhiscent, se développant à partir de deux carpelles au moins. La capsule loculicide s'ouvre par des fentes allongées, selon la nervure dorsale (5)

<sup>41</sup> **Drupe** : fruit constitué d'une enveloppe charnue, à un ou plusieurs noyaux. Le noyau contient l'information génétique stockée sous la forme d'ADN (43)

<sup>42</sup> **Akène** : fruit sec indéhiscent (ne s'ouvrant pas spontanément) à graine unique (43)

## \*Graine

Chez les Myrtacées, en général, les graines<sup>43</sup> sont peu nombreuses voir même uniques dans chaque loge. De plus, les graines sont exalbuminées, c'est-à-dire que l'embryon a consommé la totalité de l'albumen<sup>44</sup> lors de sa maturation. Il n'y a donc plus d'albumen et l'embryon occupe toute la graine (37).

Ainsi, les Myrtacées produisent souvent des baies ou des capsules. Ces derniers vont disséminer leurs graines de façons différentes :

- les graines des espèces à fruits charnus, soit les baies, sont disséminées par les oiseaux et les mammifères par zoochorie. Cela signifie que les fruits sont mangés et que les graines qui ne sont ni digérées ni altérées par les sucs digestifs se retrouvent dans les déjections fécales. Ainsi, grâce à leurs excréments, les animaux qui consomment les fruits charnus vont essaimer les graines (46).

- au contraire, les espèces à fruits capsulaires ont de petites graines parfois ailées éparpillées généralement par le vent ou par l'eau (anémochorie) mais aussi dispersées par les animaux (zoochorie) ou par l'éjection de graines (autochorie) (46).

### 1.2.2.3- Classification interne des Myrtacées

Grâce aux appareils végétatifs et reproducteurs des Myrtacées, cette famille peut être séparée en deux tribus (34) (tableau 2) :

- les *Myrtoideae* (Mytoïdées) : leurs fruits sont des baies, les ovules sont campylotropes et les feuilles sont opposées.

- les *Leptospermoideae* (Leptospermoïdées) : leurs fruits sont des capsules loculicides, les ovules sont anatropes, les feuilles sont tantôt alternes, tantôt opposées. Les eucalyptus font partie de cette tribu.

**Tableau 2** : différences entre les deux tribus des Myrtacées

	<i>Myrtoideae</i>	<i>Leptospermoideae</i>
Fruits	Baies	Capsules
Ovules	Campylotropes	Anatropes
Feuilles	Opposées	Alternes ou opposées

Nous venons de développer les caractères généraux de la famille des Myrtacées à laquelle appartiennent les eucalyptus. Maintenant, seules seront développées les espèces d'eucalyptus dont les propriétés sont les plus étudiées du fait de leurs intérêts thérapeutiques. Certains eucalyptus intéressent plus particulièrement le pharmacien du fait des essences contenues dans leurs poches schizogènes.

<sup>43</sup> Graine : organe, contenu dans le fruit, renfermant l'embryon de la plante ainsi qu'un ou deux cotylédons (4)

<sup>44</sup> Albumen : tissu de réserve des graines des Angiospermes (40)

## **1.3- Description de l'espèce *Eucalyptus globulus***

Le genre *Eucalyptus* comprend plus de 700 espèces d'arbres et arbustes aromatiques, la plus commune étant *E. globulus*.

### **1.3.1- Carte d'identité**

- **Nom scientifique** (nom latin) : *Eucalyptus globulus* Labill. 1800. Le 6 Mai 1792, M. de La Billardière (1755 - 1834), botaniste français faisant partie de l'expédition d'Antoine Bruny d'Entrecasteaux, découvrit en Tasmanie, l'espèce maintenant la plus répandue des *Eucalyptus* : *E. globulus*. Ce fut le premier eucalyptus à être introduit en Europe. Cette expédition avait comme but premier, la recherche du navire perdu de Jean-François de La Pérouse. En effet, M. de La Pérouse avait mené une expédition découverte à partir de 1785 afin d'explorer l'océan Pacifique en vue de compléter les découvertes de James Cook (1728 - 1779). Cependant, son navire disparut en 1788. (1).

- **Noms vernaculaires**<sup>45</sup> : il existe des noms divers et variés dans toutes les langues, nous nous limiterons donc à la langue française, anglaise et allemande avec deux à trois noms par langues :

- dans la langue française, le nom le plus souvent rencontré est : **eucalyptus globuleux** (11). Il existe aussi une multitude de synonymes, en voici quelques-uns :

- **gommier bleu** : M. de la Billardière le décrit initialement sous ce terme à cause de la présence d'une pruine<sup>46</sup> gris bleuâtre et glauque sur la face inférieure des feuilles et de sa capacité à fournir une gomme lors de l'incision du tronc (3).

- **arbre à fièvre** : ce synonyme vient du fait que ces arbres étaient plantés dans des zones marécageuses insalubres afin de les assécher et d'éradiquer la présence de moustiques vecteurs de maladies. De plus, les guérisseurs l'utilisaient contre la fièvre des marais (le paludisme) (26).

- dans la langue allemande, nous pouvons rencontrer les noms suivants : *feieberheilbaum* (47), *blauer eucalyptusbaum* (13). Dans la langue anglaise, voici les différents noms de l'eucalyptus globuleux : *australian fevertree* (13), *blue gum* (47).

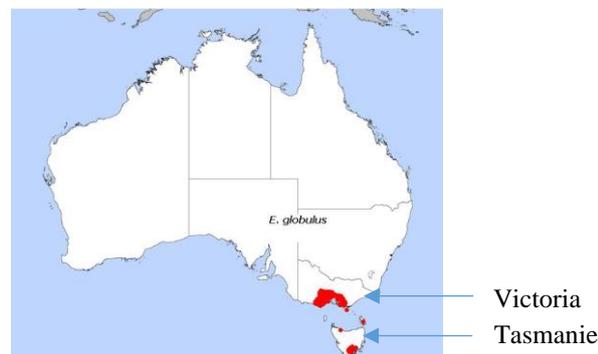
- **Etymologie de l'espèce** : « *globulus* » fait référence à la forme de l'opercule du fruit.

---

<sup>45</sup> **Nom vernaculaire** : nom donné dans la langue par différents peuples du monde. Contrairement au nom scientifique, il n'y a pas de règle à proprement parler (27)

<sup>46</sup> **Pruine** : dépôt blanc ou glauque (vert blanchâtre ou bleuâtre), recouvrant la surface de certains fruits ou feuilles. C'est une couche cireuse, légèrement poudreuse, permettant à la plante de se protéger de la chaleur et des agressions extérieures (9)

- **Origine** : l'*E. globulus* est originaire de la Tasmanie et du sud de l'État de Victoria en Australie (2) (Figure 21).



**Figure 21** : aire de répartition d'*E. globulus* en rouge sur la carte (48)

## 1.3.2- Description botanique

### 1.3.2.1- Arbre

L'*E. globulus* est un très grand arbre, il fait en moyenne 30 à 60 mètres de haut (3). Son tronc est droit, lisse, grisâtre et fait jusqu'à 1,5 mètre de diamètre (2).

Son écorce est lisse et caduque. Elle se détache du tronc en longue bande comme vu précédemment ce qui laisse le tronc nu et lisse (2). La couleur de l'écorce varie du blanc au bleu-gris (9).

### 1.3.2.2- Feuille

Nous avons vu précédemment que les feuilles d'eucalyptus possèdent un dimorphisme foliaire lié à l'âge. Les feuilles d'*E. globulus* sont donc persistantes, simples, entières avec deux sortes de feuilles très différentes d'aspect (2,13) (Figures 22 et 25) :

- sur les jeunes rameaux, les feuilles sont opposées, ovales et sessiles<sup>47</sup>. Elles sont couvertes d'une pruine donnant à l'arbre cette couleur bleu-gris à l'origine du nom gommier bleu.

- sur les rameaux plus âgés, les feuilles sont alternes, falciformes, légèrement épaissies, pendantes et pétiolées. La feuille a une odeur en lien avec les nombreuses poches sécrétrices schizogènes. Elles sont de couleur vert moyen à vert-foncé luisant. Les feuilles des rameaux âgés sont officinales et les HE en sont extraites car celles situées sur les rameaux juvéniles sont moins riches en principes actifs.

---

<sup>47</sup> **Sessile** : se dit d'une feuille, ou d'une fleur qui est directement rattachée à la tige, respectivement sans pétiole et sans pédoncule ou pédicelle (4)



**Figure 22** : feuilles d'*E. globulus* sur des rameaux agés (49)

### 1.3.2.3- Fleur

Les fleurs hermaphrodites paraissent solitaires et à l'aisselle des feuilles (9).

Avant la floraison, les boutons floraux formés par les pétales soudés forment un capuchon qui masque les étamines. Lorsque les étamines grandissent, elles soulèvent l'opercule qui tombe laissant jaillir une multitude d'étamines blanc crème à crème. A la floraison, nous reconnaissons facilement les eucalyptus globuleux aux nombreux opercules bleutés se trouvant au sol. Les boutons floraux sont glauques, pruneux et aussi très décoratifs. Ils sont souvent employés, tout comme les feuilles, par les fleuristes (2) (Figure 23 et 25).

La fleur d'*E. globulus* est tétramère donc sa formule florale est la suivante (7) :  $4 S + 4 P + n E + 4 C$ .

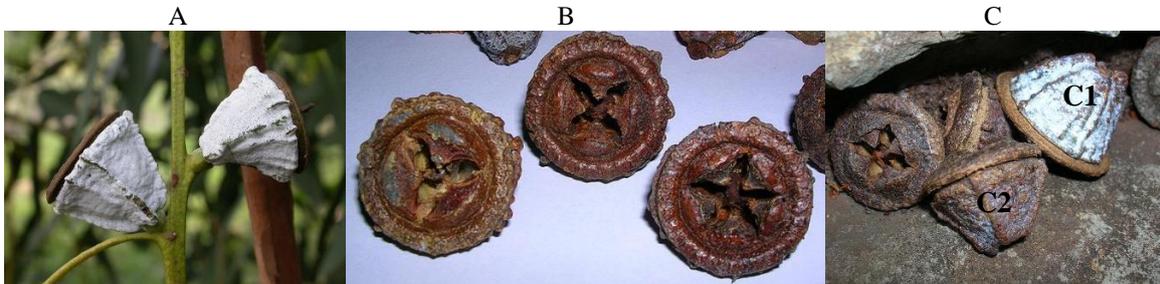
Les fleurs développent un abondant nectar qui va attirer les insectes ainsi que les oiseaux. Cela assure une bonne pollinisation et augmente la production de graine. De plus, ce généreux nectar favorise la production d'un miel très aromatisé, les fleurs de l'*E. globulus* sont donc mellifères (2).



**Figure 23** : A : boutons floraux d'*E. globulus* (50) ; B : fleurs d'*E. globulus* avec des étamines blanc crème (51)

### 1.3.2.4- Fruit

Le fruit d'*E. globulus* est une capsule loculicide, soit une capsule sphérique bombée en forme de toupie (3). La capsule prend une teinte marron à maturité et s'ouvre légèrement par trois, quatre ou cinq fentes qui forment une étoile à son sommet afin de laisser passer les graines (Figures 24 et 25).



**Figure 24** : A : capsules d'*E. globulus* (52) ; B : capsules d'*E. globulus* avec trois, quatre ou cinq fentes (53) ; C : capsule d'*E. globulus* jeune (C1) et à maturité (C2) (54)



**Figure 25** : planche récapitulative d'*E. globulus*  
(1 : feuille sur un rameau jeune ; 2 : rameau âgé en fleurs ; 3 : bouton floral ; 4 : fruit (55) )

## **1.3.3- Informations complémentaires**

### **1.3.3.1- Parties utilisées**

Une fois récoltées, nettoyées et séchées, les feuilles d'*E. globulus* subissent une distillation afin d'extraire l'HE d'*E. globulus* (13). Nous verrons, en détail, ses différentes caractéristiques dans la partie sur l'aromathérapie.

Le composant principal de cette HE aromatique est l'eucalyptol aussi appelé 1,8-cinéole (36).

### **1.3.3.2- Principales utilisations de l'*E. globulus***

- **Fierté nationale** : en 1962, l'*E. globulus* a été adopté comme emblème national de la Tasmanie (3).
  
- **Utilisation ornementale** : ses boutons floraux et ses feuilles sont très utilisés par les fleuristes (2).
  
- **Utilisation médicinale** : usage traditionnel des feuilles pour soigner de nombreux maux. De nos jours, ses feuilles sont toujours utilisées en pharmacie, sous forme d'HE, de tisane... (56).
  
- **Utilisation industrielle** : il présente un grand intérêt par la qualité de son bois et par sa croissance rapide (9).

## 1.4- Description de l'espèce *Eucalyptus radiata*

L'HE d'eucalyptus la plus documentée dans la littérature est celle d'*E. globulus*. Cependant, même si d'autres HE d'eucalyptus sont moins documentées, elles n'en demeurent pas moins intéressantes. Citons par exemple, l'HE d'*Eucalyptus radiata* qui est très semblable à l'HE d'*E. globulus*. Il s'agit d'une HE très utilisée en pharmacie.

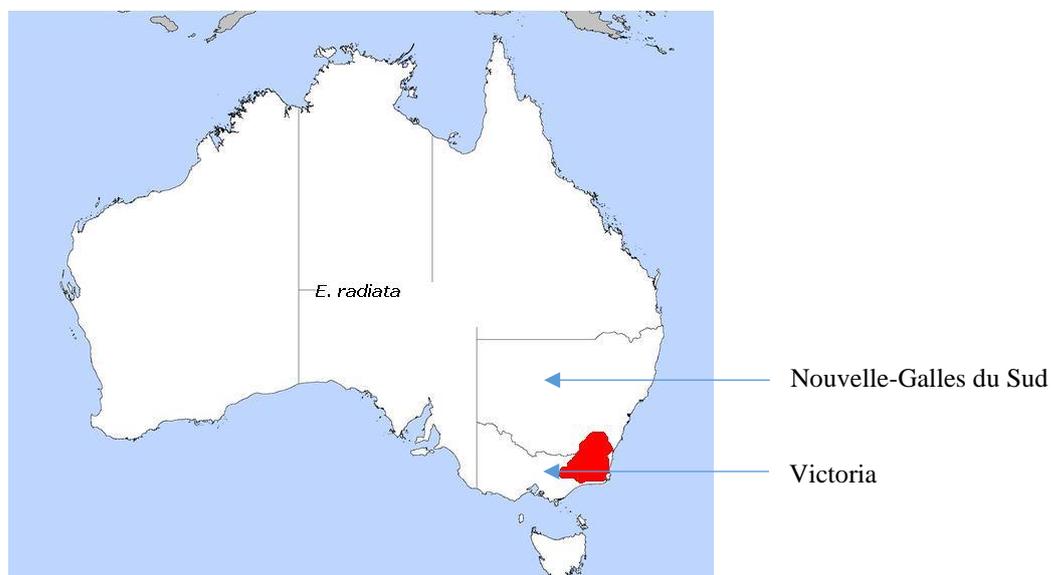
### 1.4.1- Carte d'identité

- **Nom scientifique** (nom latin) : *Eucalyptus radiata* Sieb. ex DC. 1828 : nous pouvons observer ici le signe « ex » qui signale que le nom publié doit être attribué à un autre auteur. Cela indique que même si M. de Candolle est responsable de la création de ce taxon en 1828, il attribue, en le validant, le choix de l'épithète « *radiata* » à M. Sieber (57).

- **Noms vernaculaires** :

- dans la langue française, le nom le plus souvent rencontré est **eucalyptus radié**.
- dans la langue anglaise, le nom le plus souvent rencontré est *narrow-leaved peppermint* (58).

- **Origine** : l'*E. radiata* est originaire des plateaux de la Nouvelle-Galles du Sud en Australie et des régions côtières de l'Etat de Victoria (Figure 26) (58).



**Figure 26** : aire de répartition d'*E. radiata* en rouge sur la carte (59)

## 1.4.2- Description botanique

### 1.4.2.1- Arbre

L'*E. radiata* est un très grand arbre, il fait en moyenne 30 à 50 mètres de haut (Figure 27). Son tronc est droit, gris-bleu avec une écorce finement fibreuse, caduque ; elle se détache du tronc en long ruban comme vu précédemment. La couleur de l'écorce varie du gris au gris-brun. Les jeunes branches sont de couleur verte alors que les rameaux plus âgés sont rougeâtres (58).



**Figure 27** : arbre d'*E. radiata* (60)

### 1.4.2.2- Feuille

Nous avons vu précédemment que les feuilles d'eucalyptus possèdent un dimorphisme foliaire lié à l'âge. Les feuilles d'*Eucalyptus radiata* n'échappent pas à la règle (Figure 28 et 29) :

- sur les jeunes rameaux, les feuilles sont opposées, ovales et sessiles.

- sur les rameaux âgés, les feuilles sont alternes, falciformes, lancéolées et pétiolées.

Lorsqu'elles sont froissées, elles dégagent une odeur aromatique caractéristique de menthe poivrée. Ainsi, cette espèce est classée dans les eucalyptus « *peppermint* » pour les anglophones. Les feuilles des rameaux âgés sont plutôt minces et de couleur verte. Ce sont elles qui sont utilisées en vue d'extraire l'HE car elles sont plus riches en principes actifs que celles situées sur les rameaux juvéniles (58).



**Figure 28** : A : feuilles d'*E. radiata* sur des rameaux âgés (61) ; B : fleurs d'*E. radiata* avec des étamines blanc crème à jaune crème (61)

### 1.4.2.3- Fleur

Les fleurs hermaphrodites d'*E. radiata* paraissent regroupées par quinzaine environ, elles ne sont donc pas solitaires contrairement à l'*E. globulus*. Cependant, tout comme ce dernier, les inflorescences d'*E. radiata* naissent à l'aisselle des feuilles.

Avant la floraison, les boutons floraux formés par les pétales soudés forment un capuchon qui masque les étamines. Lorsque les étamines grandissent, elles soulèvent l'opercule qui tombe laissant jaillir une multitude d'étamines blanc crème à jaune crème (Figure 28 et 29) (58).

### 1.4.2.4- Fruit

Le fruit d'*E. radiata* est une capsule (Figure 29) (13).



**Figure 29** : planche d'*E. radiata* (1 : rameau âgé avec des fleurs, des feuilles ; 2 : fruits) (62)

## 1.4.3- Informations complémentaires

### 1.4.3.1- Parties utilisées

Une fois récoltées, nettoyées et séchées, les feuilles d'*E. radiata* sont distillées afin de produire l'HE d'*E. radiata* (13). Tout comme l'*E. globulus*, le composant principal de l'HE aromatique de l'*E. radiata* est le 1,8-cinéole. Cependant, comme nous le verrons ultérieurement, suivant les espèces, nous ne retrouvons pas le même taux de 1,8-cinéole (36).

### 1.4.3.2- Principales utilisations de l'*E. radiata*

- **Utilisation médicinale** : les aborigènes d'Australie utilisaient les feuilles fraîches pour panser les plaies. De nos jours, ses feuilles sont toujours utilisées principalement sous formes d'HE (34). C'est d'ailleurs une des espèces d'*Eucalyptus* les plus utilisées en pharmacie.

## **1.5- Description de l'espèce *Corymbia citriodora***

L'HE d'eucalyptus citronné est certes moins documentée que celle d'*E. globulus*, mais elle mérite aussi d'être mise en lumière au regard de ses nombreuses propriétés intéressantes que nous verrons dans la prochaine partie.

### **1.5.1- Carte d'identité**

- **Nom scientifique** (nom latin) : *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S Johnson 1995

- synonyme : *Eucalyptus citriodora* Hook. 1848 (9)

- les noms d'auteurs sont souvent abrégés comme ici, « Hook. », « K.D.Hill », « L.A.S Johnson » respectivement pour Sir. John Dalton Hooker (1817 - 1911, botaniste britannique), pour Sir Kenneth D. Hill (1948 - 2010, botaniste australien) et enfin pour Sir Lawrence Alexander Sidney Johnson (1925 - 1997, botaniste australien) (57).

- histoire de cet eucalyptus : le *C. citriodora* a d'abord été classé dans le genre *Eucalyptus* pendant des années, le genre *Corymbia* était alors une sous-division du genre *Eucalyptus*. C'est en 1995 qu'un nouveau genre a été créé par les botanistes australiens Kenneth D. Hill et Lawrence Alexander Sidney Johnson : le genre *Corymbia*. L'eucalyptus citronné est donc devenu *Corymbia citriodora* mais son nom vernaculaire est resté *Eucalyptus citriodora*. C'est M. Hooker qui a décrit officiellement pour la première fois l'eucalyptus citronné en 1848. Il a été renommé en *Corymbia citriodora* en 1995 par K.D. Hill et L.A.S Johnson lors de la création d'un nouveau genre à part entière.

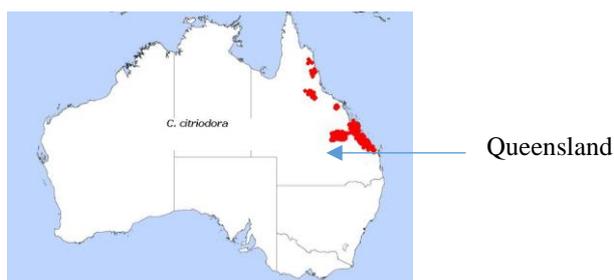
- **Noms vernaculaires** :

- dans la langue française, l'eucalyptus citronné possède de nombreux synonymes par rapport à son odeur de citron : eucalyptus au citron, gomme parfumée au citron, eucalyptus à odeur de citron.

- dans la langue anglaise, il possède aussi des synonymes par rapport à son odeur de citron : *eucalyptus lemon-scented gum*, *lemon-scent gum* (63).

- **Etymologie de l'espèce** : « *citriodora* » fait référence à l'odeur citronnée des feuilles. En effet, ce terme vient du latin et signifie : « parfumé au citron ».

- **Origine** : l'eucalyptus citronné est originaire du Nord-Est de l'Australie, dans l'Etat de Queensland (9) (Figure 30).



**Figure 30** : aire de répartition de *C. citriodora* en rouge sur la carte (64)

## 1.5.2- Description botanique

### 1.5.2.1- Arbre

*C. citriodora* est un très grand arbre, il peut atteindre 40 à 50 mètres de haut (63).

Son tronc est droit et présente une écorce fibreuse et craquelée blanchâtre à rose. Comme les deux autres espèces précédemment citées, son écorce se desquame par plaques. Parfois, nous pouvons retrouver ses plaques d'écorce enroulées sur elles-mêmes (9) (Figure 31).



**Figure 31** : *C. citriodora* : A : arbre (65) ; B : écorce (66)

### 1.5.2.2- Feuille

Les feuilles de *Corymbia citriodora* sont simples, entières avec deux sortes de feuilles très différentes d'aspect (Figure 33) :

- sur les jeunes rameaux, les feuilles sont ovoïdes à lancéolées, larges et sessiles.
- sur les rameaux plus âgés, les feuilles sont lancéolées, courbées, étroites, longues et portées par un long pétiole. La feuille a une odeur agréable de citron quand elle est broyée grâce à la présence en grande quantité de citronellal. Elle est de couleur vert brillant des deux côtés. Les feuilles des rameaux âgés sont officinales. Ce sont elles qui sont utilisées pour extraire l'HE car les feuilles situées sur les rameaux juvéniles sont moins riches en principes actifs.
- il est à noter que les feuilles de *C. citriodora* sont légèrement plus larges que les feuilles d'*E. globulus* et d'*E. radiata*.

### 1.5.2.3- Fleur

Les fleurs hermaphrodites sont regroupées par trois sur les pédicelles, elles ne sont donc pas solitaires contrairement à celles d'*E. globulus*. Les inflorescences de *C. citriodora* sont axillaires ou terminales. De plus, elles sont sous forme de corymbe<sup>48</sup> ce qui est une différence essentielle par rapport au genre *Eucalyptus* (Figures 32 et 33).

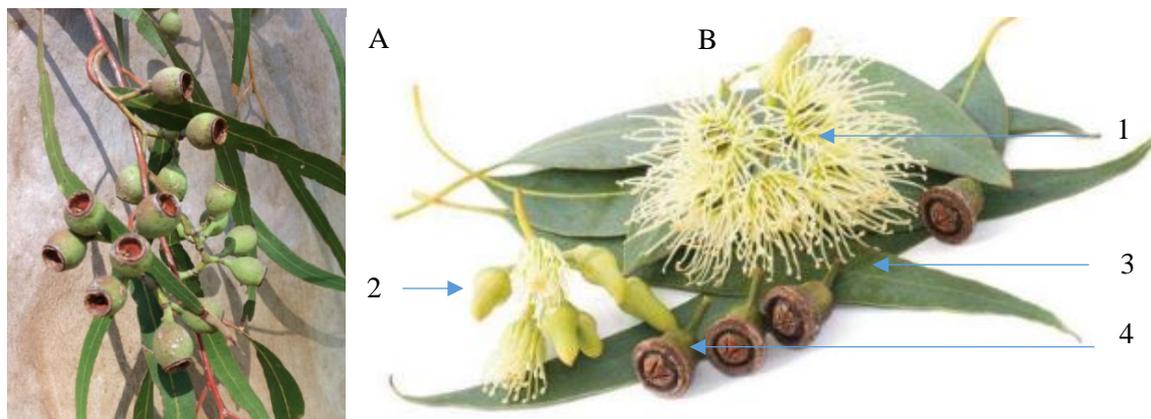
Avant la floraison, les boutons floraux, en forme de poire, formés par les pétales soudés, ont à leur sommet un capuchon arrondi qui masque les étamines. Lorsque les étamines grandissent, elles soulèvent l'opercule qui tombe laissant jaillir de nombreuses étamines blanches (9).



**Figure 32** : boutons floraux et fleurs de *C. citriodora* (67)

### 1.5.2.4- Fruit

Le fruit de *C. citriodora* est une petite capsule ligneuse en forme d'urne ou de tonneau. A maturité, le sommet s'ouvre afin de laisser passer les graines (Figure 33) (63).



**Figure 33** : A : capsules de *C. citriodora* (68) ; B : planche récapitulative de *C. citriodora* (1 : fleurs, 2 : boutons floraux, 3 : feuilles, 4 : fruits) (69)

<sup>48</sup> **Corymbe** : inflorescence en fausse ombelle. Les fleurs forment une surface régulière, plate ou bombée. Leur pédoncule de longueur inégale s'insère à différents niveaux sur l'axe commun (6)

## **1.5.3- Informations complémentaires**

### **1.5.3.1- Parties utilisées**

Une fois récoltées, nettoyées et séchées, les feuilles de *C. citriodora* subissent la distillation afin d'en extraire l'HE de *C. citriodora* (13). Cette HE peut être utilisée aussi bien en thérapeutique qu'en parfumerie ou en agriculture (25). Nous verrons les différentes caractéristiques de cette HE en détails dans la partie sur l'aromathérapie.

Le composant principal de cette HE aromatique très prisée en parfumerie est le citronellal (36).

### **1.5.3.2- Principales utilisations de *C. citriodora***

- **Utilisation ornementale** : à utiliser isolé (pour le mettre en valeur) ou en alignement (63).
  
- **Utilisation médicinale** : usage traditionnel des feuilles pour soigner de nombreux maux. De nos jours, ses feuilles sont toujours utilisées en pharmacie notamment sous forme d'HE (25).
  
- **Utilisation agricole** : usage en tant que pesticide écologique car efficace sur de nombreux nuisibles. En effet, cette HE, grâce à sa composition riche en citronellal, va permettre d'éloigner les insectes et notamment les moustiques (63).
  
- **Utilisation industrielle** : cette espèce présente un intérêt dans la fabrication de parfums et est aussi utilisée pour le bois de construction (25).

Dans cette partie sur la botanique, nous avons pu voir la présence de poches sécrétrices d'HE. Cette caractéristique fait de la famille des Myrtacées et plus particulièrement des eucalyptus, des arbres très importants dans le monde de l'aromathérapie. De ce fait, maintenant que nous avons décrit les caractères botaniques des différentes espèces qui nous intéressent, nous pouvons étudier la composition des HE issues des différents eucalyptus.

# Partie 2 : Aromathérapie - Généralités et étude de trois HE d'eucalyptus

Dans cette deuxième partie, seront abordées, dans un premier temps, les généralités sur les HE, afin de comprendre ce qu'est une HE. Les HE sont dotées, d'une part de nombreuses propriétés thérapeutiques et d'autre part d'une certaine toxicité, il est donc nécessaire de bien les connaître afin de les utiliser à bon escient sans risque d'apparition d'effets secondaires. Aussi, dans un second temps, nous détaillerons les propriétés et la toxicité des HE d'eucalyptus globuleux, d'eucalyptus radié et d'eucalyptus citronné à travers leur composition ainsi que leurs différentes voies d'administration.

## 2.1- Principes généraux de l'aromathérapie

### 2.1.1- Définitions générales

Avant toute chose, il est important de définir certains termes. En effet, avant d'aller à l'essentiel, il est pertinent de définir ce qu'est l'**aromathérapie** mais aussi ce qu'est une **HE** qui ne doit pas être confondue avec une **essence**.

#### 2.1.1.1- Aromathérapie

Le terme aromathérapie vient du grec « *Aroma* » qui signifie « parfum, odeur » et « *Therapeia* » qui signifie « méthode visant à soigner la maladie, à soulager le malade », soit littéralement : thérapie par l'odeur (8). Ainsi, ce terme inventé en 1928 par le biochimiste français, Monsieur René-Maurice Gattefossé se définit comme : l'utilisation des HE à des fins médicales (70).

L'aromathérapie est donc une thérapeutique qui utilise les essences et les HE extraites à partir de différentes parties de plantes aromatiques (71). Elle repose sur la relation existante entre les composants chimiques des HE et les activités thérapeutiques qui en découlent (72).

Du fait de son étymologie, il est à noter que l'art de l'aromathérapeute est différent de celui du parfumeur car ce dernier recherche la fragrance du parfum et non la qualité préventive ou curative (8). D'ailleurs, depuis le XX<sup>ème</sup> siècle et grâce aux méthodes d'analyses modernes (chromatographie en phase gazeuse<sup>49</sup> (CPG), spectrométrie de masse<sup>50</sup> (SM)...) qui orientent les études pharmacologiques, nous pouvons dire que l'aromathérapie est une science (73).

---

<sup>49</sup> CPG : technique permettant de séparer les constituants d'un mélange gazeux afin de les doser (6)

<sup>50</sup> Spectrométrie de masse : technique permettant de détecter et d'identifier des molécules d'intérêt par mesure de leur masse, et de caractériser leur structure chimique (6)

Dès lors, l'aromathérapie scientifique est l'étude des HE et désigne une branche particulière de la phytothérapie<sup>51</sup>, elle fait donc partie de la médecine à base de plantes (70). Il est important de signaler que les propriétés médicinales de la plante entière ne doivent pas être confondues avec celle de son HE. De plus, toutes les plantes n'élaborent pas des HE, seules les plantes aromatiques possédant des essences volatiles naturelles ou parfois des oléorésines<sup>52</sup> peuvent en fabriquer (73).

### 2.1.1.2- HE et essence

Au vu de la définition de l'aromathérapie, il est important de définir les termes « Huile essentielle » et « Essence ». Cependant, le langage commun ne les différencie pas. De façon générale, nous pouvons dire qu'une essence est une substance aromatique naturelle élaborée par les organes sécréteurs de certaines plantes dites aromatiques. Elle sera recueillie par simple expression mécanique à froid. Au contraire, une HE est obtenue par distillation par entraînement à la vapeur de la partie odoriférante des plantes ou des arbres aromatiques (73). L'HE est donc une essence distillée (74). Les définitions sont proches mais pas identiques (Tableau 3).

Dès lors, par des procédés d'extraction différents, HE et essence sont différentes en matière de nature et de composition. C'est le mode opératoire qui détermine la composition chimique. En effet, lors de la distillation, il peut y avoir des réarrangements moléculaires pouvant modifier la composition chimique de l'essence produite par la plante (75). Ainsi, nous pouvons trouver dans une HE des composés qui n'étaient pas présents initialement dans la plante. L'HE sera donc composée de la majorité des molécules qui constituent l'essence produite par la plante aromatique mais elle contiendra aussi d'autres molécules qui ne se retrouvent pas dans l'essence (73). Nous verrons d'ailleurs ultérieurement, les organes sécréteurs des essences ainsi que les procédés d'extraction et la composition chimique des différentes HE d'eucalyptus.

**Tableau 3** : principales différences entre essence et HE

	Essence	Huile essentielle
Origine	Substance aromatique naturelle élaborée par les organes sécréteurs des plantes aromatiques	Essence distillée
Extraction	Expression mécanique à froid	Distillation par entraînement à la vapeur d'eau
Exemple	Pour les zestes d'agrumes : nous parlons d'essence de zeste de Citron et non d'HE	HE d' <i>Eucalyptus</i> sp.

Concernant les HE, il est plus difficile de donner une seule définition claire et précise. Il existe cependant des définitions officielles, notamment celles de la Pharmacopée<sup>53</sup> française et de la Pharmacopée européenne (Ph.E.).

<sup>51</sup> **Phytothérapie** : traitement ou prévention des maladies par l'usage des plantes (6)

<sup>52</sup> **Oléorésine** : baume qui s'écoule naturellement ou après incision, perforation des troncs d'arbres (73)

<sup>53</sup> **Pharmacopée** : provient du grec « *Pharmakopoia* » qui signifie « l'art de préparer les médicaments », ainsi une Pharmacopée en France est un recueil à caractère officiel et réglementaire des matières premières autorisées pour la fabrication des médicaments. Elle contient les monographies des substances thérapeutiques au sens large, dont celles des plantes médicinales et de leurs préparations comme les HE. La Pharmacopée française (dernière édition : la 11<sup>ème</sup> publiée en 2012) comprend les textes ne figurant pas dans la Pharmacopée européenne (dernière édition : la 10<sup>ème</sup> publiée en 2019 par le Conseil de l'Europe). Les textes déjà présents dans la Pharmacopée européenne sont directement applicables en France (76)

Voici les différentes définitions des HE selon les Pharmacopées :

- **Pharmacopée française 8<sup>ème</sup> édition (1965)** : définit les HE par rapport à leur composition et leur extraction : « *produits de composition généralement assez complexe renfermant les produits volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. Pour extraire ces principes volatils, il existe divers procédés. Deux seulement sont utilisables pour la préparation des essences officinales : celui par distillation dans la vapeur d'eau de plantes à essence ou de certains de leurs organes, et celui par expression* ». Les termes « essences » ou « huiles volatiles » sont désormais remplacés par le terme « huile essentielle » depuis la **9<sup>ème</sup> édition de la Pharmacopée (73)**.

- **Pharmacopée française 10<sup>ème</sup> édition (2009)** : l'HE est considérée comme une « *substance fluide, volatile, odorante, de composition complexe produite par un appareil sécréteur* » (73).

- **Pharmacopée française 11<sup>ème</sup> édition (2012)** a introduit le concept de l'HE médicinale : « *Huile essentielle au sens de la pharmacopée européenne possédant des propriétés médicamenteuses* » tout en précisant que « *des huiles essentielles ayant des propriétés médicamenteuses peuvent avoir d'autres usages notamment alimentaires, cosmétiques, biocides...* » (36).

- **Ph.E. 10<sup>ème</sup> édition (2019)** : définit l'HE comme un « *produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition* » (76).

Il existe aussi une autre définition officielle de l'HE selon les normes de l'Association française de normalisation (AFNOR<sup>54</sup>). Voici la définition des HE selon la **norme NF EN ISO 9235** (ISO pour les normes élaborées sous égide de l'ISO, EN pour celles du CEN et suivant le principe des poupées russes : une norme internationale peut être reprise en Europe et par un pays. Son libellé s'enrichit alors de préfixes, dans l'ordre croissant des périmètres géographiques : NF EN ISO) : elle définit les HE selon le **procédé d'extraction** comme « *un produit obtenu à partir d'une matière première naturelle d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de fruits de Citrus, soit par distillation sèche, après séparation de l'éventuelle phase aqueuse par des procédés physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition* » (78). L'obtention des HE se fait soit par entraînement à la vapeur d'eau dans une opération de distillation, soit par distillation sèche, soit par expression à froid (zestes). Dans ce dernier cas, une certaine ambiguïté existe sur la dénomination d'HE. Selon l'AFNOR, il faut utiliser le terme d'essence alors que les Pharmacopées française et européenne utilisent le terme d'HE.

En reprenant toutes ses définitions, nous pouvons donc dire qu'une HE est une substance fluide, volatile, odorante, de composition complexe, contenue dans certains végétaux (70). Elle peut être extraite par divers procédés et possède de nombreuses propriétés notamment médicinales que nous verrons ultérieurement. De plus, les HE sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes (ou grasses). Contrairement à leur dénomination, les HE ne sont pas forcément huileuses, elles ne sont donc pas des corps gras alimentaires comme l'huile d'olive même si ce sont des huiles (79). Il faut donc faire attention aux confusions.

---

<sup>54</sup> Norme AFNOR : document établi par consensus et approuvé par un organisme reconnu, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats, garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné. L'AFNOR est un organisme officiel français de normalisation, créé en 1926. Il représente la France auprès de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) et auprès du Comité Européen de Normalisation (CEN). Cet organisme a fusionné en 2004 avec l'association française pour l'assurance de la qualité et fait donc maintenant partie du groupe AFNOR (77)

## 2.1.2- Utilisation des plantes à essence au cours de l'histoire

De tout temps, l'Homme a su mettre à profit ce que Dame nature avait à lui offrir. Ainsi, dans chaque région du globe, l'utilisation des HE et surtout l'utilisation des plantes aromatiques à des fins thérapeutiques s'est faite naturellement et remonte à la nuit des temps.

### 2.1.2.1- Berceau de l'aromathérapie

Les premières traces de l'utilisation des plantes médicinales remontent à 40 000 ans avant Jésus-Christ (JC) avec les aborigènes australiens. Ils utilisaient déjà les plantes aromatiques sous forme de fumigation ou de cataplasme afin de traiter les infections (80). Par exemple, les feuilles d'*E. globulus* étaient utilisées pour leur propriété antiseptique (11).

En plus du continent australien, les HE ont surtout été mises en évidence :

- en Inde, 7 000 ans avant JC, les « eaux aromatiques » y étaient utilisées au cours de sacrifices religieux mais aussi afin de traiter le corps et l'esprit (80). Puis à partir du II<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère, les textes des « *Veda*<sup>55</sup> » (qui sont à la base des ouvrages célèbres « *Rig Veda* » et « *Ayurveda* ») posent les fondements de la médecine indienne qui étaient jusque-là transmis oralement. La médecine traditionnelle indienne préconisait et préconise toujours l'emploi de très nombreuses plantes aromatiques à des fins médicales et religieuses (73).

- en Chine, où l'usage des plantes nous est rapporté dans un ouvrage datant de 4 500 ans avant JC, « *Le Pen Ts'ao* » écrit par Shen Nung, « l'empereur jaune », qui fait référence à de nombreuses plantes aromatiques (73). Aujourd'hui encore, il existe de nombreuses cliniques de médecine traditionnelle chinoise à travers le monde (12). Ainsi, la médecine chinoise reste un guide incontournable (80).

- au niveau du bassin méditerranéen, 2 500 ans avant JC, dans l'Égypte ancienne, les plantes aromatiques étaient utilisées à des fins religieuses dans le but d'embaumer les défunts (70) mais aussi à des fins médicinales afin de lutter contre les épidémies (73). De plus, la médecine occidentale par les plantes aromatiques doit beaucoup à la Grèce antique qui tenait son savoir des égyptiens. Nous retrouvons d'ailleurs cet intérêt dans un ouvrage qui a servi de référence en Occident en ce qui concerne la phytothérapie et ce durant de nombreux millénaires (de l'Antiquité<sup>56</sup> au XIV<sup>ème</sup> siècle) : « *De Materia Medica* » de Dioscoride, médecin, pharmacologue et botaniste grec (vers 25 avant JC – vers 90 après JC). Cet ouvrage regroupe un certain nombre de plantes et d'épices disponibles à son époque (73).

Ainsi, l'Inde, la Chine et le bassin méditerranéen avec l'Égypte et la Grèce constituent le berceau de l'aromathérapie (12). De plus, grâce aux nombreux ouvrages retrouvés dans différentes régions du globe, nous voyons que la phytothérapie et donc l'aromathérapie sont aussi anciennes que l'Homme.

---

<sup>55</sup> Veda : prière (73)

<sup>56</sup> L'Antiquité : époque de l'Histoire. Période qui va des origines des temps historiques à la chute de l'Empire romain (V<sup>ème</sup> siècle après JC) (6)

### 2.1.2.2- Aromathérapie en France, du Moyen-âge à nos jours

#### **- MOYEN AGE (V<sup>ème</sup> au XV<sup>ème</sup> siècle après JC) :**

- en Europe, le Moyen Age correspond au temps des croisades<sup>57</sup>. Ces dernières (1097 - 1270) ont facilité les échanges commerciaux et ont permis de ramener, en Occident, les connaissances de la technique de distillation des HE. Ainsi, les croisades ont favorisé l'arrivée en France de l'art de la distillation chère aux alchimistes qui se mirent à étudier les HE avec un vif intérêt.

- la technique de distillation qui fut rapportée via les croisades est celle d'Avicenne (980 - 1037) : méthode de distillation telle que nous la connaissons aujourd'hui avec le serpentin de l'alambic (81). Avicenne publia de nombreux ouvrages médicaux, notamment le « *Canon de la médecine* » œuvre encyclopédique qui fait référence à l'usage de nombreuses HE (73).

- **ÉPOQUE MODERNE**<sup>58</sup> : après le Moyen Age arrive l'Époque moderne. A cette époque, au XVII<sup>ème</sup> siècle, sous Louis XIV (1638 - 1715), Roi de France, la malpropreté était monnaie courante. Ainsi, afin de masquer les odeurs corporelles, les nobles et les bourgeois utilisaient les HE pour se parfumer. Les HE sont donc utilisées pour masquer des odeurs nauséabondes mais également en vue de traiter des malades ou comme désinfectants à titre préventif afin de se prémunir des épidémies (pestes). A cette époque, nous dénombrons une soixantaine de plantes dont sont extraites les HE. L'aromathérapie sera à son apogée jusqu'au milieu du XVIII<sup>ème</sup> siècle (70).

- **ÉPOQUE CONTEMPORAINE**<sup>59</sup> : devant l'essor de l'industrialisation, avec le développement de la chimie de synthèse, l'aromathérapie tombe dans l'oubli au XIX<sup>ème</sup> siècle. Il faudra attendre le XX<sup>ème</sup> siècle pour qu'apparaisse le renouveau de cette pratique avec René Maurice Gattefossé (1881 - 1950) et Jean Valnet (1920 - 1995) considérés tous deux comme les pères de l'aromathérapie moderne :

- l'histoire raconte qu'en 1910, RM. Gattefossé, chimiste français, se serait brulé la main lors d'une explosion dans son laboratoire. Il aurait alors appliqué de l'HE de lavande sur sa brûlure qui cicatrisa très rapidement, sans laisser de trace. C'est ainsi qu'il découvrit les propriétés antiseptiques et cicatrisantes de cette HE. Cet accident lui aurait donné l'idée d'étudier les propriétés et les effets thérapeutiques des HE (81). C'est ainsi que l'aromathérapie serait née. En 1928, il utilisa pour la première fois le terme « aromathérapie » (80) et en 1937, il publia un ouvrage du même nom, dans lequel il met en évidence la relation entre la structure biochimique de l'HE qui compose la plante aromatique et son activité (73).

- quelques années plus tard, J. Valnet, chirurgien militaire français poursuit les recherches de RM. Gattefossé en démontrant l'efficacité des HE après les avoir utilisées abondamment pendant la guerre d'Indochine (années 1950) pour soigner les blessés. Une dizaine d'années après, il rédigea un ouvrage de vulgarisation qui porte à la connaissance du grand public, l'efficacité des HE. Ainsi à une époque où plantes et essences étaient tombées dans l'oubli (au profit des molécules de synthèse), J. Valnet a codifié leurs propriétés, leurs indications et leurs posologies. Cela a relancé l'intérêt d'utilisation par tous, grand public, comme médecins, des HE non seulement pour leur efficacité mais aussi pour leur innocuité lorsqu'elles sont utilisées dans de bonnes conditions (8).

- pour finir, en ce début de XXI<sup>ème</sup> siècle, l'aromathérapie est omniprésente, répandue dans le monde entier et les connaissances quant à l'utilisation des HE sont plus précises. C'est donc maintenant une branche importante de notre art de guérir, respectueuse du corps humain et de la nature. Cependant, afin que l'HE soit utilisable en thérapeutique, il existe des critères de qualité essentiels à respecter.

---

<sup>57</sup> **Croisades** : expéditions militaires entreprises par des chrétiens d'Europe en direction du Proche-Orient (Syrie-Palestine) qu'ils considèrent comme la Terre sainte (6)

<sup>58</sup> **Époque Moderne** : comprend la période de la Renaissance et du siècle des Lumières. C'est une époque qui se situe entre le Moyen Age et la Révolution française de 1789 (6)

<sup>59</sup> **Époque Contemporaine** : commence à partir de la Révolution française de 1789 (6)

## **2.2- Comment obtenir une HE d'eucalyptus de qualité ?**

Comme vu précédemment, l'aromathérapie met en œuvre les HE et fait partie des thérapeutiques vers lesquelles les patients se tournent de plus en plus à la suite d'une méfiance grandissante à l'égard de certains médicaments allopathiques. La majorité des médias (émissions de télé, presse, internet) encourage la population à s'intéresser aux thérapeutiques dites « douces et naturelles » qui sont présentées comme étant sans danger. Encore faut-il savoir les choisir avec soin et discernement.

Dès lors, afin de garantir la qualité et la sécurité d'emploi d'une HE employée en thérapeutique, il est nécessaire de respecter plusieurs critères de qualité stricts aussi bien pour la matière première que pour le produit fini (82) :

- trois paramètres principaux concernant la matière première vont conditionner la qualité de l'HE : la qualité de la plante elle-même, la qualité du procédé d'obtention et la qualité du matériel permettant l'extraction.

- trois paramètres principaux concernant le produit fini vont conditionner la qualité de l'HE : les caractères physico-chimiques, les caractères chromatographiques et les critères de conditionnement.

En conséquence, pour être garantie, la qualité doit être maîtrisée à chaque étape de la fabrication : du choix de la matière première au contrôle du produit fini en vue de sa commercialisation en passant par l'extraction de l'HE d'*Eucalyptus* sp.

### **2.2.1- Critères de qualité des matières premières d'*Eucalyptus* sp.**

Comme dit précédemment, les trois paramètres principaux concernant la matière première qui conditionnent la qualité de l'HE sont la qualité de la plante elle-même de la mise en culture à l'arrivée à la distillerie en vue de l'extraction ; la qualité du procédé d'obtention avec le savoir-faire du distillateur et la qualité de l'équipement nécessaire en vue d'une extraction optimale.

#### **2.2.1.1- Qualité de la matière première d'*Eucalyptus* sp.**

La qualité de la matière première aromatique repose essentiellement sur cinq paramètres (74) :

- l'identité botanique de la matière première d'*Eucalyptus* sp.,
- l'origine géographique/botanique de la matière première d'*Eucalyptus* sp.,
- le mode de culture et le stade végétatif lors de la récolte de la matière première d'*Eucalyptus* sp.,
- la partie de la matière première d'*Eucalyptus* sp. distillée,
- la précision du chémotype (CT) de la matière première d'*Eucalyptus* sp.

### \*Dénomination botanique

Pour garantir leur qualité, les HE d'*Eucalyptus* sp. devront être obtenues à partir de matières premières précisément identifiées. En effet, il est important que l'identification de la plante aromatique soit précise dès lors qu'elle sert à soigner des maladies. Cela passe par la dénomination scientifique latine et non par la dénomination vernaculaire. Cette dernière est imprécise, sujette aux homonymes et donc parfois trompeuse. Elle pourrait entraîner des confusions inacceptables et potentiellement graves. Le nom d'usage n'est donc pas acceptable pour la dénomination précise des HE d'*Eucalyptus* sp., seule prime la nomenclature binominale internationale (82).

Les HE de qualité doivent donc impérativement provenir de plantes d'*Eucalyptus* sp. botaniquement certifiées, c'est-à-dire identifiées par deux noms latins : le nom de genre suivi d'une épithète qualificative (l'espèce) ainsi que l'initiale ou l'abréviation du botaniste qui le premier a décrit la plante en question. La famille botanique est souvent précisée. (47).

Dans les centaines d'espèces du genre *Eucalyptus*, certaines ne sont même pas aromatiques, de ce fait l'appellation « HE d'eucalyptus » est imprécise (83). Pour que l'appellation soit acceptable, il faut préciser l'espèce, nous parlerons donc précisément d'HE d'*E. globulus* ou d'*E. radiata*. Ces deux épithètes, qualificatives de l'espèce permettent d'individualiser et d'éviter de confondre les eucalyptus qui n'ont pas les mêmes compositions biochimiques ou les mêmes indications (75).

De plus, afin d'éviter toute confusion, nous pouvons nous référer à la **norme NF ISO 4720** qui donne une liste des noms botaniques des plantes utilisées pour la fabrication des HE dans le but d'harmoniser leur nomenclature (Tableau 4) (84).

**Tableau 4** : nomenclature des HE d'*Eucalyptus* sp. selon la norme NF ISO 4720 (84)

Nom botanique de la plante	Famille	Nom commun en français (huile essentielle de ...)	Référence	Partie de la plante utilisée
<i>Corymbia citriodora</i> K.D.Hill. & L.A.S. Johnson Synonyme <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Myrtacées	Eucalyptus citronné	ISO 3044	Feuille, rameaux
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtacées	Eucalyptus globuleux	ISO 770	Feuille, rameaux
<i>Eucalyptus radiata</i> Sieber ex DC.	Myrtacées	Eucalyptus radié	NF ISO 3065	Feuille, rameaux

## \*Origine botanique et géographique

- **ORIGINE BOTANIQUE DES HE** : toutes les plantes ne donnent pas des HE. En effet les plantes sécrétrices d'HE se retrouvent surtout chez les Angiospermes comme les plantes de la famille des Myrtacées dont font partie les eucalyptus (70).

- **ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DES HE D'EUCALYPTUS SP.** : selon le pays d'origine d'un eucalyptus, selon son biotope<sup>60</sup> ou tout simplement selon ses conditions d'existence (sol, climat, latitude, altitude...), un eucalyptus d'espèce bien définie va élaborer des essences différentes en matière de composition biochimique, ce qui conditionne des propriétés bien particulières (73). Par exemple, si l'*E. globulus* est cultivé dans une certaine région d'un pays, l'HE qui en sera extraite ne possèdera pas les mêmes composants aromatiques que l'HE d'*E. globulus* cultivé dans le même pays mais dans une autre région ou dans un autre pays à la même altitude (70).

Il est donc impératif de connaître l'origine géographique de la plante car cela détermine d'une part sa composition chimique et d'autre part ses propriétés thérapeutiques. D'ailleurs, pour que la qualité de l'HE soit respectée, certains artisans distillateurs utilisent le principe de bonne pratique suivant « un champ, une plante, une distillation, un seul lot d'HE ». Ainsi nous savons que les plantes aromatiques qui donne le lot d'HE ont la même provenance (74).

Par exemple, grâce aux certificats d'analyses du laboratoire d'aromathérapie Cosbionat qui analyse les HE du « Docteur VALNET », nous pouvons voir que les trois HE d'eucalyptus faisant l'objet de cette thèse proviennent de pays différents : le pays de production des plantes aromatiques donnant l'HE d'*E. globulus* du laboratoire Cosbionat est le Portugal (Annexe 1), celui donnant l'HE d'*E. radiata* est l'Australie (Annexe 2) et pour finir, celui donnant l'HE de *C. citriodora* est Madagascar (Annexe 3).

## \*Mode de culture et stade végétatif lors de la récolte

En plus de la dénomination scientifique de la plante dont l'HE est extraite et de sa zone de culture, de nombreuses autres informations doivent être à notre disposition afin d'établir la qualité des HE d'*Eucalyptus* sp., notamment le mode de culture et le stade de développement de la matière première végétale lors de la récolte.

- **MODE DE CULTURE** : il est important de préciser l'environnement dans lequel s'est développé l'eucalyptus dédié à la production d'HE car cela caractérise la qualité de l'HE (85) :

- eucalyptus dits **sauvages** ou **semi-sauvages** : ils poussent spontanément dans des zones préservées où il n'y a aucun traitement chimique, tel que l'épandage de pesticides par voies aériennes et ils sont à l'abri de la pollution atmosphérique éventuelle.

- eucalyptus issus de culture **biologique** : ils sont cultivés sans engrais chimiques ou adjonction de pesticides de synthèse (herbicides, insecticides, fongicides...).

- eucalyptus issus de culture **non biologique** : ils sont issus de culture conventionnelle qui utilise, quant à elle, des engrais chimiques et des pesticides de synthèse.

---

<sup>60</sup> **Biotope** : milieu défini par des caractéristiques physicochimiques stables et abritant une communauté d'êtres vivants (6)

Il est évident qu'un eucalyptus cultivé de façon conventionnelle n'offre aucune garantie pour obtenir une HE 100 % pure et naturelle contrairement à la culture dite biologique. Cependant, à cause des cultures conventionnelles, le vent peut se charger de produits phytosanitaires<sup>61</sup> et comme il ne connaît aucune frontière, des résidus de pesticides peuvent se retrouver dans les eucalyptus issus de culture biologique et donc, par extension, dans les HE d'*Eucalyptus* sp. Par conséquent, nous voyons apparaître des labels, afin de garantir que les HE utilisées en thérapeutique sont de qualité supérieure, c'est-à-dire totalement pures et authentiquement naturelles (73).

En France, le label « BIO » est utilisé. C'est un label européen surnommé « Eurofeuille » qui atteste que l'HE d'*Eucalyptus* sp. est obtenue à partir d'eucalyptus dont la culture a été certifiée « BIO » par un organisme agréé selon le cahier des charges européen. Ainsi, le terme « BIO » signifie « issu de l'agriculture biologique » et certifie le mode d'agriculture et d'étiquetage des produits biologiques. Depuis le 1<sup>er</sup> Juillet 2010, le logo européen est devenu obligatoire sur les étiquetages des produits alimentaires issus de l'agriculture biologique fabriqués dans l'Union Européenne. C'est ainsi que nous pouvons voir apparaître ce logo sur les étiquettes des flacons d'HE d'*Eucalyptus* sp. (86,87).

Le choix d'une qualité biologique labellisée « BIO » ou le choix d'eucalyptus sauvages est à privilégier en thérapeutique chaque fois que possible pour garantir des HE d'*Eucalyptus* sp. de qualité maximale (70). Cependant, pour les plantes rares ou peu demandées qui ne sont donc pas retrouvées à l'achat en production dite « BIO », il reste admis de faire appel à des plantes issues d'une culture conventionnelle raisonnée (74).

**- STADE VÉGÉTATIF DE LA MATIÈRE PREMIÈRE LORS DE LA RÉCOLTE** : la cueillette va être soumise, elle aussi, à de nombreuses règles, sous peine de passer à côté d'une qualité optimale de l'HE d'*Eucalyptus* sp. Afin d'avoir une HE de qualité, il est nécessaire que la récolte ait lieu au moment optimal de la croissance de la plante, lorsque ses organes producteurs sont le plus concentrés en essence pour avoir un meilleur rendement (85). Cet instant variant d'une espèce à une autre, il est parfois difficile de trouver le moment opportun. Par exemple, l'âge des rameaux est déterminant chez les eucalyptus : la récolte concerne les feuilles situées sur les rameaux âgés (36) afin que ces dernières soient le plus concentrées en principes actifs. Le stade végétatif de la plante aromatique conditionne donc la teneur en essence et le rendement mais aussi la composition de l'essence.

Nous venons de voir que le moment de la récolte associé au stade végétatif ainsi que le mode de culture sont des critères importants à prendre en considération pour obtenir une HE d'*Eucalyptus* sp. de qualité optimale. Un des cinq autres critères de qualité va être la partie distillée de la matière première d'*Eucalyptus* sp.

### **\*Organes producteurs des essences**

Nous avons vu précédemment que la composition biochimique de l'essence d'eucalyptus peut varier suivant le pays d'origine, suivant le mode de culture et le stade végétatif de la plante au moment de récolte. La composition biochimique de l'essence d'eucalyptus peut aussi varier suivant la partie de la plante utilisée en vue de l'extraction de l'HE, ce qui explique aussi la variété des propriétés des HE obtenues. Il est donc important de mentionner l'organe producteur étant donné que l'essence varie qualitativement et quantitativement suivant la partie utilisée.

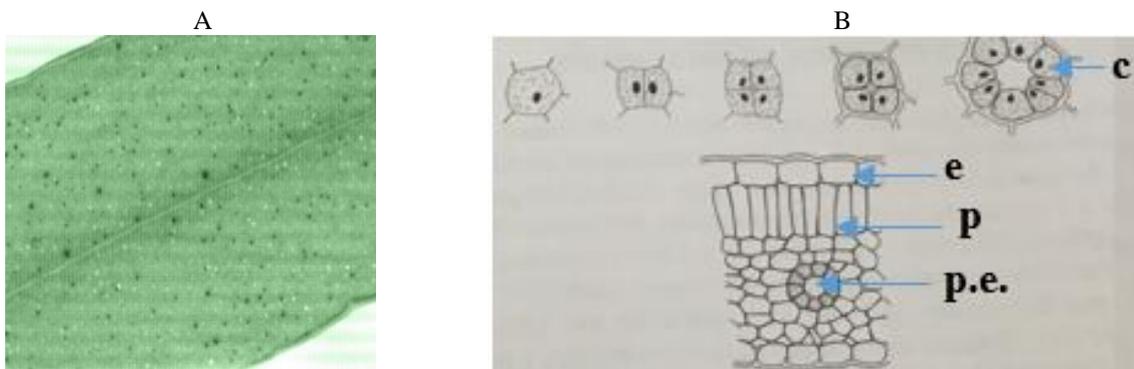
---

<sup>61</sup> Produits phytosanitaires : synonyme de Pesticide : se dit d'un produit chimique destiné à lutter contre les parasites animaux et végétaux nuisibles aux cultures et aux produits récoltés (6)

### **- ORIGINE DES ESSENCES :**

Il existe trois grands appareils sécréteurs des essences situés proche de la surface de la plante aromatique : les poils glandulaires épidermiques, les poches glandulaires schizogènes et schizolysigènes et les canaux glandulaires (70). Chez les Myrtacées, plus particulièrement chez les eucalyptus, les appareils sécréteurs d'essences sont les poches glandulaires schizogènes, aussi appelées poches sécrétrices qui peuvent être observées à l'œil nu (Figure 34 (A)) (75).

Ces poches schizogènes se forment grâce à une cellule de parenchyme du limbe de la feuille qui se divise en deux puis en quatre par des cloisons perpendiculaires. Les cellules s'écartent laissant entre elles une cavité qui s'élargit quand elles se multiplient. Une fois la croissance terminée, la poche schizogène montre une lumière plus ou moins vaste, limitée par une assise de cellules sécrétrices (Figure 34 (B)). Les cellules sécrétrices déversent alors leurs produits de sécrétion dans la cavité. Un fin canal relie la poche et permet la volatilisation de l'essence dans le milieu environnant (80).



**Figure 34** : A : poches glandulaires schizogènes dans une feuille d'*E. globulus* (trous blancs) ; B : stades successifs de la formation d'une poche sécrétrice schizogène d'*Hypericum perforatum* (Hypericacées) aussi valable chez les *Eucalyptus* sp. (Myrtacées) (75)  
(c : cellules glanduleuses productrices d'essences ; p.e. : poche à essence, p : parenchyme, e : épiderme)

### **- ORGANES PRODUCTEURS DES ESSENCES :**

Nous avons vu précédemment que tous les végétaux ne produisent pas des essences, seules quelques familles aromatiques le peuvent, ce qui représente 10 % du règne végétal (88). En revanche, si un végétal est dit aromatique alors tous ses tissus et organes peuvent contenir des appareils sécréteurs d'essence. Nous pouvons donc trouver essentiellement des essences dans les fleurs et les feuilles et de façon moins habituelle dans le bois, l'écorce, les racines, les rhizomes, les fruits ainsi que dans les graines. L'essence des eucalyptus se trouve notamment dans leurs feuilles (82).

L'essence peut donc être sécrétée en fonction du végétal considéré dans un ou plusieurs organes mais seul celui qui est le plus riche sera récolté lors de la cueillette afin d'obtenir le meilleur rendement possible même si ce dernier s'avère souvent minime car la teneur en essence dans les plantes est toujours faible. En effet, une plante aromatique synthétise environ 0,01 à 5 % d'essence dans ses cellules sécrétrices par rapport au poids de la plante sèche (73).

#### **\*Chénotypes**

En plus de la dénomination scientifique, de la zone et du mode de culture, du stade de développement de la matière première végétale lors de la récolte et de l'organe producteur de l'HE, une autre information doit être à notre disposition afin d'établir la qualité de l'HE d'*Eucalyptus* sp. : le CT.

Ce dernier critère permet l'identification et l'évaluation quantitative des molécules actives. Il est donc indispensable de préciser le CT de la matière première d'*Eucalyptus* sp. soit la spécificité biochimique associée à la dénomination scientifique (89).

La notion de CT introduite par P. Franchomme (biochimiste français) vers 1975, correspond à la composition relative en certains principes actifs d'une HE (73). Le CT est donc une sorte de sous-catégorie d'HE d'une espèce donnée, utilisé pour caractériser précisément une HE par sa molécule la plus abondante (majoritaire) ou la plus représentative (présente en faible taux mais dont la présence justifie une indication thérapeutique précise) (90).

En effet, nous avons vu précédemment que suivant leur origine géographique, leur biotope (nature des sols, du climat, altitude, latitude...), leur mode de culture, leur stade de développement, une même plante aromatique d'une espèce donnée peut sécréter des essences très différentes en matière de composition biochimique : ce sont les CT (70). Ainsi, biochimiquement différents, deux CT de la même HE auront non seulement des activités thérapeutiques différentes mais aussi des toxicités variables, il paraît donc indispensable de préciser le CT (80). Par exemple, l'étiquette de l'HE d'eucalyptus citronné (Figure 36), met en évidence les spécificités biochimiques (s.b.) suivantes : citronellal (composant abondant, Annexe 3), citronellol, isopulégol (composants en faible quantité, Annexe 3) ; elle s'écrit alors *C. citriodora*, s.b. citronellal, citronellol, isopulégol. La spécificité biochimique de l'HE d'*E. globulus* est : 1,8-cinéole (composant abondant, Annexe 1) et globulol (présent en faible quantité, Annexe 1) indiquant le tropisme pulmonaire ; elle s'écrit alors *E. globulus*, s.b. 1,8-cinéole, globulol (89). Pour finir, la spécificité biochimique de l'HE d'*E. radiata* est : 1,8-cinéole (composant abondant, Annexe 2) et  $\alpha$ -terpinéol (en faible quantité, Annexe 2) indiquant une activité marquée sur les voies aériennes supérieures ; elle s'écrit alors *E. radiata*, s.b. 1,8-cinéole,  $\alpha$ -terpinéol (89).

De plus, afin d'éviter toute confusion, nous pouvons compléter la norme vue précédemment NF ISO 4720, avec la **norme NF EN ISO 3218** qui donne des principes de nomenclature des HE. Elle évoque entre autres l'importance de mentionner la **partie de la plante utilisée** mais aussi le **CT** de l'HE étant donné que la composition biochimique de l'HE peut varier selon ces paramètres, ce qui entraîne différentes propriétés. Voici les règles de nomenclature (91) :

- la **partie de la plante utilisée** : si plusieurs parties de la plante peuvent être distillées en vue de l'extraction de l'HE, le nom de la partie utilisée devra précéder la désignation usuelle de la plante en français. Par exemple : HE de feuilles d'*E. globulus*.

- le **CT** : lorsque l'HE à différents CT, le nom du composant principal ou le nom du composant le plus représentatif doit être indiqué. Par exemple : HE d'*E. globulus* s.b. 1,8-cinéole, globulol.

### **2.2.1.2- Qualité du procédé d'obtention des HE d'*Eucalyptus* sp.**

Comme dit précédemment, les trois paramètres principaux concernant la matière première qui conditionnent la qualité de l'HE sont : la **qualité de la plante elle-même** de la mise en culture à l'arrivée à la distillerie en vue de l'extraction ; la **qualité du procédé d'obtention** avec le savoir-faire du distillateur ainsi que la **qualité de l'équipement** nécessaire en vue d'une extraction optimale.

Nous allons donc nous intéresser maintenant aux **procédés d'obtention** des HE d'*Eucalyptus* sp. en vue d'une utilisation médicale, qui ne doivent pas être séparés du **savoir-faire du distillateur**. En effet, le savoir-faire assure la **bonne qualité de l'HE** mais aussi **son rendement**.

## \*Méthodes d'extraction des HE d'*Eucalyptus* sp.

- **GÉNÉRALITÉS** : l'objectif du procédé d'extraction va être d'extraire l'essence contenue dans la partie de la plante la plus riche sans l'altérer. Une fois distillée, l'essence se nomme une HE. Il existe différents procédés d'extraction selon les domaines (73) :

- certains procédés sont utilisés en aromathérapie, donc à des fins médicales, comme la distillation par entraînement à la vapeur d'eau (c'est le procédé le plus souvent utilisé pour obtenir des HE en vue de leur usage pharmaceutique, ce sera le cas pour les eucalyptus), l'expression à froid qui donne non pas des HE mais des essences.

- certains procédés sont utilisés en cosmétologie comme la séparation par des solvants, par du CO<sub>2</sub> supercritique<sup>62</sup>, l'enfleurage...

- les deux techniques les plus utilisées et reconnues par la Pharmacopée française et la Ph.E sont la distillation par entraînement à la vapeur qui donne des HE et l'expression à froid qui donne des essences.

Pour rappel, nous avons vu précédemment, que la définition d'une HE selon la norme AFNOR fait référence à la fois au mode d'obtention (entraînement à la vapeur ou extraction mécanique pour les agrumes) et à la pureté de l'extrait végétal. Par conséquent en aromathérapie, une HE d'*Eucalyptus* sp. ne peut justifier de ce nom que si elle est obtenue par distillation et si elle est restée, même après extraction, « 100 % pure et naturelle ». Ainsi, toute modification du produit ou toute obtention par un autre mode d'extraction (enfleurage, extraction par solvant, par CO<sub>2</sub> supercritique ...) conduirait le produit à devoir être appelé « extrait d'eucalyptus » et non plus HE. Par conséquent, les HE sont des produits complexes, issues d'une seule et unique distillation d'un produit agricole et les essences sont des produits complexes, issues d'une seule et unique expression à froid d'un produit agricole (73).

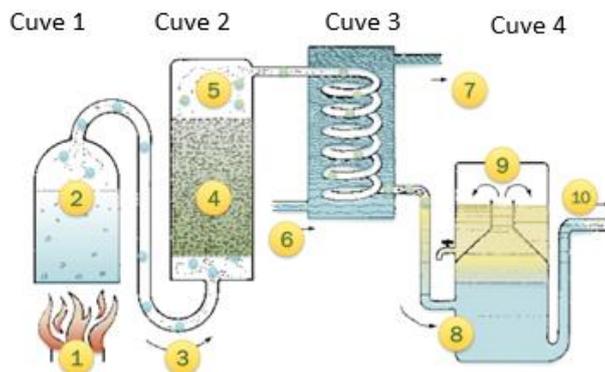
Nous allons donc nous concentrer sur la distillation par entraînement à la vapeur d'eau validée par les Pharmacopées et la norme AFNOR en vue d'obtenir des « HE d'*Eucalyptus* sp. à usage thérapeutique » (92).

- **DISTILLATION PAR ENTRAÎNEMENT À LA VAPEUR D'EAU** : l'alambic contient deux cuves : une pour l'eau et une pour les feuilles d'eucalyptus à distiller. Ces dernières sont donc disposées dans une cuve et plus particulièrement sur une grille perforée. Les feuilles d'eucalyptus ne sont donc pas en contact direct avec l'eau mais seront traversées par un courant de vapeur d'eau. En effet, la vapeur d'eau produite par un générateur (cuve 1, Figure 35) est injectée, par la partie basse, dans la cuve de distillation où se trouvent les feuilles (cuve 2, Figure 35). La vapeur d'eau traverse alors les poches et les glandes à essence des feuilles d'eucalyptus et entraîne ainsi les molécules aromatiques constitutives des essences de l'eucalyptus. La vapeur d'eau forme alors avec l'essence un mélange gazeux homogène. A la sortie de la cuve de distillation, la vapeur d'eau enrichie en HE d'*Eucalyptus* sp. traverse le serpentin qui est réfrigéré par une eau fraîche constamment renouvelée (cuve 3, Figure 35). Par réfrigération, à travers son passage dans le serpentin, la vapeur chargée en HE se condense et redevient liquide. Elle prend alors le nom de « distillat » (mélange d'eau et d'HE). A la sortie du réfrigérant, ce liquide se déverse dans l'essencier (vase florentin, cuve 4, Figure 35) où deux phases distinctes apparaissent clairement selon leur densité : c'est la décantation. L'HE d'*Eucalyptus* sp. ayant une densité inférieure à celle de l'eau, flotte sur l'eau de distillation. Par conséquent, grâce à ce procédé, nous obtenons à la fois une HE (essence distillée) et un hydrolat aromatique<sup>63</sup> qui sera conservé, car il contient aussi des molécules aromatiques en faible quantité, à l'état hydrodispersé (8,73).

---

<sup>62</sup> **Supercritique** : état ni gazeux, ni liquide. C'est un état intermédiaire où le fluide peut avoir la densité d'un liquide et la viscosité d'un gaz d'où une bonne diffusibilité dans les solides et un bon pouvoir solvant (6)

<sup>63</sup> **Hydrolat aromatique** : distillat aqueux qui subsiste après l'entraînement à la vapeur d'eau et la séparation de l'huile essentielle lorsque c'est possible. Les propriétés thérapeutiques sont complémentaires de celles de l'HE. Nous pouvons parler d'eau aromatique, d'eau florale ou d'hydrolat aromatique (75)



Cuve 1 : chaudière	Cuve 2 : cuve de distillation	Cuve 3 : cuve d'eau froide contenant le serpent	Cuve 4 : essencier
1 : Feu 2 : Eau 3 : Vapeur d'eau	4 : Plante aromatique 5 : Vapeur d'eau chargée en HE	6 : Eau froide 7 : Eau chaude	8 : Eau + HE 9 : HE surnageante 10 : Hydrolat aromatique

**Figure 35** : schéma de la distillation à la vapeur d'eau (93)

Ce procédé utilise donc la différence de volatilité des molécules, soit la capacité d'évaporation à une certaine température. Les molécules les plus volatiles ont une température d'ébullition plus basse par rapport au moins volatiles (molécules lourdes). De ce fait, elles seront extraites en premier. Ainsi, en chauffant doucement, les composants aromatiques de l'essence et de la plante d'*Eucalyptus* sp. vont pouvoir se séparer successivement afin de donner une coupe de distillation. Malgré cette élévation de la température en douceur, il est important de rappeler que la distillation est un procédé d'extraction relativement violent, qui favorise le réarrangement moléculaire. Ainsi de nombreux phénomènes d'oxydo-réduction, d'isomérisation... ont lieu au cours de la distillation et peuvent donc modifier la composition chimique de l'essence produite par la plante. Nous obtenons dès lors une HE d'*Eucalyptus* sp. comprenant des composés non présents initialement dans la plante. L'HE d'*Eucalyptus* sp. est donc constituée de la plupart des molécules qui composent l'essence produite par le végétal, de molécules de faible poids moléculaire issues du métabolisme général de la plante qui ne se retrouvent pas dans l'essence ainsi que de molécules issues de phénomènes de réarrangements qui ont lieu au cours de la distillation (73).

### **\*Savoir-faire du distillateur**

Afin d'obtenir une HE d'*Eucalyptus* sp. de qualité en vue de son utilisation en aromathérapie, le procédé d'extraction est important mais le savoir-faire du distillateur l'est tout autant. Voyons donc maintenant, les paramètres dépendant du savoir-faire du distillateur qui conditionnent la qualité de l'extraction des HE d'*Eucalyptus* sp. lors de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau.

Tout d'abord, ce procédé d'extraction est subtil et exige une surveillance constante. C'est le premier paramètre à respecter afin de réaliser une bonne distillation et ainsi obtenir une HE utilisable en thérapeutique. Les autres paramètres dont dépend la qualité de l'HE sont les suivants :

- la **température** de chauffe,
- la **pression** lors de la distillation,
- la qualité de **l'eau**,
- la **durée de la distillation**,
- les **traitements ultérieurs**.

- **TEMPÉRATURE** : afin de réaliser une distillation de qualité, il est nécessaire que la température de chauffe lors de la distillation soit la plus faible possible afin de ne pas majorer les phénomènes d'oxydo-réduction inhérents à une HE de bonne qualité. En pratique, la température est toujours légèrement inférieure à 100 °C (74), ce qui permet aux composés d'être entraînés à des températures inférieures à leur température d'ébullition et donc d'éviter leur décomposition. Ainsi, cela permet à des substances ayant un haut point d'ébullition d'être extraites (73).

Pourquoi la température est-elle inférieure à 100 °C ? Les lois de la physique démontrent que lorsque deux liquides ne sont pas miscibles, la température d'ébullition est inférieure à celle du liquide le moins miscible. Par exemple, pour l'HE d'*E. globulus*, l'eau a toujours une température d'ébullition de 100 °C et l'HE d'*E. globulus* (riche en 1,8-cinéole) a une température d'ébullition de 176 à 177 °C, mais la température d'ébullition du mélange eau-HE d'*E. globulus* sera inférieure à 100 °C.

- **PRESSION** : une distillation de qualité nécessite une température de chauffe mais aussi une pression la plus faible possible afin de ne pas majorer les phénomènes d'oxydo-réduction inhérents à une HE de bonne qualité (75).

Même si l'utilisation d'une haute pression donne un meilleur rendement, en pratique, la pression doit être basse (entre 0,05 et 0,10 bar) afin d'éviter tous phénomènes de suroxydation des molécules qui pourraient se produire à haute pression. La distillation sous basse pression est donc importante et impose une chauffe contrôlée (93).

Les HE d'*Eucalyptus* sp. du laboratoire Cosbionat du Docteur Valnet, sont d'ailleurs extraites par entraînement à la vapeur sous **basse pression** d'après le certificat d'analyse (Annexes 1,2 et 3).

- **DURÉE DE DISTILLATION** : tout comme la température et la pression, le temps de distillation est aussi un critère déterminant pour la qualité du produit fini. L'objectif est de distiller les feuilles d'*Eucalyptus* sp. le plus lentement possible afin d'extraire le maximum de molécules volatiles tout en respectant leur intégrité (74).

Sous basse pression, cette durée de distillation est nécessairement plus longue, ce qui permet de recueillir l'ensemble des fractions, soit le total des molécules aromatiques. Il est donc important d'avoir une longue durée de distillation afin d'extraire tous les composants et d'obtenir une distillation complète des HE. Cette distillation complète permet de capter tous les principes actifs et de posséder toutes les vertus thérapeutiques. Ainsi, afin d'extraire l'ensemble des fractions de l'HE d'*E. globulus*, il est nécessaire de réaliser une distillation de 3 heures. Concernant l'HE d'*E. radiata*, le temps de distillation oscille entre 1 h et 1 h 30. Enfin, pour l'HE de *C. citriodora*, il dure entre 1 h 30 et 3 heures (75).

A contrario, si la distillation se fait sous haute température et haute pression, la durée de distillation sera plus courte et le rendement meilleur. Cependant, comme vu précédemment, il y a un risque de suroxydation et de pyrogénéation des molécules. De ce fait, les HE d'*Eucalyptus* sp. obtenues peuvent être souillées et donc non utilisables en aromathérapie. Elles devront alors subir des traitements ultérieurs afin d'être commercialisables en cosmétologie par exemple.

- **EAU** : tout comme la température, la pression et le temps de distillation, l'eau est aussi un critère déterminant pour la qualité du produit fini. En effet, la vapeur d'eau permet d'extraire les HE d'*Eucalyptus* sp., sa qualité est un paramètre primordial afin d'obtenir une HE de qualité. Le distillateur doit donc employer de préférence une eau de source sans impureté, sans substance préjudiciable à la distillation de l'HE (70). L'eau doit aussi être peu ou pas calcaire afin d'éviter de recourir aux détartrants chimiques lors du nettoyage de l'alambic, mais aussi sans adjonction de chlore comme dans l'eau courante afin que la distillation soit la plus pure possible (94). Pour rappel, l'HE d'*Eucalyptus* sp. utilisée en thérapeutique doit être 100 % pure, soit sans mélange d'HE ; 100 % naturelle, soit sans ajout de minéraux, solvants, modifications ultérieures... ; 100 % totale, soit avec tous les principes actifs.

- **TRAITEMENTS ULTERIEURS** : nous venons de voir que l'HE d'*Eucalyptus* sp. utilisable en thérapeutique doit être **100 % pure, naturelle et totale** (80). De ce fait, pour être utilisée en aromathérapie, l'HE d'*Eucalyptus* sp. ne doit pas être dénaturée, elle ne doit donc pas subir de traitements ultérieurs qui pourraient modifier sa composition (36). Nous avons vu précédemment que si la distillation se fait sous haute température et haute pression, la durée de distillation sera plus courte et le rendement meilleur, mais les HE obtenues seront souillées par certaines molécules. Par conséquent, elles devront subir des traitements afin d'être commercialisables, en parfumerie : les HE peuvent être « rectifiées<sup>64</sup> », « désesquiterpénées » ou « déterpénées<sup>65</sup> » ainsi que « privée de x<sup>66</sup> ». Par exemple, l'HE d'*E. globulus* rectifiée pourra contenir jusqu'à 80 % d'eucalyptol, mais elle sera plus irritante pour les bronches qu'une HE complète n'en contenant que 60 %, elle ne sera donc pas utilisable en thérapeutique (93).

### **\*Rendement**

Nous venons de voir que le savoir-faire du distillateur est important afin d'obtenir une HE d'*Eucalyptus* sp. de qualité optimale. Ce savoir-faire qui repose sur différents critères (la température, la pression, la durée de distillation, la qualité de l'eau ainsi que l'absence de traitements ultérieurs) associés à la qualité de la matière première végétale utilisée (organe distillé, environnement de la plante, moment de la récolte...) va conditionner le rendement de l'HE d'*Eucalyptus* sp. (80).

Nous avons vu précédemment qu'une plante aromatique synthétise en général entre 0,01 % et 5 % d'essence dans ses cellules sécrétrices par rapport au poids de la plante sèche. De ce fait, il faut une grande quantité de plante aromatique dans le but d'obtenir une petite quantité d'HE. Cela explique le prix parfois élevé de certaines HE ainsi que l'envie de les falsifier (47).

Par exemple, chez le laboratoire Cosbionat du Docteur Valnet, que ce soit pour l'*E. globulus*, *radiata* ou *citriodora*, le rendement est de 1 kg d'HE pour 50 kg d'*Eucalyptus* sp., soit de 2 % (95-97).

#### **2.2.1.3- Qualité de l'équipement pour la distillation des *Eucalyptus* sp.**

Nous venons de voir deux des trois paramètres principaux concernant la matière première qui conditionnent la qualité de l'HE d'*Eucalyptus* sp. : **qualité de la plante elle-même, qualité du procédé d'obtention**. Voyons maintenant le dernier paramètre qui est la **qualité de l'équipement** afin de réaliser une extraction optimale d'HE d'*Eucalyptus* sp.

---

<sup>64</sup> Rectifiée : se dit d'une HE qui a subi une distillation fractionnée dans le but de supprimer certains constituants ou d'en modifier la teneur (76)

<sup>65</sup> Déterpénée ou Désesquiterpénée : se dit d'une HE privée, partiellement ou totalement, des hydrocarbures mono- et sesquiterpéniques (76)

<sup>66</sup> Privée de x : se dit d'une HE qui a subi une élimination partielle ou complète d'un ou de plusieurs constituants (76)

Nous savons que le meilleur procédé d'extraction en vue de l'obtention d'une HE d'*Eucalyptus* sp. de qualité est la distillation par entraînement à la vapeur d'eau. L'appareil principal utilisé dans cette distillation est l'alambic qui doit avoir une qualité irréprochable afin de donner des HE d'*Eucalyptus* sp. utilisable en thérapeutique :

- le choix du métal a une grande importance car il peut réagir avec le contenu de l'alambic (94). Ainsi, afin de garantir la qualité de l'HE d'*Eucalyptus* sp., l'alambic est maintenant en inox de qualité alimentaire et présente ainsi une innocuité parfaite contrairement aux anciens matériaux (74).

- l'alambic est nettoyé régulièrement par des solutions de lavage non toxiques et non rémanentes afin d'éviter toute altération éventuelle de la qualité de l'HE distillée (89).

- le volume de l'alambic doit être de petite capacité : 1 000 à 1 500 litres au maximum, ce qui lui permet de traiter environ 300 kilos de matière première végétale (74). Ce volume est plus propice à l'obtention d'HE utilisable en thérapeutique contrairement aux cuves de trop grand volume rencontrées chez les industriels qui produisent des qualités d'HE trop inconstantes. Grâce aux grandes cuves industrielles, les coûts de production sont réduits mais la vapeur d'eau ne peut pas traverser la matière première végétale correctement, à moins d'avoir une forte température ainsi qu'une forte pression. Cependant, ces paramètres peuvent être dénaturants pour la qualité de l'HE distillée. Ainsi, les grandes cuves ne peuvent pas être utilisées en aromathérapie (73).

## **2.2.2- Critères de qualité du produit fini : l'HE d'*Eucalyptus* sp.**

Nous venons de voir les **trois critères de qualité stricts appliqués à la matière première végétale** afin de garantir la qualité et la sécurité d'emploi de l'HE d'*Eucalyptus* sp. employée en thérapeutique (qualité de la plante elle-même, qualité du procédé d'obtention et qualité du matériel permettant l'extraction). Intéressons-nous maintenant **aux critères de qualité du produit fini**, soit aux critères de qualité des HE d'*Eucalyptus* sp. qui sont les suivants (36) :

- caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques des HE d'*Eucalyptus* sp.,
- profil chromatographique des HE d'*Eucalyptus* sp.,
- caractéristiques du conditionnement des HE d'*Eucalyptus* sp.

Tout comme les critères de qualité stricts appliqués à la matière première végétale, les critères de qualité stricts appliqués au produit fini sont importants pour permettre une commercialisation en aromathérapie et éviter toute contrefaçon. Toutes ces caractéristiques sont ainsi définies, sur le plan français, par des normes établies par l'AFNOR. Nous pouvons aussi retrouver ces critères de qualité dans les Pharmacopées française et européenne. Ils sont regroupés dans le certificat d'analyse. Ce certificat est propre à chaque numéro de lot d'une HE ou d'une essence.

### **2.2.2.1- Caractères physico-chimiques des HE d'*Eucalyptus* sp.**

Afin de pouvoir commercialiser l'HE d'*Eucalyptus* sp., certains critères de qualité doivent être vérifiés par des analyses et des contrôles réalisés en laboratoire : analyses **physico-chimiques** et **examens organoleptiques**.

## \*Caractéristiques physico-chimiques

Avant toute commercialisation en aromathérapie, il convient de vérifier les caractéristiques physiques des HE grâce à des analyses. Les critères d'analyses seront regroupés dans le certificat d'analyse qui accompagne chaque lot, il porte d'une part sur les critères botaniques qui définissent l'HE (nom latin, parties utilisées, CT, mode d'extraction) et d'autre part sur les caractéristiques physico-chimiques suivantes retrouvées aussi bien dans la Ph.E que dans les normes AFNOR (73) :

- la densité relative d'une HE se définit par le rapport de la masse d'un volume donné de l'HE, sur la masse d'un même volume d'eau distillée. Ce procédé de réalisation se retrouve dans la norme **NF ISO 279** (98) et dans la Ph.E au paragraphe **2.2.5** (76).

- la réfraction est la déviation que subit un rayon lumineux en passant d'un milieu optique (par exemple l'air) à un autre (représenté ici par l'HE). Ce procédé de réalisation se retrouve dans la norme **NF ISO 280** (99) et dans la Ph.E au paragraphe **2.2.6** (76).

- le pouvoir rotatoire est la capacité des molécules à provoquer une rotation du plan de polarisation lorsqu'elles sont traversées par un faisceau de lumière polarisée plan. Cette rotation peut être orientée vers la droite (dextrogyre (+)) ou la gauche (lévogyre (-)). Ce procédé de réalisation se retrouve dans la norme **NF ISO 592** (100) et dans la Ph.E au paragraphe **2.2.7** (76).

- chaque HE d'*Eucalyptus* sp., ayant sa propre densité, son propre indice de réfraction « n » ainsi que son propre angle de rotation, cela permet de vérifier que cette dernière est conforme aux normes. Ainsi, toute modification importante de ces paramètres indique que l'HE a été transformée donc qu'elle n'est pas 100 % pure ni naturelle.

- **CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES HE D'EUCALYPTUS SP.** : les caractéristiques physico-chimiques propres aux HE d'*Eucalyptus* sp. (visibles dans la monographie de la Ph.E et dans la norme NF T75-225 pour l'HE d'*E. globulus* ; visibles dans les normes NF ISO 3065 et NF ISO 3044 respectivement pour l'HE d'*E. radiata* et de *C. citriodora*) permettent de vérifier leur qualité. Au travers du Tableau 5, nous pouvons observer que toutes les caractéristiques des HE composant les différents lots du laboratoire Cosbionat (certificat d'analyse en Annexes 1, 2 et 3) sont conformes et donc commercialisables en officine. Cependant, ces analyses physiques, à elles seules, ne permettent pas de détecter toutes les falsifications. Les analyses organoleptiques doivent aussi intervenir et donc être prises en considération si cela s'avère nécessaire.

**Tableau 5** : caractéristiques physico-chimiques des HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora*

Caractéristiques physico-chimiques de l'HE d' <i>E. globulus</i>	EXEMPLE DU LOT 18K018 (Annexe 1)
-Densité : 0,905 à 0,925 (NF T75-225) et 0,906 à 0,927 (Ph.E) -Indice de réfraction : 1,457 à 1,475 (NF T75-225) ; 1,458 à 1,470 (Ph.E) -Pouvoir rotatoire : + 2 ° à + 8 ° (NF T75-225) ; 0 ° à + 10 ° (Ph.E)	-Densité : 0,9174 -Indice de réfraction : 1,4650 -Pouvoir rotatoire : + 5,2 °
Caractéristiques physico-chimiques de l'HE d' <i>E. radiata</i>	EXEMPLE DU LOT 19B008 (Annexe 2)
-Densité : 0,906 à 0,928 (NF ISO 3065) -Indice de réfraction : 1,457 à 1,465 (NF ISO 3065) -Pouvoir rotatoire : 0 ° à + 5 ° (NF ISO 3065)	-Densité : 0,9177 -Indice de réfraction : 1,4633 -Pouvoir rotatoire : + 1 °
Caractéristiques physico-chimiques de l'HE de <i>C. citriodora</i>	EXEMPLE DU LOT 18J010 (Annexe 3)
-Densité : 0,860 à 0,870 (NF ISO 3044) (0,860 à 0,880 pour le projet de révision de la norme (101)) -Indice de réfraction : 1,450 à 1,456 (NF ISO 3044) (1,450 à 1,460 : pour le projet de révision de la norme (101)) -Pouvoir rotatoire : - 1 ° à + 3 ° (NF ISO 3044) (pas de changement dans le projet de révision de la norme (101))	-Densité : 0,8761 -Indice de réfraction : 1,4568 -Pouvoir rotatoire : + 0,8 °

## \*Caractéristiques organoleptiques

Nous venons de voir qu'avant toute commercialisation en aromathérapie, il convient de vérifier les caractéristiques physico-chimiques. Cependant, il est aussi nécessaire de vérifier les caractéristiques organoleptiques des HE d'*Eucalyptus* sp. (74) :

- aspect : les HE d'*Eucalyptus* sp. sont liquides et volatiles à température ambiante ce qui les différencie des huiles dites « fixes » (huiles végétales d'amande douce...) (82). Ainsi, contrairement aux huiles grasses « fixes », ces HE sont volatiles donc non grasses, ce qui explique leur caractère odorant et leur entraînement par la vapeur d'eau pour leur extraction (36).

- couleur : ces HE sont généralement incolores à jaune pâle. Les couleurs seront comparées par rapport aux couleurs des témoins (36).

- odeur : ces HE sont très odorantes. Tout professionnel sait reconnaître une HE en la sentant afin d'éliminer les contrefaçons évidentes (73).

- chaque HE d'*Eucalyptus* sp. ayant son propre aspect, sa propre couleur et sa propre odeur, toute modification importante de ces caractéristiques indique que l'HE a été transformée donc qu'elle n'est pas 100 % pure ni naturelle.

- **CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DES HE D'EUCALYPTUS SP.** : les caractéristiques organoleptiques propres aux HE d'*Eucalyptus* sp. (visibles dans la monographie de la Ph.E et dans la norme NF T75-225 pour l'HE d'*E. globulus* ; visibles dans les normes NF ISO 3065 et NF ISO 3044 respectivement pour l'HE d'*E. radiata* et *C. citriodora*) permettent aussi de vérifier leur qualité. Au travers du Tableau 6, nous pouvons observer que toutes les caractéristiques des HE composant les différents lots du laboratoire Cosbionat (certificat d'analyse en Annexe 1, 2 et 3) sont conformes et donc commercialisables en officine.

**Tableau 6** : caractéristiques organoleptiques des HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora*

CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES de l'HE d' <i>E. globulus</i>	EXEMPLE DU LOT 18K018 (Annexe 1)
-Odeur : aromatique avec une odeur caractéristique de 1,8-cinéole (NF T75-225) -Aspect : liquide limpide (NF T75-225) -Couleur : couleur jaune à jaune pâle (NF T75-225)	-Odeur : caractéristique -Aspect : liquide limpide -Couleur : jaune pâle
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES de l'HE d' <i>E. radiata</i>	EXEMPLE DU LOT 19B008 (Annexe 2)
-Odeur : caractéristique du 1.8-cinéole (NF ISO 3065) -Aspect : liquide limpide (NF ISO 3065) -Couleur : incolore, de couleur jaune à jaune pâle (NF ISO 3065)	-Odeur : caractéristique -Aspect : liquide limpide -Couleur : incolore
CARACTÉRISTIQUES ORGANOLEPTIQUES de l'HE de <i>C. citriodora</i> (NF ISO 3044) (pas de changement dans le projet de révision)	EXEMPLE DU LOT 18J010 (Annexe 3)
-Odeur : caractéristique, rappelant celle du citronellal -Aspect : liquide limpide -Couleur : presque incolore, de jaune pâle à jaune verdâtre	-Odeur : caractéristique -Aspect : liquide limpide -Couleur : jaune pâle

Nous venons de voir les caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques définissant les critères de qualité des HE d'eucalyptus. Ces critères propres à chaque HE permettent de déceler si ces dernières sont pures et naturelles, mais ils ne permettent pas de donner la composition de l'HE. Dès lors, la composition biochimique propre à l'HE sera déterminée par des analyses chromatographiques. Ces analyses sont importantes pour la qualité du produit fini car de la composition biochimique découle l'utilisation en thérapeutique. Les résultats de la CPG devront donc être présents dans le certificat d'analyse de chaque lot HE d'*Eucalyptus* sp.

### 2.2.2.2- Profil chromatographique des HE d'*Eucalyptus* sp.

Il existe de nombreuses analyses chromatographiques qui permettent d'identifier la composition d'une HE et son éventuelle falsification : CPG ou chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM et CL/SM), chromatographie sur couche mince, spectrophotométrie UV (dans le cas des essences d'agrumes). Cependant, compte tenu de la volatilité des constituants, la méthode la plus adaptée pour l'analyse chromatographique des HE est la CPG/SM (82).

La CPG/SM, est une méthode sophistiquée qui permet de séparer et de quantifier les différentes molécules contenues dans les HE d'*Eucalyptus* sp. y compris celles qui sont à l'état de traces grâce à la grande sensibilité de cette technique. Cette analyse est donc un gage de qualité dans la mesure où elle fournit une estimation des teneurs des différents composés contenus dans l'HE d'eucalyptus analysée en la comparant avec sa composition « témoin ».

En effet, grâce à la CPG, nous obtenons un chromatogramme présentant plusieurs pics. Un pic correspond à un temps de rétention, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'injection de l'échantillon de l'HE d'*Eucalyptus* sp. et l'apparition du signal. Chaque temps de rétention, donc chaque pic, sera comparé au témoin standard se trouvant dans la base de données du logiciel. Ainsi, à chaque pic va correspondre une molécule aromatique bien spécifique. De ce fait, l'ensemble du chromatogramme permet de déterminer un profil biochimique propre à chaque HE d'*Eucalyptus* sp. Le spectromètre de masse couplé à la CPG permet de quantifier les molécules et ainsi obtenir la composition quantitative de l'HE d'*Eucalyptus* sp. (74).

Les résultats de cette analyse pourront être de deux types (70) :

- échantillon conforme à la chromatographie du témoin : HE retenue
- échantillon non conforme à la chromatographie du témoin : HE non retenue. Cela peut signifier qu'il y a eu fraude ou bien que les composants recherchés n'atteignent peut-être pas les normes établies par la Ph.E.

Ces analyses permettent donc de mettre en évidence la qualité de l'HE d'*Eucalyptus* sp. qui doit être 100 % pure (pas de mélange d'HE, même origine), naturelle (pas de traces de solvants, molécules de synthèse ...) et totale (toutes les molécules sont recueillies lors de la distillation sans modifications ultérieures). Elles mettent également en exergue l'identité de l'HE avec son CT.

Comme toutes les autres analyses (physiques, chimiques, organoleptiques), ces méthodes d'analyses se retrouvent dans de nombreuses normes et font aussi l'objet de monographies, notamment dans la Ph.E au paragraphe 2.2.28 (76). Voici les normes rencontrées :

- les directives générales concernant l'élaboration des profils chromatographiques se trouvent dans la norme **NF ISO 11024-1**, et celles concernant l'utilisation des profils chromatographiques des échantillons d'HE se trouvent dans la norme **NF ISO 11024-2**.

- les directives concernant les méthodes d'analyse des HE par diverses chromatographies se trouvent dans les normes suivantes : la norme **NF ISO 22972** évoque l'analyse des HE par CPG sur colonne capillaire chirale ; la norme **ISO 7359** évoque l'analyse des HE par CPG sur colonne remplie ; la norme **ISO 7609** évoque, quant à elle, l'analyse des HE par CPG sur colonne capillaire ; pour finir la norme **ISO 8432** évoque l'analyse des HE par chromatographie liquide sous pression.

- le respect de ces normes et de ces monographies est primordial afin de garantir la qualité de l'HE d'*Eucalyptus* sp. en usage thérapeutique. Le Tableau 7 regroupe le profil chromatographique des HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora*.

**- PROFILS CHROMATOGRAPHIQUES DES HE D'*EUCALYPTUS* SP. :**

- comme vu précédemment, l'HE d'*E. globulus* possède une monographie élaborée par la Ph.E, mais aussi par l'*European Scientific Cooperative On Phytotherapy* (ESCOP) ainsi que des normes. Le Tableau 7 regroupe le pourcentage limite des constituants de l'HE selon les différentes monographies rencontrées et le profil chromatographique du lot 18K018 d'HE d'*E. globulus* du laboratoire Cosbionat (Annexe 1). D'après la Ph.E, l'HE d'*E. globulus* doit contenir au minimum 70 % de cinéole ; si elle n'est pas dans les normes, elle ne pourra pas être vendue en pharmacie. Cependant, comme nous le voyons dans ce tableau, il s'avère que l'HE ne satisfait pas à la Ph.E. pourtant elle se trouve en vente en pharmacie.

- le Tableau 7 regroupe aussi le pourcentage limite des constituants de l'HE d'*E. radiata* selon la norme française NF ISO 3065 ainsi que le profil chromatographique du lot 19B008 d'HE d'*E. radiata* du laboratoire Cosbionat (Annexe 2). Grâce à ce tableau, nous voyons donc que ce lot satisfait à la norme AFNOR quant à sa composition sauf pour le taux du 1,8-cinéole qui est un peu plus faible. Cependant, cette norme n'étant pas obligatoire, l'HE peut donc être commercialisée.

- pour finir, le Tableau 7 regroupe également le pourcentage limite des constituants de l'HE de *C. citriodora* selon le projet de révision de la norme française PR NF ISO 3044 ainsi que le profil chromatographique du lot 18J010 d'HE de *C. citriodora* du laboratoire Cosbionat (Annexe 3). Grâce à ce tableau, nous voyons donc que ce lot satisfait pratiquement aux normes de l'AFNOR quant à sa composition. En effet, le taux de citronellal n'est pas assez élevé pour la norme AFNOR. Cependant, cette norme n'est pas une norme d'application obligatoire, l'HE peut donc être commercialisée.

**Tableau 7** : profils chromatographiques des HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora*

HE d' <i>E. globulus</i>					
	Ph.E.	ESCOP	NF T75-225	ISO 770	LOT 18K018
1,8-cinéole	> 70 %	> 70 %	> 58 %	> 60 %	64,22 %
globulol			0,5 - 1,5 %	0,5 - 1,5 %	0,92 %
limonène	0,05 - 15 %	4 - 12 %	1 - 8 %	1 - 8 %	0,12 %
$\alpha$ -pinène	0,05 - 10 %	2 - 8 %	10 - 22 %	10 - 22 %	17,27 %
$\beta$ -pinène	0,05 - 1,5 %	< 0,5 %			0,40 %
$\alpha$ -phellandrène	0,05 - 1,5 %	< 1,5 %			0,12 %
sabinène	< 0,3 %				-
<i>p</i> -cymène			1 - 5 %	1 - 2 %	1,77 %
<i>trans</i> -pinocarvéol				1 - 6 %	2,74 %
aromadendrène			1 - 5 %	0,5 - 10 %	2,66 %
camphre	< 0,1 %	< 0,1 %			-
HE d' <i>E. radiata</i>			HE de <i>C. citriodora</i>		
	NF ISO 3065	LOT 19B008		PR NF ISO 3044	LOT 18J010
1,8-cinéole	80 - 85 %	71,314 %	citronellal	75 - 85 %	64,14 %
limonène	0,1 - 12 %	6,444 %	néo-isopulégol + isopulégol	5 - 10 %	5,14 %
$\alpha$ -pinène	0,1 - 9 %	2,365 %	citronellol	3 - 10 %	8,84 %
$\beta$ -pinène	< 1,5 %	0,663 %	acétate de citronellyle	0,1 - 2 %	1,58 %
sabinène	< 2 %	0,640 %	1,8-cinéole	0,5 - 3 %	2,63 %
$\alpha$ -phellandrène	< 1,5 %	0,570 %			
<i>p</i> -cymène	0,5 - 4 %	0,675 %			
camphre	< 0,1 %	-			
camphène	< 0,2 %	-			
$\alpha$ -terpinéol	< 12 %	9.751 %			

Nous venons donc de voir les profils chromatographiques des HE d'*Eucalyptus* sp. qui s'inscrivent dans le certificat d'analyse (Annexes 1, 2 et 3) afin de certifier la qualité de l'HE. Le certificat d'analyse propre à chaque lot d'HE d'*Eucalyptus* sp. contient donc les éléments suivants que nous avons déjà abordés : les **critères botaniques, physico-chimiques, organoleptiques** qui définissent l'HE et le **profil chromatographique** (74).

### **2.2.2.3- Caractéristiques du conditionnement des HE d'*Eucalyptus* sp.**

#### **\*Stockage et conservation**

Nous venons de voir les **trois critères de qualité du produit fini (critères physico-chimiques, organoleptiques et chromatographiques)** qui garantissent la qualité et la sécurité d'utilisation d'une HE d'*Eucalyptus* sp. employée en thérapeutique. Intéressons-nous maintenant aux caractéristiques de stockage et de conservation des HE d'*Eucalyptus* sp. afin de garantir leur qualité et leur fiabilité d'emploi dans le temps en thérapeutique.

Il est à noter que les HE d'*Eucalyptus* sp. sont relativement instables et peuvent subir de nombreuses dégradations. Ainsi, il est important de les protéger par un conditionnement adapté afin de garantir leur qualité dans le temps permettant ainsi leur commercialisation.

- **MATÉRIAUX DU CONTENANT** : les HE d'*Eucalyptus* sp. peuvent réagir avec certains matériaux plastiques. Ainsi, afin d'éviter toute interaction contenant/contenu, donc afin d'éviter toute dégradation éventuelle de l'HE qui altérerait ses propriétés thérapeutiques, il convient d'utiliser des flacons propres et secs en acier inoxydable, en aluminium ou en verre par exemple (82). De plus, une HE vieillit, s'oxyde et se polymérise, ce qui entraîne une modification des caractéristiques organoleptiques : modification de la couleur, de la fluidité, de l'odeur... (36). Ces dégradations interviennent d'autant plus si les HE d'*Eucalyptus* sp. ne sont pas conservées à l'abri de l'air et de la lumière. Par conséquent, afin d'avoir une bonne conservation dans le temps, cela contraint d'une part à une éviction de la lumière par des flacons teintés (brun ou bleu) et d'autre part à une éviction de l'air par des flacons fermés hermétiquement (82). L'espace libre entre l'HE et le bouchon sera rempli d'azote ou d'un autre gaz inerte (82). De plus, tout comme le flacon, son bouchon doit être inerte vis-à-vis de l'HE. Il est donc métallique ou en plastique neutre mais pas en liège sauf s'il est traité et que la preuve de l'inertie vis-à-vis des HE est fournie (70). Parfois, le flacon est associé à un compte-goutte en verre afin de réaliser des dosages précis (70).

- **DURÉE MAXIMALE DE CONSERVATION** : l'HE d'*Eucalyptus* sp. se conserve environ deux à trois ans, à l'abri de la lumière, de l'air et dans un endroit à température modérée, inférieure à 30 °C afin d'éviter toute inflammation et toute dégradation précipitée. Il faut savoir que, dans tous les cas, l'HE va vieillir et que le temps modifie ses propriétés. Au fil du temps, elle devient donc moins active d'un point de vue thérapeutique (70).

- **NORMES ET PHARMACOPÉE EUROPÉENNE** : tout comme pour les autres caractéristiques, il existe des normes spécifiques qui fixent les règles de l'emballage, du conditionnement et du stockage des HE d'*Eucalyptus* sp. Cela se fait notamment à travers la norme **NF T 75-001** (102). Dans la Ph.E, il est simplement notifié que la conservation de l'HE doit se faire « en récipient étanche, bien rempli, à l'abri de la lumière » (76).

## \*Étiquetage

Nous venons de voir les règles de conservation et de stockage de l'HE d'*Eucalyptus* sp. au travers de son conditionnement. Il y a un autre aspect à ne pas négliger concernant le conditionnement (primaire ou secondaire), c'est l'étiquetage qui sera appliqué (70).

Tout comme pour le stockage et la conservation, il existe une norme spécifique qui fixe les règles de l'étiquetage<sup>67</sup> et de marquage<sup>68</sup> des récipients des HE d'*Eucalyptus* sp. Cela se fait notamment à travers la norme **NF T 75-002** (103) et à travers le paragraphe étiquetage de la Ph.E. Ainsi, pour choisir une HE de qualité, l'étiquette est indispensable, obligatoire et doit comprendre certains éléments.

- **SPECIFICITÉ DE L'ÉTIQUETAGE OU DU MARQUAGE** : en pharmacie, les flacons sont généralement de petites tailles. Dans ce cas, nous parlons d'étiquetage et non de marquage de flacon. L'étiquetage des flacons d'HE d'*Eucalyptus* sp. doit être facilement compréhensible, lisible et l'inscription doit être indélébile. De plus, l'étiquetage ne doit pas être dissimulé par d'autres indications ou images, il ne doit ni induire l'acheteur en erreur ni afficher des effets que l'HE ne possède pas.

- **MENTION A ÉTIQUETER OU MARQUER** : afin d'éviter toute confusion et garantir la qualité de l'HE d'*Eucalyptus* sp., l'étiquetage du conditionnement primaire (le flacon) et secondaire (l'emballage) doit porter de nombreuses mentions. Les principales mentions sont les suivantes (74) :

- la dénomination commerciale de l'HE en français ainsi que la dénomination scientifique en latin de la plante afin d'éviter toute confusion.

- la partie de la plante dont est extraite l'HE soit l'organe producteur. En effet, nous avons vu précédemment que selon la partie de la plante utilisée, nous obtenons des HE de compositions biochimiques différentes, ce qui explique la variété des propriétés des HE obtenues.

- le pays d'origine de la plante. Nous avons vu que suivant l'environnement nous n'obtenons pas les même HE en matière de composition, ce qui peut aboutir à des CT différents. Si un CT est présent, il faudra le rajouter sur l'étiquette.

- le nom et les coordonnées du fabricant ou du distributeur.

- le mode d'extraction.

- le pourcentage du principal constituant lorsque l'utilisation thérapeutique de l'HE en dépend.

- le numéro de lot et/ou la date de fabrication. Cela permet de retrouver les informations utiles sur l'origine et le mode d'obtention de l'HE.

- le mode de culture et de labellisation : label « AB » ou « BIO » par exemple, mention « 100 % pure et naturelle » ...

- la contenance du flacon et la date de péremption qui est la date limite d'utilisation de l'HE soit la date jusqu'à laquelle l'HE conserve ses propriétés thérapeutiques.

- si l'emploi de l'HE comporte des dangers, il est important que les symboles représentant les dangers apparaissent sur le conditionnement afin de sécuriser l'emploi de l'HE.

Pour plus de clarté, ces mentions sont visibles sur le conditionnement secondaire d'une HE de *C. citriodora* vendue en officine à la Figure 36.

---

<sup>67</sup> **Étiquetage** : procédé qui permet d'identifier et de caractériser le contenu d'un récipient, au moyen d'une étiquette, d'un document accolé, d'un écriteau, etc., qui ne fait pas partie intégrante du récipient (103)

<sup>68</sup> **Marquage** : procédé qui permet d'identifier et de caractériser le contenu d'un récipient au moyen d'une marque, d'un signe, d'une image, qui fait partie intégrante du récipient (103)

## **2.2.3- Réglementation des HE d'*Eucalyptus* sp. en vue de leur commercialisation**

### **2.2.3.1- Normes et labels, un gage de qualité**

Les normes et les labels sont un gage de qualité dans la mesure où ils vont permettre de définir précisément les HE d'*Eucalyptus* sp. Voyons tout d'abord les normes.

#### **\*Normes**

Du fait de la grande variabilité des HE, les normes permettent de les définir mais ne précisent pas leurs propriétés thérapeutiques. La France et l'Europe ont fixé des références générales destinées aux industriels concernant les HE : ces normes françaises ont été élaborées en coopération avec les syndicats de professionnels, la Pharmacopée et l'État français afin qu'elles constituent une référence technique. Nous en avons vu plusieurs précédemment, elles sont répertoriées dans le tableau ci-dessous (Tableau 8) :

**Tableau 8** : récapitulatif des normes applicables aux HE en France

<b>DENOMINATION DE LA NORME (Normes NF EN ISO et Ph.E)</b>		<b>CARACTÉRISTIQUES</b>
<b>IDENTIFICATION</b>		
NF EN ISO 9235		Matières premières aromatiques naturelles - Vocabulaire
NF ISO 4720		Liste des noms botaniques des plantes utilisées pour la fabrication des HE dans le but d'harmoniser leur nomenclature
NF EN ISO 3218		Principes de nomenclature des HE
<b>CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES</b>		
NF ISO 279	Paragraphe 2.2.5	Densité
NF ISO 280	Paragraphe 2.2.6	Réfraction
NF ISO 592	Paragraphe 2.2.7	Pouvoir rotatoire
<b>CARACTÉRISTIQUES CHROMATOGRAPHIQUES</b>		
NF ISO 11024-1 NF ISO 11024-2	Paragraphe 2.2.28	Directives générales concernant l'élaboration des profils chromatographiques et directives générales concernant l'utilisation des profils chromatographiques des échantillons d'HE
NF ISO 22972 ISO 7359 ISO 7609 ISO 8432		Analyse des HE par CPG sur colonne capillaire chirale Analyse des HE par CPG sur colonne remplie Analyse des HE par CPG sur colonne capillaire Analyse des HE par chromatographie liquide
<b>CARACTÉRISTIQUES DE STOCKAGE ET D'ÉTIQUETAGE</b>		
NF T 75-001	Paragraphe « conservation » des HE	Les règles de l'emballage, du conditionnement et du stockage des HE
NF T 75-002	Paragraphe « étiquetage » des HE	Les règles de l'étiquetage et de marquage des conditionnements des HE

## \*Labels

Nous avons vu précédemment que la qualité d'une HE découle de son mode de culture : la culture biologique est actuellement le minimum requis en aromathérapie médicale. Ce mode de culture est certifié par un **label officiel** (Tableau 9), le label « BIO ». Cependant, certains laboratoires utilisent des **labels de qualité officiels** qui leur sont propres (Tableau 9) (73).

**Tableau 9** : récapitulatif des labels officiels et officiels

DÉNOMINATION DU LABEL	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
<b>LABELS OFFICIELS : décernés par des organismes indépendants</b>	
LABEL « AB »	Propriété du Ministère de l'agriculture : garantit le mode de culture
LABEL « BIO »	Norme « CE 834/2007 » : sans pesticides, herbicides, engrais chimiques pour garantir le mode de culture
<b>LABELS OFFICIEUX</b>	
LABEL HEBBD	HE Botaniquement et Biochimiquement Définie : dénomination botanique scientifique, CT, pays d'origine, organe producteur de la plante, extraction de qualité
LABEL HECT	HE ChémoTypées : dénomination botanique scientifique, CT, origine géographique, pays d'origine, organe producteur de la plante, extraction de qualité

**- Dénomination :**

- commerciale
- scientifique

**- Labels :**

- « AB »
- « BIO »
- « HEBBD »
- « HECT »

**- Précautions d'emploi**

**- Contenance du flacon**

**- Nom et coordonnées du laboratoire**

**Figure 36** : étiquetage du conditionnement secondaire d'une HE de *C. citriodora* vendue en pharmacie (96)

### 2.2.3.2- HE d'*Eucalyptus* sp. et vente en l'état en pharmacie

Nous venons de voir un certain nombre de normes et de labels qui garantissent l'usage thérapeutique des HE d'*Eucalyptus* sp. De nos jours, malgré ces normes et ces labels, les HE ne sont quasiment plus réglementées et peuvent donc être retrouvées aussi bien en officine, qu'en parapharmacie, que dans des magasins non dédiés à la santé comme des magasins BIO. En revanche, le pharmacien étant un professionnel de santé, il se doit, bien évidemment, de vendre des produits dont la qualité est irréprochable en vue d'une utilisation en thérapeutique. Le pharmacien ne peut donc pas vendre n'importe quelle HE d'*Eucalyptus* sp. dans son officine. Ce doit être d'une part des HE de qualité et d'autre part des HE qui ont été autorisées à la vente en l'état en officine.

Afin d'encadrer la commercialisation des HE, nous disposons de lois et de décrets qui définissent le monopole pharmaceutique. Il existe notamment une liste d'HE qui, en raison de leur toxicité, ne peuvent être délivrées que par un pharmacien exerçant dans une officine (82). Ces dernières sont donc interdites à la vente publique. Elles sont encadrées par les articles **L3322-5** (104) et **L4211-1** (105) ainsi que par l'article **D4211-13** (106) du code de la santé publique (107).

Les HE d'*Eucalyptus* sp. n'étant pas concernées par ces réglementations, elles peuvent être vendues aussi bien en pharmacie, qu'en parapharmacie que dans des commerces non dédiés à la santé. Le pharmacien pourra donc les vendre en l'état dans son officine mais il se doit de vendre des HE de qualité irréprochable en vue d'une utilisation en thérapeutique. Comme nous l'avons vu, cette qualité passe par des critères spécifiques de qualité concernant aussi bien :

- la matière première d'*Eucalyptus* sp. : avec la qualité de la matière première d'*Eucalyptus* sp., avec la qualité du procédé d'obtention et avec la qualité de l'équipement
- le produit fini soit l'HE d'*Eucalyptus* sp. : avec les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de l'HE d'*Eucalyptus* sp., avec les caractéristiques chromatographiques de l'HE d'*Eucalyptus* sp. ainsi qu'avec les caractéristiques du conditionnement de l'HE d'*Eucalyptus* sp.

Dans la partie 2.2., nous avons donc abordé les généralités afin de comprendre ce qu'est une HE et plus particulièrement une HE de qualité. Tout au long de cette partie, nous avons vu que les HE d'*Eucalyptus* sp. disposent de nombreux paramètres qui entrent en ligne de compte dans des compositions qui leur sont propres. Cette composition biochimique conditionnera d'une part les propriétés thérapeutiques de l'HE et d'autre part les toxicités éventuelles de cette dernière. Il est donc nécessaire de bien connaître ces HE afin de les utiliser à bon escient sans risque d'apparition d'effets secondaires. Aussi, nous allons maintenant détailler les propriétés et les toxicités des HE d'*Eucalyptus* sp. à travers leur composition biochimique ainsi que leurs différentes voies d'administration.

## **2.3- Étude de l'HE d'*Eucalyptus globulus***

Nous venons de voir que l'extraction des HE conditionne leurs caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques et biochimiques. Ces caractéristiques sont encadrées, en France, par différentes normes et réglementations élaborées par différents organismes :

- les Pharmacopées européenne et française élaborent de nombreuses monographies aussi bien sur les plantes médicinales que sur leurs HE... Parmi les trois HE d'eucalyptus faisant l'objet de cette thèse, seule celle d'*E. globulus* y est représentée.

- l'ESCOP est une société qui, tout comme les Pharmacopées, élabore des monographies sur les plantes médicinales. Le but de cette société est de faire progresser les connaissances scientifiques en phytothérapie et d'aider à harmoniser le statut réglementaire des plantes médicinales au niveau européen. Seule la monographie de l'HE d'*E. globulus* y est présente.

- l'Agence Européenne du Médicament (EMA) est une agence qui a de nombreuses missions (évaluation scientifique des demandes d'autorisation de mise sur le marché des médicaments européens ; pharmacovigilance<sup>69</sup> une fois les médicaments mis sur le marché...). La mission qui nous intéresse dans notre cas est la suivante : élaboration de monographies relatives aux plantes réalisée par l'*Herbal Medicinal Products Committee* (HMPC) (créé au sein de l'EMA en 2004). L'HMPC se base sur l'évaluation de données scientifiques (usage bien établi par des études scientifiques) et/ou sur la reconnaissance d'un usage historique (usage traditionnel) afin de compiler et d'évaluer les différentes propriétés des HE, ce qui permet une approche harmonisée au niveau européen. Dès lors, la reconnaissance officielle des propriétés thérapeutiques des HE est visible au travers de monographies au sein desquelles sont précisées des indications thérapeutiques, des posologies, ainsi que des précautions d'emploi (PE). Seule la monographie de l'HE d'*E. globulus* y est présente.

- normes françaises : nous avons vu au cours de cette thèse de nombreuses normes sur les HE aussi bien en ce qui concerne leur dénomination botanique, leur étiquetage, que leur conservation. Il existe aussi des normes pour leurs spécifications physiques, chimiques et chromatographiques : pour l'HE d'*E. globulus*, NF T 75-225 (108), ISO 770 (109) ; pour l'HE d'*E. radiata*, NF ISO 3065 (110) ; pour l'HE de *C. citriodora*, NF ISO 3044 (101,111).

Grâce à ces différents organismes, nous disposons de monographies ainsi que de normes : l'HE d'*E. globulus* étant très documentée, nous l'étudierons en première.

### **2.3.1- Principales molécules de l'HE d'*E. globulus***

Nous avons vu précédemment que la composition biochimique d'une HE est définie lors de l'analyse par CPG/SM. Nous savons aussi que, de cette composition, découlent des propriétés thérapeutiques spécifiques et des effets toxiques variables. Il est donc tout à fait naturel de s'attarder maintenant sur les principales molécules rencontrées dans l'HE d'*E. globulus*. Nous aborderons donc, dans un premier temps, les molécules qui constituent l'HE d'*E. globulus* afin de connaître cette médecine naturelle qu'est l'aromathérapie. Dans un second temps, les propriétés thérapeutiques qui proviennent des molécules seront étudiées avec l'appui d'études scientifiques.

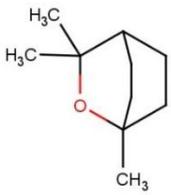
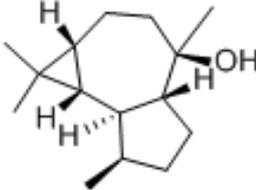
---

<sup>69</sup> Pharmacovigilance : branche des sciences médicales qui a trait à la surveillance des effets indésirables des médicaments, ainsi qu'aux connaissances, aux méthodes et aux moyens nécessaires à la mise en œuvre de cette surveillance (6)

Les composants principaux qui caractérisent l'HE d'*E. globulus* sont les suivants : le 1,8-cinéole (oxyde monoterpénique) présent en quantité importante dans l'HE et le globulol (sesquiterpénol) présent quant à lui à l'état de traces (il indique le tropisme pulmonaire de l'HE) (Tableau 10). Par exemple, le lot 18K018 d'HE d'*E. globulus* (Annexe 1) contient 64,22 % d'1,8-cinéole et 0,92 % de globulol.

Il existe d'autres dérivés terpéniques présents en petites quantités : monoterpènes ( $\alpha$ - et  $\beta$ -pinène, limonène, *p*-cymène,  $\alpha$ -phellandrène...), monoterpénols ( $\alpha$ -terpinéol, terpinène-4-ol, *trans*-pinocarvéol...), sesquiterpènes (aromadendrène...), cétones (*trans*-pinocarvone...)...(Annexe 1) (47,112).

**Tableau 10** : structure chimique des deux composants principaux de l'HE d'*E. globulus* (113,114)

1,8-cinéole (oxyde monoterpénique)	globulol (sesquiterpénol)
 <p style="text-align: right;"><math>C_{10}H_{18}O</math></p>	 <p style="text-align: right;"><math>C_{15}H_{26}O</math></p>

## 2.3.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d'*E. globulus*

Nous venons de voir que le composant caractéristique majoritaire de l'HE d'*E. globulus* est le 1,8-cinéole. Cependant, les propriétés thérapeutiques de l'HE ne dépendent pas uniquement de ce constituant mais de l'ensemble de ces derniers. C'est cette synergie, soit l'HE naturelle et totale, qui donne les vertus thérapeutiques (mais aussi toxiques), bien supérieures au 1,8-cinéole seul (115). Voyons donc les propriétés thérapeutiques de l'HE d'*E. globulus* au travers de sa composition.

### 2.3.2.1- Propriétés principales

De nombreuses recherches ont permis de démontrer la puissance d'action de cette HE au niveau respiratoire : action antiseptique<sup>70</sup> des voies respiratoires basses ; action décongestionnante pulmonaire<sup>71</sup> et expectorante<sup>72</sup>. Nous voyons donc que l'HE agit en priorité sur les bronches, intervenant pour soigner les pathologies des voies respiratoires basses aussi appelées pathologies broncho-pulmonaires. Elle possède donc un tropisme pulmonaire. (36).

Dans une moindre mesure, cette HE est antivirale, antifongique, mucolytique<sup>73</sup>, broncho-dilatatrice et anti-inflammatoire au niveau des voies respiratoires basses, antalgique et anti-inflammatoire locale, insecticide... (92,115,116).

<sup>70</sup> Antiseptique : lutte contre les germes de la peau et des muqueuses (6)

<sup>71</sup> Décongestionnant pulmonaire : une congestion est un excès d'afflux sanguin dans un organe ou une inflammation ou une irritation d'un organe. Ainsi, une congestion pulmonaire désigne en pneumologie une inflammation du tissu pulmonaire (6)

<sup>72</sup> Expectorant : fluidifiant bronchique facilitant l'expectoration des sécrétions produites par les voies respiratoires inférieures (trachée, bronches, alvéoles pulmonaires) (6)

<sup>73</sup> Mucolytique : substance qui dissout, fluidifie le mucus pour faciliter l'expectoration des sécrétions bronchiques (6)

## \*Infectiologie

Parmi les nombreuses propriétés de cette HE, celle qui est la plus documentée est l'action anti-infectieuse qui passe notamment par une puissante **activité antiseptique au niveau pulmonaire** (8) et une puissante activité d'**assainissant atmosphérique** (112). Dans une moindre mesure, l'HE est aussi antivirale, antifongique ainsi que cicatrisante via son action antiseptique (95).

- **OBSERVATION** : nous avons vu précédemment que les forêts d'eucalyptus sont des forêts dites « sans ombre » en raison de leurs feuilles pendantes qui n'arrêtent pas la lumière du soleil. Dès lors, une forêt d'eucalyptus est peu propice au peuplement végétal (9). De plus, il a été remarqué que rien ne pousse sous les eucalyptus, cela est dû à la quasi-absence de bactéries, ces dernières ayant été éliminées. Ainsi, les processus biologiques liés à la germination dans lesquels les bactéries prennent une part importante sont stoppés, de sorte qu'aucune plante ne parvient à s'installer. Le sol reste ainsi nu sous les feuilles tombées de l'arbre. En conclusion, il ne fait aucun doute que la multitude de germes pathogènes qui encombrant nos sinus et nos voies respiratoires subissent le même sort (56).

- **ACTIVITÉ ANTISEPTIQUE SUR LES BACTÉRIES** : les **vertus antiseptiques** de l'HE ont été établies par des tests *in vitro*<sup>74</sup> sur une multitude de germes :

- action démontrée sur des bactéries Gram<sup>75</sup> négatif : *Escherichia coli* qui provoque des infections des voies urinaires inférieures (117), *Haemophilus influenzae* qui provoque des infections des voies respiratoires (118), *Stenotrophomonas maltophilia* qui provoque des infections nosocomiales<sup>76</sup> comme des pneumonies (118)...

- action démontrée sur des bactéries Gram positif, par exemple : *Staphylococcus aureus* qui donne notamment des infections de plaie en post-opératoire (117), *Streptococcus pneumoniae* qui peut provoquer des infections des voies respiratoires et Oto-Rhino-Laryngologiques (ORL) (118). Le tableau 11 ci-dessous, tiré de l'étude de Cermelli *et al* (118) permet de mettre en évidence les germes les plus sensibles pour cette HE.

- action démontrée sur des germes multirésistants<sup>77</sup> : inhibition marquée contre les bactéries multirésistantes telles que *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (119).

- action antibactérienne démontrée en association à une action cicatrisante grâce à la présence de 1,8-cinéole : cette HE est donc employée pour désinfecter les plaies et raccourcir le temps de cicatrisation (120).

**Tableau 11** : activité antibactérienne de l'HE d'*E. globulus* (118)

	<i>H. influenzae</i>	<i>S. maltophilia</i>	<i>S. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>
Concentration Minimale Inhibitrice <sup>78</sup> (CMI) (µL/mL)	1,25	1,25	25	50

<sup>74</sup> **In vitro** : expériences et recherches pratiquées au laboratoire, en dehors d'un organisme vivant (6)

<sup>75</sup> **Gram** : procédé de coloration des bactéries, servant à la différenciation de nombreuses espèces microbiennes. Les bactéries ayant pris une teinte rose sont dites Gram négatif ; celles qui restent colorées en violet sont dites Gram positif (6)

<sup>76</sup> **Nosocomiale** : infection contractée à l'hôpital et non directement liée à l'affection pour laquelle le malade est hospitalisé (6)

<sup>77</sup> **Germes multirésistants** : virus, bactérie qui ont une très grande résistance pharmacologique (6)

<sup>78</sup> **Concentration minimale inhibitrice** : concentration minimale de l'HE permettant d'inhiber le développement d'une colonie bactérienne (6)

- **ACTIVITÉ ANTIVIRALE** : des vertus antivirales légères de l'HE d'*E. globulus* ont été établies par des tests in vitro sur certains virus. Par exemple, la concentration de l'HE d'*E. globulus* qui inhibe 50 % de la croissance de l'*Herpès Simplex Virus-1* (HSV) (CI<sub>50</sub>) est de 55 µg/mL contrairement à celle de l'HE de *Tea tree* qui est de 2 µg/mL (121). L'HE d'*E. globulus* possède donc des vertus antivirales plus légères que celle de *Tea tree*. Concernant le HSV, il en existe deux sous-formes : HSV-1 responsable de l'herpès labial et HSV-2 responsable de l'herpès génital. Une fois contaminé par le virus HSV, il n'est pas possible d'en guérir totalement étant donné que celui-ci reste latent dans l'organisme. Dès lors, il peut se réactiver à tout moment à la suite d'un élément déclencheur (stress, fièvre, menstruations, fatigue...). C'est lors de cette phase de réactivation qu'il est possible de traiter les symptômes. Il a d'ailleurs été démontré que l' $\alpha$ -pinène et l' $\alpha$ -terpinéol possèdent le plus grand indice de sélectivité pour l'HSV-1 soit respectivement 17,8 et 18,2 contre 1,7 pour le 1,8-cinéole (121). Bien que tous les composants antiherpétiques de l'HE d'*E. globulus*, ne sont pas encore connus, cette dernière peut être utilisée comme agent antiviral dans le cas de cette infection.

- **ACTIVITÉ ANTIFONGIQUE** : en plus d'avoir une grande action antibactérienne et une légère action antivirale, l'HE d'*E. globulus* présente une action antifongique, soit une action sur divers champignons. L'action antifongique a d'ailleurs été démontrée sur *Candida albicans* qui peut notamment provoquer des mycoses<sup>79</sup> (candidose vaginale) (122). L'étude en question a utilisé deux souches de *Candida albicans* : CA1 qui est une souche sensible au fluconazole<sup>80</sup> et CA2 qui est une souche résistante au fluconazole. Cette étude a montré une activité anti-Candida quasi identique pour l'HE d'*E. globulus* et pour le fluconazole sur la souche CA1 et une activité supérieure de l'HE sur la souche CA2 (Tableau 12).

**Tableau 12** : CMI de l'HE d'*E. globulus* vis-à-vis de CA1 et CA2 (122)

	HE d' <i>E. globulus</i>	Fluconazole (Témoin positif)
CMI sur la souche CA1	0,05 % v/v	4,0 µg/mL
CMI sur la souche CA2	0,05 % v/v	> 3 000 µg/mL

#### \*Autres activités au niveau respiratoire

En plus de ces propriétés antimicrobiennes au niveau respiratoire, un panel d'auteurs a démontré que l'HE d'*E. globulus* possède aussi d'importantes propriétés **décongestionnantes pulmonaires et expectorantes**. D'autres études portent sur son action **mucolytique, broncho-dilatatrice et anti-inflammatoire** (124). Cette HE semble donc particulièrement intéressante concernant les infections des voies respiratoires et notamment les voies **respiratoires basses** (bronches et poumons). Les voies hautes sont plutôt ciblées par l'HE d'*E. radiata* que nous verrons ensuite.

- **OBSERVATION** : lorsque de l'HE d'*E. globulus* est inhalée, respirée, son odeur pénètre dans les poumons, stimule la respiration et apporte un dégageant, un bien être immédiat. Grâce à cela, nous pouvons dire que cette HE est efficace sur les affections broncho-pulmonaires (75).

<sup>79</sup> **Mycose** : infection provoquée par un champignon microscopique (6)

<sup>80</sup> **Fluconazole** : antifongique utilisé dans le traitement des candidoses (123)

- **ACTION EXPECTORANTE** : les voies respiratoires sont tapissées de mucus qui protège le système respiratoire et prévient l'assèchement des tissus. Le mucus est donc indispensable. Cependant, un excès de sécrétion de ce mucus entraîne une congestion et donc une obstruction des voies respiratoires. Dans ce cas, l'objectif est donc de décongestionner les poumons et cela nécessite une action **expectorante et/ou mucolytique**. L'HE d'*E. globulus* possède une puissante action expectorante, notamment grâce au 1,8-cinéole ainsi que des actions plus légères : mucolytique, anti-inflammatoire et spasmolytique :

- action expectorante au niveau des bronches : la forte quantité de 1,8-cinéole dans cette HE lui confère cette puissante action expectorante. Cette molécule peut contrôler l'hypersécrétion du mucus en stimulant directement les glandes à mucine<sup>81</sup> afin de fluidifier les sécrétions bronchiques qui sont ainsi expulsées plus facilement et efficacement (23,94).

- action expectorante au niveau du nez : l'HE aurait une action décongestionnante sur le nez en cas de rhume. Des études ont prouvé que la résistance nasale au débit de l'air ne change pas après l'utilisation de l'HE d'*E. globulus*. Cependant, les résultats indiquent que l'HE stimule les récepteurs au froid de la muqueuse nasale, ce qui donne l'impression de mieux respirer. Une autre explication est que cette HE améliore la performance ciliaire de la muqueuse nasale (23).

- action mucolytique : ce sont surtout les cétones et le 1,8-cinéole qui permettent de dissoudre les mucosités sécrétées lors d'affections bronchopulmonaires. Cela permet de décongestionner les voies respiratoires, ce sont de puissants mucolytiques (23).

- **ACTION BRONCHO-DILATRICE** : l'HE d'*E. globulus* via le 1,8-cinéole permet de soulager les contractions musculaires anormales et douloureuses. Elle favorise donc le relâchement des muscles lisses des voies respiratoires : une CI<sub>50</sub> de 409 µg/mL a été trouvée pour le 1,8-cinéole dans une étude mesurant l'effet relaxant sur les muscles de la trachée de rat préalablement contractés avec du carbachol (le fénotérol, témoin positif bronchodilatateur (123) est cependant 80 fois plus puissant que le 1,8-cinéole, avec une CI<sub>50</sub> de 5,1 µg/mL) (125). Dans des maladies obstructives de l'arbre respiratoire (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO)), les bronches sont contractées, enflammées et hypersécrétrices de mucus. Le 1,8-cinéole étant mucolytique et broncho-dilatateur, alors l'emploi d'HE d'*E. globulus* riche en 1,8-cinéole aura aussi un effet spasmolytique sur les fibres musculaires lisses. Elle permet aux voies respiratoires de se relâcher, ainsi le patient respire mieux. Le 1,8-cinéole associé à un traitement (TTT) concomitant permet donc de réduire les exacerbations, la dyspnée<sup>82</sup> et améliorer la fonction pulmonaire soit la santé du patient (126).

- **ACTION ANTI-INFLAMMATOIRE** : lors d'une congestion pulmonaire, il se produit une inflammation des tissus. Ainsi l'action de décongestion pulmonaire passe aussi par une action anti-inflammatoire. Cette action est surtout due au 1,8-cinéole qui agit sur des médiateurs pro-inflammatoires comme les leucotriènes B<sub>4</sub> (LTB<sub>4</sub>) et prostaglandines E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) (127). L'étude de Juergens *et al.* montre qu'avant un TTT par 1,8-cinéole, la concentration de LTB<sub>4</sub> chez des asthmatiques bronchiques est de 255,2 pg/mL et celle de PGE<sub>2</sub> de 526,3 pg/mL. Après 3 jours de TTT avec 600 mg de 1,8-cinéole, la production de ces médiateurs a diminué : la concentration de LTB<sub>4</sub> passant à 152,3 pg/mL et celle de PGE<sub>2</sub> à 361,7 pg/mL (127). Ainsi, le 1,8-cinéole contribue à la réduction d'états inflammatoires normalement traités avec des glucocorticoïdes comme nous le prouve d'autres études. Juergens *et al.* ont démontré que l'administration de 1,8-cinéole par voie orale (VO) à des patients souffrant d'asthme<sup>83</sup> bronchique, leur a permis de diminuer leur prise de glucocorticoïdes (prednisolone) de façon significative (128). Une étude de Worth *et al.* conclut quant à elle, sur l'effet favorable du 1,8-cinéole en tant qu'adjuvant dans les pneumopathies obstructives chroniques. Il intervient en tant qu'anti-inflammatoire dans la BPCO (126). D'autres études ont montré que l'administration de 1,8-cinéole permet de supprimer ou d'atténuer au bout de 7 jours les symptômes de la sinusite<sup>84</sup> non purulente (obstructions nasales, sécrétions nasales (129)) ou ceux de la bronchite<sup>85</sup> (atténue l'inflammation (130)).

<sup>81</sup> **Glandes à mucine** : cellules sécrétrices de la muqueuse bronchique (6)

<sup>82</sup> **Dyspnée** : difficulté à respirer, avec une sensation de gêne ou d'oppression ; essoufflement (6)

<sup>83</sup> **Asthme** : syndrome inflammatoire chronique affectant les voies aériennes (6)

<sup>84</sup> **Sinusite** : inflammation aiguë ou chronique des sinus de la face (6)

<sup>85</sup> **Bronchite** : inflammation des bronches se traduisant par des expectorations, de la fièvre... (6)

Grâce à ces études, nous pouvons dire que le 1,8-cinéole et donc par extension l'HE d'*E. globulus* a sa place en tant qu'anti-inflammatoire dans les maladies des voies respiratoires comme par exemple dans l'**asthme bronchique**, la **BPCO** et la **bronchite**.

### **\*Antalgique et anti-inflammatoire**

Outre ses actions au niveau respiratoire, l'HE d'*E. globulus* peut aussi avoir une action antalgique et anti-inflammatoire en vue de soulager des douleurs articulaires et musculaires localisées.

De nombreuses études prouvent cette action sur la douleur. Une d'entre elle démontre, notamment, le fait que l'inhalation de l'HE d'*E. globulus* réduit la douleur et diminue les réactions inflammatoires après une arthroplastie totale du genou (131). Une autre (132) atteste que le 1,8-cinéole a une action anti-inflammatoire ainsi qu'une action analgésique<sup>86</sup> périphérique qui justifie son utilisation dans les TTT des douleurs locales. Une autre encore (133) démontre que l'HE d'*E. globulus*, possède des effets analgésiques centraux et périphériques ainsi que des effets anti-inflammatoires prouvés par l'inhibition de l'œdème de patte de rat. Citons enfin une dernière étude (134) qui a confirmé que le 1,8-cinéole a une action anti-nociceptive<sup>87</sup> au niveau du système nerveux central et périphérique comparable à celle de la morphine.

En comparant toutes ces études, nous pouvons donc dire que les effets antidouleur et anti-inflammatoires localisés de l'HE d'*E. globulus* sont en partie dus au 1,8-cinéole.

### **\*Insecticide, insectifuge**

La présence majeure du 1,8-cinéole et de l' $\alpha$ -pinène confère à l'HE d'*E. globulus* des propriétés répulsives, insecticides et parasitocides, notamment contre les poux de tête (*Pediculus humanus capitis*) (135). Il est important de noter que ce n'est pas uniquement grâce à ces molécules que l'action insecticide sur le pou se manifeste : c'est grâce à la synergie d'action avec d'autres molécules (*trans*-pinocarvéol,  $\alpha$ -phellandrène,  $\alpha$ -terpinéol...) présentes en plus petite quantité. Cette HE peut aussi être employée en diffusion atmosphérique afin d'éloigner les larves et les pupes<sup>88</sup> de la mouche domestique (*Musca domestica*) (136) et pour repousser les moustiques en été (éloigne notamment les moustiques *Aedes aegypti* qui transmettent la dengue et la fièvre jaune) (135), même si l'HE de *C. citriodora* est beaucoup plus efficace dans cette indication.

### **2.3.2.2- Indications**

Nous venons de voir que l'HE d'*E. globulus* possède de nombreuses propriétés dont découle une multitude d'indications : notamment le TTT des maladies des voies respiratoires (asthme, grippe, maladies inflammatoires et infectieuses), le TTT des plaies, des douleurs localisées, l'utilisation contre les moustiques...

Nous verrons ces indications plus en détails dans la prochaine partie sur le conseil à l'officine.

---

<sup>86</sup> **Analgésique** : substance qui supprime ou atténue la douleur. Synonyme : antalgique (6)

<sup>87</sup> **Antinociceptive** : se dit d'une substance qui empêche la perception des stimulations génératrices de douleur par notre système nerveux (6)

<sup>88</sup> **Pupe** : stade intermédiaire entre la larve et la mouche adulte, chez les diptères. La mouche fait partie du taxon des diptères (6)

Il est important de mettre en lumière que ces usages très populaires ne sont pas tous reconnus par les instances officielles que sont l'ESCOP et l'HMPC. L'ESCOP indique différents usages pour l'HE d'*E. globulus*. Tout d'abord, il mentionne un usage interne concernant les TTT adjuvants des troubles respiratoires chroniques obstructifs y compris la bronchite et l'asthme bronchique ; concernant le soulagement symptomatique du rhume et du catarrhe<sup>89</sup> des voies respiratoires supérieures. En second, l'ESCOP spécifie aussi un usage externe pour les TTT symptomatiques des rhumes et des douleurs rhumatismales (23).

Afin d'établir la monographie de l'HE d'*E. globulus*, l'HMPC s'appuie sur l'usage traditionnel et non sur l'usage scientifique de l'HE. En raison de l'utilisation de longue date de cette HE, il conclut que cette dernière possède une action sur les voies respiratoires (antimicrobien, facilite la respiration) notamment sur la toux associée au rhume (VO, inhalée, cutanée et dans le bain). De plus, il conclut que cette HE peut être utilisée afin de soulager les douleurs musculaires localisées (usage cutané et dans le bain aussi). Les indications sur l'asthme et la bronchite ne sont pas répertoriées tout comme les indications sur les douleurs rhumatismales car leur TTT doit être supervisé par un médecin (137). Voici le récapitulatif des posologies (Tableau 13) :

**Tableau 13** : récapitulatif des indications et des posologies officielles du comité HMPC

<b>INDICATION 1 : TOUX ET RHUME</b>	
Si les symptômes durent plus d' <b>une semaine</b> malgré le TTT par HE, il faut consulter un médecin	
VO	-A partir de 12 ans : 100 à 200 mg d'HE (soit 3 à 7 gouttes), 2 à 5 fois par jour -Contre-indication (CI) < 30 mois et HE non recommandée < 12 ans
Voie cutanée : application locale, massage et friction	-A partir de 4 ans : appliquer pures quelques gouttes d'HE sur le thorax et le dos, 2 à 3 fois par jour ; ou diluer l'HE à hauteur de 10 % et appliquer sur la poitrine et le dos 2 à 3 fois par jour -CI < 30 mois et HE non recommandée entre 2 ans et demi et 4 ans
Voie inhalée	-A partir de 12 ans : 3 à 8 gouttes dans 250 mL d'eau chaude, 3 fois par jour -Entre 4 et 12 ans : 2 à 4 gouttes dans 250 mL d'eau chaude, 3 fois par jour -CI < 30 mois et HE non recommandée entre 2 ans et demi et 4 ans
Voie cutanée : bain	-A partir de 12 ans : 1,5 à 6 grammes d'HE (50 à 200 gouttes) pour 100 litres d'eau dans le bain, 3 à 4 fois par semaine -Entre 4 et 12 ans : 0,5 à 3 grammes d'HE (16 à 98 gouttes) dans 100 litres d'eau de bain, 3 à 4 fois par semaine -Recommandations : l'eau du bain est entre 35 et 38 °C et le bain dure entre 10 et 20 minutes -CI < 30 mois et HE non recommandée entre 2 ans et demi et 4 ans
<b>INDICATION 2 : DOULEURS MUSCULAIRES LOCALISÉES</b>	
Si les symptômes durent plus de <b>deux semaines</b> malgré le TTT par HE, il faut consulter un médecin	
Voie cutanée : application locale, massage et friction	-A partir de 4 ans : appliquer pures quelques gouttes d'HE de façon localisée, 2 à 3 fois par jour ; ou diluer l'HE à hauteur de 10 % et appliquer sur la peau en fine couche 2 à 3 fois par jour -CI < 30 mois et HE non recommandée entre 2 ans et demi et 4 ans
Voie cutanée : bain	-De 4 ans à 12 ans, chez les adolescents > 12 ans, les adultes et les personnes âgées : 1,7 à 4 grammes d'HE (55 à 130 gouttes) pour 100 litres d'eau dans le bain, 3 à 4 fois par semaine -Recommandations : l'eau du bain est entre 35 et 38 °C et le bain dure entre 10 et 20 minutes -CI < 30 mois et HE non recommandée entre 2 ans et demi et 4 ans
Attention, les conversions de la masse de l'HE en gouttes ont été faites avec la densité du lot 18K018 (Annexe 1) et chez ce laboratoire 1 mL correspond à 30 gouttes d'HE	

<sup>89</sup> Catarrhe : inflammation aiguë ou chronique d'une muqueuse, surtout dans les voies aériennes supérieures (nez, pharynx), avec hypersécrétion non purulente de ses glandes (6)

### 2.3.2.3- Voies d'administration

Au regard de ses propriétés et selon les indications qui en découlent, les voies d'administration de l'HE d'*E. globulus* seront différentes. Toutefois, il a été remarqué que cette HE est beaucoup plus efficace par **voie cutanée** (massage, friction thoracique, bain) et par **diffusion aérienne** (voie respiratoire) que par **VO** (75).

En effet, la voie respiratoire est la voie la plus avantageuse pour les infections des voies respiratoires hautes et basses car les HE sont rapidement absorbées par les cellules ciliaires qui tapissent l'arbre respiratoire depuis les fosses nasales jusqu'aux alvéoles pulmonaires. La voie cutanée est, quant à elle, aussi très recommandée en raison de son efficacité et de sa grande innocuité si les recommandations sont appliquées : les HE lipophiles pénètrent facilement dans le corps via les différentes couches cutanées<sup>90</sup>, elles sont ensuite véhiculées dans la microcirculation périphérique puis dans la circulation sanguine générale (au bout de 30 minutes) jusqu'à l'organe cible pour lequel elles présentent une affinité spécifique. Pour plus de rapidité, les HE sont donc appliquées en regard de l'organe cible affecté : comme nous l'avons vu précédemment, l'HE d'*E. globulus* cible les poumons, elle est donc appliquée au niveau du dos ou du thorax afin d'avoir une activité sur les bronches. (74,80)

Ainsi, les voies cutanées et respiratoires sont les deux voies à privilégier lors des TTT. La VO étant plutôt réservée aux médecins ou pharmaciens aromatalogues(74). La voie rectale est, quant à elle, intéressante pour les problèmes broncho-pulmonaires des enfants d'autant plus que cette HE semble favoriser l'absorption rapide du suppositoire. Cela est peut-être dû à l'hyper diffusibilité du 1,8-cinéole (75). Cependant, tout comme la VO, cette voie est plutôt réservée aux médecins ou pharmaciens aromatalogues (74).

Dans cette partie 2.3-, nous venons de développer, au travers d'études scientifiques, les différentes vertus thérapeutiques de l'HE d'*E. globulus*. Cette HE est la seule des 3 HE d'eucalyptus étudiées dans cette thèse qui est inscrite à la Ph.E. C'est, de plus, la seule qui dispose d'une monographie élaborée par l'ESCAP et le HMPC. Même si les HE d'*E. radiata* et de *C. citriodora* sont moins documentées, elles possèdent, tout de même, des propriétés qui méritent d'être mise en lumière. Ainsi, nous allons tout d'abord voir l'HE d'*E. radiata*, très semblable à celle de l'*E. globulus* par sa composition puis nous verrons ensuite l'HE de *C. citriodora*.

---

<sup>90</sup> Couches cutanées : de l'extérieur vers l'intérieur : épiderme, derme, hypoderme (6)

## 2.4- Étude de l'HE d'*Eucalyptus radiata*

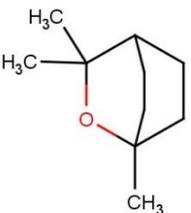
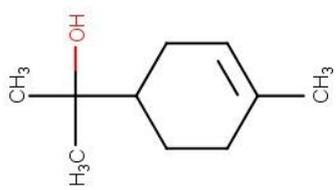
Malgré le fait que l'HE d'*E. radiata* ne soit pas inscrite à la Ph.E (contrairement à l'HE d'*E. globulus*), nous évoquerons tout de même les molécules principales qui la constituent. Puis au travers de sa composition biochimique, nous détaillerons ses propriétés thérapeutiques avec l'appui d'études scientifiques.

### 2.4.1- Principales molécules de l'HE d'*E. radiata*

Tout comme l'HE d'*E. globulus*, l'un des composants majoritaires qui caractérise l'HE d'*E. radiata* est le **1,8-cinéole**. La deuxième molécule caractéristique de cette HE est l' **$\alpha$ -terpinéol** (monoterpénol), présent en plus faible quantité mais responsable du tropisme sur les voies aériennes supérieures (Tableau 14). Par exemple, le lot 19B008 d'HE d'*E. radiata* (Annexe2) contient 71,31 % de 1,8-cinéole et 9,75 % d' $\alpha$ -terpinéol.

Il existe d'autres dérivés terpéniques présents en quantité faible, les monoterpènes (par exemple, le limonène qui est le plus représenté, ou encore l' $\alpha$ -pinène, le  $\beta$ -pinène...), puis les aldéhydes terpéniques (par exemple, les citrals...)... (Annexe 2) (116).

**Tableau 14** : structure chimique des deux composants principaux de l'HE d'*E. radiata* (113)

1,8-cinéole (oxyde monoterpénique)	$\alpha$ -terpinéol (monoterpénol)
 <chem>CC12C=CC(OC1)C2C</chem> C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	 <chem>CC(C)(O)C1=CC=CC=C1C</chem> C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O

### 2.4.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d'*E. radiata*

Comme pour l'HE d'*E. globulus*, le composant caractéristique majoritaire de l'HE d'*E. radiata* est le 1,8-cinéole. Cependant, les propriétés thérapeutiques de l'HE ne dépendent pas uniquement de ce constituant mais de l'ensemble des composants (monoterpènes, monoterpénols...). C'est cette synergie soit l'HE naturelle et totale qui donne les vertus thérapeutiques, bien supérieures au 1,8-cinéole seul. Voyons donc les propriétés thérapeutiques de l'HE d'*E. radiata* qui sont assez semblables à celle de l'HE d'*E. globulus* étant donnée leur composition biochimique relativement proche.

### 2.4.2.1- Propriétés principales

L'HE d'*E. radiata* est proche de l'HE d'*E. globulus*, ainsi grâce aux nombreuses études sur le 1,8-cinéole, sur l'HE d'*E. globulus* ainsi que grâce à un usage répandu dans le monde depuis de nombreuses années, la puissance d'action de l'HE d'*E. radiata* au niveau respiratoire a pu être démontrée : action antiseptique atmosphérique, antiseptique des voies respiratoires hautes, action expectorante et décongestionnante nasale et action stimulante du système immunitaire (SI) (73,116). Nous voyons donc que l'HE d'*E. radiata* agit en priorité sur les pathologies des voies respiratoires hautes aussi appelées pathologies ORL (70).

Ainsi, contrairement à l'HE d'*E. globulus* qui possède un tropisme broncho-pulmonaire (voies respiratoires inférieures), l'HE d'*E. radiata* possède, quant à elle, un tropisme ORL (voies respiratoires supérieures) (75) dû à la présence plus importante de monoterpénols ( $\alpha$ -terpinéol : 0,39 % dans l'HE d'*E. globulus* du lot 18K018 (Annexe 1) contre 9,75 % dans l'HE d'*E. radiata* du lot 19B008 (Annexe 2) ; terpinène-1-ol-4 : 0,10 % dans l'HE d'*E. globulus* contre 1,84 % dans l'HE d'*E. radiata*) et d'aldéhydes monoterpéniques (citral, non présents dans l'HE d'*E. globulus* contre néral 0,10 % et géraniol 0,13 % dans l'HE d'*E. radiata*) (89). Ces deux HE sont donc des piliers en ce qui concerne les TTT curatifs et préventifs des affections respiratoires.

Dans une moindre mesure, cette HE est aussi anti-inflammatoire au niveau ORL (116).

#### \*Infectiologie

Nous avons vu précédemment que l'HE d'*E. globulus* est à la fois un puissant antiseptique atmosphérique et un puissant antiseptique des voies pulmonaires. A contrario, l'HE d'*E. radiata* possède une activité plus marquée sur les voies aériennes hautes (89).

- **ACTIVITÉ ANTISEPTIQUE SUR LES BACTÉRIES** : en raison de leur grande ressemblance, nous pouvons considérer que les vertus antiseptiques de l'HE d'*E. radiata* sont sensiblement les mêmes que celle d'*E. globulus*. Une étude démontre d'ailleurs une action similaire sur des germes multirésistants : inhibition marquée des bactéries multirésistantes telles que *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline aussi bien avec l'HE d'*E. radiata* qu'avec l'HE d'*E. globulus*. Cette similarité est due au taux pratiquement identique de 1,8-cinéole présent dans les deux HE (138).

Comme l'HE d'*E. radiata* agit sur les staphylocoques, elle peut être utilisée dans les affections cutanées et notamment dans l'acné dû à la bactérie *Propionibacterium acnes* (139). Le pouvoir antibactérien de l'HE d'*E. radiata* en fait un excellent anti-acnéique naturel. Elle favorise la régulation de l'excès de sébum et la réduction de la prolifération bactérienne. Elle peut être utilisée seule ou en synergie avec de l'HE d'arbre à thé. (140).

- **ASSAINISSANT ATMOSPHERIQUE** : cette action passe toujours par l'intermédiaire d'un diffuseur afin de répandre l'HE pure de manière optimale dans l'atmosphère. L'activité de l'HE dépend de sa concentration dans l'air, ainsi le processus de diffusion génère une concentration trop faible pour traiter les pathologies infectieuses mais une concentration suffisante pour traiter l'air (72). La diffusion de l'HE d'*E. radiata* permet à la fois de désodoriser l'air et de l'aseptiser (72). De plus, cette HE est mieux supportée, plus agréable à respirer que l'HE d'*E. globulus* car elle est moins « étouffante », moins entêtante, plus douce et plus sucrée pour les voies respiratoires comme pour la peau (75). De ce fait, cette HE est utilisée en tant qu'antiseptique aérien pour les personnes sensibles de tout âge, à la différence de l'HE d'*E. globulus* qui est plutôt utilisée pour les adultes non sensibles (73).

### - **ACTIVITÉ ANTIVIRALE DIRECTE ET INDIRECTE EN STIMULANT LE SI :**

Contrairement à l'HE d'*E. globulus* qui possède des vertus antivirales légères grâce au 1,8-cinéole, l'HE d'*E. radiata* possède, quant à elle, des propriétés antivirales directes plus marquées sur la sphère ORL. Cette activité plus importante est notamment due à la présence de 1,8-cinéole, de monoterpènes (limonène,  $\alpha$ - et  $\beta$ -pinène), de monoterpénols ( $\alpha$ -terpinéol, terpinène-1-ol-4) et d'aldéhydes monoterpéniques (citral) (89).

En plus de posséder une action antivirale directe, l'HE d'*E. radiata* possède aussi une action antivirale indirecte en stimulant le SI (monoterpénols) et une action énergisante (116). C'est une propriété qui lui est propre, l'HE d'*E. globulus* ne la possède pas. Grâce à la stimulation du SI et à son action énergisante, cette HE permet de lutter contre la fatigue physique et intellectuelle soit contre la perte d'énergie (140).

- **REMARQUE** : voici un moyen mnémotechnique pour faire la différence entre l'HE d'*E. globulus* utilisée préférentiellement sur les voies respiratoires basses et celle d'*E. radiata* utilisée préférentiellement sur les voies respiratoires hautes : « *radiata* » commence par un « R » comme le « Rhume » qui est un symptôme caractéristique des voies aériennes supérieures<sup>91</sup>.

### **\*Autres activités au niveau respiratoire**

En plus de ses propriétés antimicrobiennes, l'HE d'*E. radiata* possède d'importantes propriétés au niveau de la sphère ORL : elle est à la fois décongestionnante (au niveau nasal) et expectorante. Dans une moindre mesure, elle possède aussi une action anti-inflammatoire au niveau de la sphère ORL (75). Elle semble donc particulièrement intéressante au regard des infections des voies respiratoires et notamment les voies respiratoires hautes (notamment nez et pharynx).

- **ACTION EXPECTORANTE** : les voies respiratoires sont tapissées de mucus qui protège le système respiratoire et prévient l'assèchement des tissus, il est donc indispensable à notre organisme. Cependant, un excès de sécrétion de ce mucus entraîne une congestion et donc une obstruction des voies respiratoires hautes et basses. Dans ce cas, l'objectif est donc de décongestionner les voies respiratoires et cela passe par une action expectorante et/ou mucolytique. Tout comme l'HE d'*E. globulus*, celle d'*E. radiata* possède une puissante action expectorante et décongestionnante grâce au 1,8-cinéole ainsi que des actions plus légères (mucolytique et anti-inflammatoire) :

- action expectorante conférée par la grande quantité de 1,8-cinéole dans cette HE. Cette molécule peut contrôler l'hypersécrétion du mucus en stimulant directement les glandes à mucine afin de fluidifier les sécrétions qui sont ainsi expulsées plus facilement et efficacement (73). Dès lors, par effet rebond, cette HE agit sur la toux grasse grâce à son action expectorante et fluidifiante qui diminue la fréquence de la toux. Grâce à la diminution de la production de mucus, un assèchement des voies nasales se produit ce qui est utile dans les pathologies de la sphère ORL (140).

- action mucolytique conférée par la grande quantité de 1,8-cinéole dans cette HE. Cette molécule permet de dissoudre les mucosités sécrétées lors d'affections ORL et de désobstruer les voies respiratoires, notamment le nez. D'ailleurs, une étude a montré que l'administration de 1,8-cinéole permet de diminuer ou de supprimer rapidement (au bout de 7 jours), les symptômes de la rhinosinusite non purulente : maux de tête, obstructions nasales et sécrétions nasales ont été réduits de 80 % grâce au 1,8-cinéole (par rapport à 50 % dans le groupe placebo) (129).

---

<sup>91</sup> Voies aériennes supérieures : voies respiratoires extrathoraciques : bouche, nez, pharynx, larynx. Voies aériennes inférieures : voies respiratoires intrathoraciques : bronches, bronchioles et alvéoles pulmonaires (6)

- **ACTION ANTI-INFLAMMATOIRE** : lors d'une congestion au niveau des voies respiratoires hautes comme basses, il se produit une inflammation des tissus de ces voies. Ainsi, l'action de décongestion passe aussi par une action anti-inflammatoire. Cette action est essentiellement due au 1,8-cinéole qui agit notamment sur des médiateurs pro-inflammatoires (inhibe les LTB<sub>4</sub> et PGE<sub>2</sub> produits dans la voie de l'acide arachidonique) afin de diminuer l'inflammation (127). Dès lors, cet oxyde monoterpénique contribue à la réduction d'états inflammatoires habituellement traités avec des glucocorticoïdes aussi bien dans les sinusites que dans les rhinites.

#### **2.4.2.2- Indications**

Grâce à ses puissantes actions expectorante et antiseptique sur les voies aériennes supérieures, l'HE d'*E. radiata* est un allié de choix dans les infections de la sphère ORL (bactériennes ou virales, aiguës ou chroniques : rhinite, sinusite, rhinopharyngite, otite<sup>92</sup>, grippe...) en vue de les prévenir (en stimulant l'immunité et en assainissant l'atmosphère) et/ou de les soigner et/ou de les améliorer (en calmant par exemple les symptômes de la toux grasse, en dégageant le nez bouché...) (116).

Grâce à son action énergisante, elle peut aussi être utilisée en cas de fatigue profonde (116). Nous verrons ces indications plus en détails dans la prochaine partie sur le conseil à l'officine.

#### **2.4.2.3- Voies d'administration**

Au regard des propriétés de l'HE d'*E. radiata* et selon les indications qui en découlent, les voies d'administration seront différentes. Il a été remarqué que contrairement à l'HE d'*E. globulus*, l'HE d'*E. radiata* est beaucoup plus douce, aussi bien pour les voies respiratoires que pour la peau (141). Cette particularité fait de cette dernière un allié parfait en hiver tant pour la voie topique (massage, friction, bain) que pour la VO et la voie respiratoire (diffusion, inhalation) (73). Cependant, les deux voies préférentielles de cette HE sont la voie externe (HE bien tolérée par l'épiderme donc elle est utilisée en massage, friction, bain) et la diffusion aérienne. La VO étant plutôt réservée aux médecins ou pharmaciens aromatoles (74).

La voie rectale est, quant à elle, plutôt intéressante pour les problèmes de la sphère ORL des enfants (73) d'autant plus que cette HE semble favoriser l'absorption rapide du suppositoire. Cela est peut-être dû à l'hyper diffusibilité du 1,8-cinéole (75). Cependant, tout comme la VO, cette voie est plutôt réservée aux médecins ou pharmaciens aromatoles (74).

Nous venons de voir que même si l'HE d'*E. radiata* ne possède pas de monographie réalisée par des instances officielles, elle possède une multitude de propriétés démontrées par des études scientifiques. De ce fait, nous pouvons dire que l'HE d'*E. radiata* est utilisée dans de nombreuses pathologies, par voie interne et externe, dans les TTT préventifs mais aussi curatifs des pathologies des voies respiratoires hautes (grippe, rhinites, sinusites, rhinopharyngites...).

Dans cette partie 2.4-, nous venons de développer, les différentes propriétés thérapeutiques de l'HE d'*E. radiata*. Pour finir, voyons maintenant les particularités de l'HE de *Corymbia citriodora*.

---

<sup>92</sup> **Otite** : inflammation des cavités de l'oreille moyenne, de la muqueuse qui les tapisse et du tympan (*myringite*). Les otites peuvent être aiguës, subaiguës ou chroniques, selon leur évolution (6)

## 2.5- Étude de l'HE de *Corymbia citriodora*

Comme pour l'HE d'*E. globulus* et d'*E. radiata*, nous allons tout d'abord répertorier les différentes molécules constituant l'HE de *C. citriodora*. Nous détaillerons ensuite, au travers de sa composition biochimique, ses propriétés thérapeutiques avec l'appui d'études scientifiques.

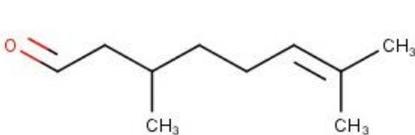
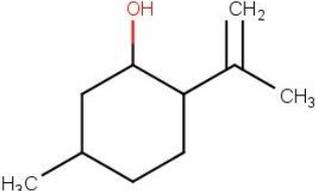
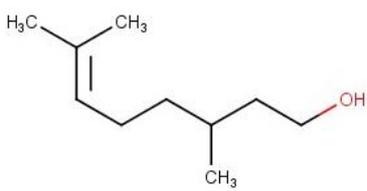
### 2.5.1- Principales molécules de l'HE de *C. citriodora*

Nous avons vu précédemment des HE d'eucalyptus riches en 1,8-cinéole (*E. globulus* et *E. radiata*), voyons maintenant une HE d'eucalyptus riche en **citronellal** : l'HE de *C. citriodora* (73). Contrairement aux deux autres, cette HE est pauvre en eucalyptol (Annexe 3).

Le composant principal qui caractérise l'HE de *C. citriodora* est un aldéhyde terpénique, le **citronellal**. En quantité moins importante, est représentée la famille des monoterpénols avec l'**isopulégol** et le **citronello** (Tableau 15). Par exemple, le lot 18J010 d'HE de *C. citriodora* (Annexe 3) contient 64,14 % de citronellal, 10,60 % d'isopulégol et 8,84 % de citronello.

Ensuite, en quantité encore moindre, nous trouvons d'autres dérivés terpéniques : des monoterpènes (par exemple le  $\beta$ -pinène), des sesquiterpènes (par exemple le  $\beta$ -caryophyllène), des esters terpéniques (par exemple l'acétate de citronellyle), des oxydes terpéniques (par exemple le 1,8-cinéole) (94).

**Tableau 15** : structure chimique des composants principaux de l'HE de *C. citriodora* (113)

citronellal (aldéhyde terpénique)	isopulégol (monoterpénol)	citronello (monoterpénol)
 <chem>CC(C)C=CC(C)CC=O</chem>	 <chem>CC1=C(C)C(O)CCCC1</chem>	 <chem>CC(C)C=CC(C)CCO</chem>
C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O

### 2.5.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE de *C. citriodora*

Contrairement aux deux autres HE d'eucalyptus, nous venons de voir que le composant caractéristique majoritaire de l'HE de *C. citriodora* n'est pas le 1,8-cinéole mais le citronellal (le lot 18J010 en contient respectivement 2,63 % et 64,14 % (Annexe 3)). Cependant, c'est la synergie de l'ensemble des constituants, soit l'HE naturelle et totale, qui donne les vertus thérapeutiques, bien supérieures au citronellal seul. Voyons donc les propriétés thérapeutiques de l'HE de *C. citriodora*.

### 2.5.2.1- Propriétés principales

Grâce à des études scientifiques sur le citronellal et à un usage répandu de l'HE de *C. citriodora* dans le monde depuis de nombreuses années, la puissance d'action de cette HE a pu être démontrée : action anti-inflammatoire, antalgique, antirhumatismale et insectifuge (94). Grâce à ces multiples propriétés, nous pouvons constater que, contrairement aux deux HE d'eucalyptus précédentes, cette HE ne possède pas de tropisme au niveau des voies aériennes. Cela est dû à la quasi-absence de 1,8-cinéole et à la prépondérance d'un aldéhyde terpénique, le citronellal (le citronellal est absent des lots 18K018 de l'HE d'*E. globulus* (Annexe 1) et 19B008 de l'HE d'*E. radiata* (Annexe 2)).

Dans une moindre mesure, cette HE se révèle aussi être sédative, calmante ainsi qu'anti-infectieuse. Les actions antifongique et désodorisante se révèlent cependant plus intéressantes que les actions antivirale et antibactérienne qui seront dites légères (73).

#### \*Antalgique et anti-inflammatoire

Grâce à sa composition riche en aldéhyde terpénique, l'HE de *C. citriodora* va agir comme un anti-inflammatoire et un antalgique puissant contrairement aux deux HE précédentes. L'HE extraite de cet eucalyptus permet donc de réguler l'inflammation au niveau des **articulations** mais aussi au niveau des **muscles**. Elle sera donc utilisée en vue de soulager les douleurs musculaires et articulaires localisées, liées notamment à des traumatismes musculaires (cela peut être lié ou non à l'effort sportif, avec des crampes, des courbatures, des maux de dos...), articulaires (rhumatismes<sup>93</sup> tels que l'arthrite<sup>94</sup> et l'arthrose<sup>95</sup>) ou liées à l'inflammation des nerfs (névralgies<sup>96</sup>, tendinites<sup>97</sup>, sciatiques<sup>98</sup>). Elle permet aussi de soulager les **inflammations cutanées** lors de piqûres d'insectes, les inflammations **respiratoires** au cours d'affections ORL (par exemple l'inflammation du conduit auditif dans une otite) ainsi que les **inflammations génitales et urinaires** (vaginite<sup>99</sup>, leucorrhée<sup>100</sup>, cystite<sup>101</sup>). Dès lors, l'HE de *C. citriodora* est parfois appelée le « pompier » de l'aromathérapie en raison de son action calmante et apaisante des zones inflammées (142).

De nombreuses études démontrent cette action sur la douleur et l'inflammation. L'une d'entre elles (143) démontre que l'HE de *C. citriodora* diminue l'inflammation par inhibition de la lipoxigénase L1 (enzyme permettant de synthétiser les LTB<sub>4</sub>, puissants agents pro-inflammatoires (127)). D'autres attestent que les propriétés anti-inflammatoires et antalgiques de l'HE de *C. citriodora* justifient son utilisation en tant qu'alternative thérapeutique adjuvante dans le TTT des maladies inflammatoires (144). L'étude de Silva *et al.* (133) démontre, quant à elle, que l'HE de *C. citriodora* possède des effets analgésiques ainsi que des effets anti-inflammatoires (diminution du volume de l'œdème de la patte du rat après injection de l'HE). Lors de cette étude, les effets antidouleur de cette HE ont été déclarés supérieurs à ceux de l'HE d'*E. globulus*

---

<sup>93</sup> **Rhumatismes** : affections très diverses touchant les os et les articulations, les muscles et leurs tendons, ainsi que les nerfs sensitifs ou moteurs, et caractérisées par la douleur et la gêne fonctionnelle (6)

<sup>94</sup> **Arthrite** : atteinte articulaire inflammatoire caractérisée par la douleur, la rougeur, la chaleur et parfois le gonflement de l'articulation et s'accompagnant de modifications biologiques caractéristiques (6)

<sup>95</sup> **Arthrose** : maladie rhumatismale dégénérative, correspondant à la destruction du cartilage d'une ou de plusieurs articulations et dont la fréquence augmente avec le vieillissement (6)

<sup>96</sup> **Névralgie** : douleur provoquée par une irritation ou par une lésion d'un nerf sensitif (6)

<sup>97</sup> **Tendinite** : inflammation d'un tendon (6)

<sup>98</sup> **Sciatique** : irritation d'une racine du nerf sciatique, due à un conflit disco-radulaire (6)

<sup>99</sup> **Vaginite** : inflammation des parois vaginales (6)

<sup>100</sup> **Leucorrhée** : écoulement blanc, jaune ou vert dépourvu de sang, provenant de la voie vaginale (6)

<sup>101</sup> **Cystite** : inflammation aiguë ou chronique de la muqueuse vésicale (6)

Citons enfin une dernière étude (134) qui a confirmé que le 1,8-cinéole a une action anti-nociceptive au niveau du système nerveux central et périphérique comparable à celle de la morphine. L'ensemble de ces études indiquent donc que grâce au citronellal mais aussi à l'ensemble des composés présents (oxyde terpénique anti-inflammatoire au niveau respiratoire, ester anti-inflammatoire au niveau cutané ...), l'HE de *C. citriodora* possède une importante action anti-inflammatoire et antalgique.

### **\*Insectifuge**

En plus de posséder une puissante action anti-inflammatoire générale grâce au citronellal, cet aldéhyde terpénique confère aussi à l'HE de *C. citriodora*, une propriété qui lui est propre : action répulsive sur les insectes et plus particulièrement sur les moustiques (135). Cette action insectifuge exceptionnelle va de pair avec l'action anti-inflammatoire cutanée lors d'une piqure d'insecte.

- **OBSERVATION** : les piqures de moustique présentent un double inconvénient : elles sont douloureuses et il existe un risque de transmission de maladie. Citons par exemple le paludisme, la dengue et le chikungunya qui sont des maladies transmises via des piqures de moustiques. Il est donc important d'utiliser des répulsifs appropriés en prévention, comme par exemple des HE riches en citronellal (139).

- **ACTION INSECTIFUGE** : tout comme l'HE d'*E. globulus*, l'HE de *C. citriodora* éloigne les moustiques et plus particulièrement les moustiques des genres *Culex*, *Aedes* et *Anopheles* (145). Par exemple, selon certaines études (146), cette HE possède une forte action répulsive sur le moustique *Anopheles gambiae* (présent en Afrique) qui peut transmettre le paludisme à l'homme. Cette action répulsive s'exerce grâce à des composés majeurs et/ou mineurs présents dans l'HE tels que le citral, le 1,8-cinéole et le citronellal (le lot 18J010 en contient respectivement 0,02 %, 2,63 % et 64,14 % (Annexe 3)) (147).

- **REMARQUE** : en plus d'être répulsive envers les moustiques, il a été démontré que l'HE de *C. citriodora* est un excellent répulsif envers les tiques et notamment envers la nymphe d'*Ixodes ricinus* qui s'attaque volontiers à l'homme (148). Tout comme pour les moustiques, il existe une possible transmission de maladies via les tiques, la plus connue étant la maladie de Lyme.

### **\*Infectiologie**

L'HE de *C. citriodora* possède une action anti-infectieuse moins puissante que celle des HE d'eucalyptus vues précédemment. Elle a une action antivirale et antibactérienne légère. Toutefois, son action antifongique est plus conséquente comme en témoignent les études suivantes.

- **ACTION ANTIBACTÉRIENNE** : certaines études ont démontré que cette HE peut être utilisée à la fois dans les infections nosocomiales bactériennes à Gram positif (comme *Staphylococcus aureus*, responsable d'infections de plaies, de la peau et du sang) et à Gram négatif (comme *Pseudomonas aeruginosa*, responsable d'infections localisées dans les urines, le sang, les plaies et l'appareil respiratoire) (149). De plus, cette HE complète avantageusement l'action d'autres HE anti-infectieuses grâce au citronellal et au citronellol qui possèdent une action contre les bactéries multirésistantes plus importante que le 1,8-cinéole (138).

- **ACTION ANTIFONGIQUE** : grâce à des études scientifiques (150–152) et aux expériences vécues de certains aromathérapeutes, certains aldéhydes terpéniques (comme les citrals et le citronellal), monoterpénols (comme le citronellol et le linalol) et monoterpènes (comme l' $\alpha$  et le  $\beta$ -pinène, le myrcène) sont considérés comme des antifongiques de premier choix : l'HE de *C. citriodora* en possédant, elle peut être utilisée en tant qu'antifongique (le lot 18J010 contient 0,02 % de néral, 64,14 % de citronellal, 8,84 % de citronellol, 0,12 % de linalol, 0,29 % d' $\alpha$ -pinène, 0,51 % de  $\beta$ -pinène et 0,21 % de myrcène (Annexe 3)). Une étude indique notamment que l'HE de *C. citriodora* possède une action environ 6 fois plus puissante contre *Candida albicans* que les deux antifongiques que sont le miconazole<sup>102</sup> et le clotrimazole<sup>103</sup> (153) (Tableau 16). Ainsi, grâce à l'ensemble de ses molécules (les majoritaires comme les minoritaires), l'HE de *C. citriodora* peut être utilisée en tant qu'adjuvant dans le TTT des infections fongiques dues à *Candida* sp. (mycoses cutanées, vaginales, buccales) et aux dermatophytes (champignons responsables de mycoses cutanées, capillaires, unguéales) (139).

**Tableau 16** : efficacité de l'HE de *C. citriodora* et de deux antifongiques contre *Candida albicans*

	Zone d'inhibition au bout de 24 h (mm)	Absorption par disque ( $\mu$ L)	Zone d'inhibition (mm/ $\mu$ L)
<i>C. citriodora</i>	<b>21,33</b>	<b>2,51</b>	<b>8,5</b>
Miconazole (1000 $\mu$ g/mL)	10	6,93	1,44
Clotrimazole (1000 $\mu$ g/mL)	9,33	6,70	1,39

#### **\*Calmante et sédative**

En plus de son action bénéfique sur les muscles, les articulations, la douleur... l'HE de *C. citriodora* possède des propriétés calmantes et sédatives sur le système nerveux grâce au citronellal (154) et à l'isopulégol (155). De ce fait, après un effort physique, cette HE sera appréciée pour ses effets relaxants et antidouleur. De plus, en raison de son action relaxante, elle pourra être utilisée en cas de stress et d'anxiété (156).

#### **2.5.2.2- Indications**

Nous avons expliqué que cette HE possède une multitude de propriétés, elle est notamment anti-inflammatoire et antalgique. Elle va donc pouvoir être utilisée en priorité dans les pathologies **musculaires** (crampes, courbatures, maux de dos...), **articulaires** (rhumatismes : arthrose, arthrite...) et **nerveuses** (sciatiques...) ainsi que dans les pathologies respiratoires, génitales et urinaires afin de soulager les symptômes d'inflammation et de douleur (73,80).

<sup>102</sup> **Miconazole** : dérivé imidazolé avec une activité antifongique et antibactérienne sur les responsables de mycoses cutanéomuqueuses : dermatophytes, candida... (Spécialités : Daktarin®, GynoDaktarin®, Loramyc®) (123)

<sup>103</sup> **Clotrimazole** : dérivé imidazolé ayant un effet antifongique à large spectre. Il est actif sur les dermatophytes, les moisissures, les levures (Spécialités : Mycohydralin® crème et ovule utilisés dans les mycoses vaginales) (123)

Une autre propriété importante de cette HE est l'action insectifuge. A l'heure actuelle, il existe de nombreux répulsifs d'insectes composés de substances chimiques de synthèse. Cependant, la mode étant tournée vers les produits « naturels et sains », de plus en plus d'utilisateurs s'orientent vers des répulsifs dits naturels afin d'éloigner les insectes nuisibles. A ce titre, nous avons montré que l'HE de *C. citriodora* peut être utilisée en vue d'éloigner les moustiques mais aussi pour soulager les piqûres de ces derniers. Ainsi, cette HE sera à privilégier pour les personnes recherchant un répulsif naturel et/ou un apaisant cutané naturel.

Pour finir sur les indications, nous avons expliqué que cette HE est un antiviral léger (73) utilisable dans le TTT des zonas<sup>104</sup> (70). Elle sera utilisée dans cette indication surtout en vue de soulager les douleurs liées au zona (96). Elle possède aussi des propriétés antifongiques qui lui permettent d'être utilisée en cas de mycose des ongles et notamment dans les problèmes de pied d'athlète<sup>105</sup>(80). Enfin, ses propriétés relaxantes lui permettent d'être utilisée pour calmer une personne stressée, anxieuse (73). Nous verrons ces indications plus en détails dans la prochaine partie sur le conseil à l'officine.

### 2.5.2.3- Voies d'administration

Au regard des propriétés de l'HE de *C. citriodora* et selon les indications qui en découlent, les voies d'administration seront différentes. Les voies les plus souvent rencontrées sont les suivantes : la voie topique (application locale, massage, bain) ainsi que la diffusion atmosphérique. Ce seront donc les deux voies à privilégier lors des TTT (70). Les VO, rectale, vaginale sont plutôt réservées aux médecins ou pharmaciens aromatoles. Dès lors, elles sont peu conseillées spontanément au comptoir. La voie inhalée est, quant à elle, non utilisée (142).

Tout comme l'HE d'*E. radiata*, celle de *C. citriodora* ne possède pas de monographie réalisée par des instances officielles. Cependant, elle possède une multitude de propriétés démontrées par des études scientifiques. De ce fait, l'HE de *C. citriodora* est utilisée dans de nombreuses pathologies, notamment par voie externe afin de soulager les douleurs et les inflammations. Elle est aussi utilisée en tant que répulsif vis-à-vis des moustiques.

Dans cette partie 2.5-, nous venons de développer les différentes propriétés thérapeutiques de l'HE de *C. citriodora*.

En plus de bien connaître les propriétés thérapeutiques d'une HE, il est aussi important d'étudier ses toxicités potentielles. En effet, il est indispensable que toute l'équipe officinale connaisse les toxicités éventuelles des HE d'eucalyptus ainsi que leurs limites d'utilisation afin de sécuriser le conseil effectué auprès des patients. Dès lors, voyons les limites d'utilisation des trois HE d'eucalyptus étudiées dans cette thèse.

---

<sup>104</sup> Zona : maladie infectieuse due à la réactivation du virus varicelle-zona, caractérisée par une éruption de vésicules linéaires et unilatérales, accompagnée de brûlures (6)

<sup>105</sup> Pied d'athlète : dermatose mycosique très fréquente des orteils et des pieds, due à des champignons dermatophytes (6)

## **2.6- Limites d'utilisation des HE d'eucalyptus**

A la base de l'aromathérapie, nous trouvons les HE et les essences utilisées depuis l'antiquité. Cependant, cela ne signifie pas qu'elles sont sans danger, avec une innocuité parfaite. En effet, une HE est constituée de nombreuses molécules très actives ce qui conditionne leurs vertus thérapeutiques mais aussi leurs toxicités éventuelles. Il est donc important de connaître les toxicités principales des molécules constituant une HE ainsi que les PE qui en découlent afin de pratiquer une aromathérapie sérieuse et efficace. Ainsi, l'aromathérapie comporte des risques et n'est pas une médecine totalement douce et sans danger.

### **2.6.1- Toxicités des molécules constituant les HE d'eucalyptus**

Une HE « naturelle » ne signifie pas une HE sans effets indésirables (EI), anodine (92). En effet, toutes les HE et toutes les essences sont susceptibles de donner des réactions, parfois très graves. Ainsi, les HE d'eucalyptus n'y échappent pas. Les molécules constituant ces HE peuvent donc posséder une ou des toxicités éventuelles dont découlent des PE, voire des CI absolues.

Il n'existe pas de CI absolue (sauf les allergies), concernant l'emploi des HE d'*E. radiata* (73) et de *C. citriodora* (70) à doses physiologiques (la dose physiologique est de 300 mg/jour pour un adulte de 70 kg (157), ce qui équivaut à 10 gouttes). Ainsi, ces deux HE ne présentent pas de risque de toxicité particulière contrairement à l'HE d'*E. globulus*. Toutefois, il convient de les utiliser aux doses conseillées et de respecter certaines PE.

Dès lors, voyons maintenant ces éventuelles toxicités dont découlent des PE et des CI.

#### **2.6.6.1- Toxicités communes aux trois HE d'eucalyptus**

##### **\*Allergie de contact**

Toutes les familles biochimiques qui constituent les HE sont potentiellement allergisantes, certaines le sont cependant plus que d'autres, comme les aldéhydes terpéniques et les monoterpènes :

- l'HE d'*E. globulus* contient des molécules potentiellement très allergisantes, telles que l' $\alpha$ -pinène et le limonène (158). Le lot 18K018 en contient respectivement 17,27 % et 0,12 % (Annexe 1).

- l'HE d'*E. radiata* contient aussi des molécules potentiellement très allergisantes, telles que l' $\alpha$ -pinène et le limonène (158). Le lot 19B008 en contient respectivement 2,37 % et 6,44 % (Annexe 2).

- l'HE de *C. citriodora* contient également des molécules potentiellement très allergisantes, telles que des aldéhydes terpéniques (cital...), des monoterpénols (citronellol, linalol... (159)) et des monoterpènes (pinène, limonène... (158)). Le lot 18J010 contient notamment 0,02 % de néral, 8,84 % de citronellol, 0,12 % de linalol, 0,29 % d' $\alpha$ -pinène, 0,51 % de  $\beta$ -pinène et 0,41 % de limonène (Annexe 3). Le règlement n°1223/2009 du parlement européen regroupe 26 substances potentiellement allergisantes dans les cosmétiques : 5 substances sur 26 sont retrouvées dans l'HE de *C. citriodora* : citral, citronellol, eugénol, limonène, linalol, la prudence est donc de mise chez les patients allergiques (160).

### **\*Dermocausticité**

Certaines familles biochimiques sont dermocaustiques à l'état pur. Cela peut se manifester par des irritations cutanées dues aux aldéhydes terpéniques, monoterpènes, monoterpénols... Cette causticité est aussi visible sur les muqueuses à cause du 1,8-cinéole qui peut engendrer des brûlures d'estomac et des irritations des muqueuses nasales. Ces irritations nasales peuvent ensuite engendrer une fermeture de la glotte<sup>106</sup> chez les nourrissons. Les aldéhydes terpéniques, quant à eux, peuvent être responsable d'irritations au niveau des voies respiratoires (73,137).

En raison de la présence de ces familles biochimiques dans les trois HE d'eucalyptus étudiées dans cette thèse, nous pouvons affirmer que ces dernières sont potentiellement dermocaustiques à l'état pur :

- l'HE d'*E. globulus* est riche en monoterpènes et en 1,8-cinéole, tous deux potentiellement dermocaustiques à l'état pur. Le lot 18K018 d'HE d'*E. globulus* (Annexe 1) contient notamment 17,27 % d' $\alpha$ -pinène et 64,22 % de 1,8-cinéole.

- l'HE d'*E. radiata* est constituée de 1,8-cinéole, monoterpénols et monoterpènes, potentiellement dermocaustiques à l'état pur. Le lot 19B008 d'HE d'*E. radiata* (Annexe 2) contient notamment 71,31 % de 1,8-cinéole, 9,75 % d' $\alpha$ -terpinéol, 6,44 % de limonène et 2,37 % d' $\alpha$ -pinène. Cela est surtout vrai lorsque les doses physiologiques sont dépassées, sinon cette HE est d'une innocuité exceptionnelle (90).

- l'HE de *C. citriodora* est constituée de citronellal, de monoterpénols, monoterpènes... potentiellement irritants (70). Le lot 18J010 d'HE de *C. citriodora* (Annexe 3) contient notamment 64,14 % de citronellal, 10,60 % d'isopulégol, 8,84 % de citronellol, 0,29 % d' $\alpha$ -pinène, 0,51 % de  $\beta$ -pinène, 0,41 % de limonène. Cela est surtout vrai lorsque les doses physiologiques sont dépassées ou lorsque cette HE est utilisée sur des peaux sensibles, sinon elle est peu dermocaustique (94).

#### **2.6.6.2- Toxicités propres à chaque HE d'eucalyptus**

### **\*Neurotoxicité et abortive**

Cette double toxicité se rencontre dans des HE constituées de molécules issues de la famille des cétones et cela même à faible dose (74). Les cétones sont des molécules thérapeutiques très efficaces mais aussi très délicates à manipuler en raison de leur action neurotoxique<sup>107</sup> et abortive liée à leur emploi.

L'action neurotoxique se retrouve aussi chez d'autres dérivés terpéniques comme le menthol, le 1,8-cinéole... (123). Le risque de ces molécules est de déclencher des convulsions chez les enfants et des crises d'épilepsies chez les adultes (89).

---

<sup>106</sup> Glotte : partie moyenne de la cavité du larynx, bordée par les deux cordes vocales (6)

<sup>107</sup> Neurotoxique : se dit d'une substance ayant une action toxique pour le système nerveux (6)

En raison de la présence de ces familles chez l'HE d'*E. globulus* et l'HE d'*E. radiata*, nous pouvons affirmer que ces deux HE sont potentiellement neurotoxiques et/ou abortives :

- l'HE d'*E. globulus* possède une faible concentration en cétones ainsi qu'une forte concentration en 1,8-cinéole. Cette HE est donc potentiellement épiléptogène et abortive. Le lot 18K018 d'HE d'*E. globulus* (Annexe 1) contient notamment 1,23 % de pinocarvone et 64,22 % de 1,8-cinéole.

- l'HE d'*E. radiata* possède une quantité non négligeable de 1,8-cinéole qui est potentiellement épiléptogène à hautes doses (123). Le lot 19B008 d'HE d'*E. radiata* (Annexe 2) en contient notamment 71,31 %. Un des risques de l'HE d'*E. radiata* est donc d'être épiléptogène si les doses ne sont pas respectées (89).

- l'HE de *C. citriodora* ne possédant pas de cétone et très peu de 1,8-cinéole, elle est considérée comme non neurotoxique et non abortive.

### **\*Asséchant des voies respiratoires**

Nous avons vu précédemment que le 1,8-cinéole contenu à la fois dans les HE d'*E. globulus* et d'*E. radiata* possède un fort pouvoir expectorant, ce qui rend ces HE utiles dans les affections des voies respiratoires. Malheureusement, cette molécule peut aussi entraîner une sécheresse au niveau des muqueuses respiratoires donnant des quintes de toux (73).

### **\*Néphrotoxicité**

Les HE riches en monoterpènes sont potentiellement néphrotoxiques et donc irritantes pour les reins, lors d'absorption par VO sur de longues périodes et/ou à une dose élevée (80).

A titre d'exemple, le lot 18K018 d'HE d'*E. globulus* (Annexe 1) contient 17,27 % d' $\alpha$ -pinène (monoterpènes). Les HE d'*E. radiata* et *C. citriodora* présentent peu de monoterpènes, ainsi elles ne sont pas néphrotoxiques.

### **2.6.6.3- Stratégies d'utilisation de l'HE selon sa toxicité**

Dans toutes les situations, il est nécessaire de privilégier une HE chémotypée et de qualité (HE 100 % pure, naturelle et totale). De plus, il convient de ne pas prendre d'HE pendant une longue période (jamais plus de 3 semaines) sans l'avis d'un thérapeute avisé en raison de la potentielle toxicité des HE sur le long terme (74).

## **2.6.2- Précautions d'emploi selon le profil du patient**

Il est important de s'enquérir du profil du patient avant de conseiller une HE, car la toxicité des HE d'eucalyptus ne sera pas la même si ces dernières sont utilisées chez un enfant, une femme enceinte, un asthmatique, un épiléptique... Par conséquent, il est important de questionner le patient afin de garantir la meilleure sécurité d'emploi des HE.

### **2.6.2.1- Femmes enceintes et allaitantes**

De nombreuses HE sont à proscrire de façon stricte pendant ces périodes de la vie. Nous pouvons citer par exemple, les HE à cétones (convulsivantes et abortives) ainsi que les HE à oxydes (neurotoxiques).

En raison de données cliniques insuffisantes, la sécurité d'emploi concernant l'utilisation de l'HE d'*E. globulus* pendant la grossesse et l'allaitement n'a pas été établie. Dès lors, en l'absence de données suffisantes, l'utilisation pendant ces deux périodes de la vie d'une femme n'est pas recommandée et ce par n'importe quelle voie d'administration (137).

Concernant les HE d'*E. radiata* et de *C. citriodora*, de nombreux ouvrages insistent sur le fait que ces HE ne possèdent pas d'EI aux doses physiologiques (90,116). En revanche, il est fortement déconseillé d'employer ces HE pendant les 3 premiers mois de grossesse (moment où le fœtus se développe le plus) (80). Dès lors, l'usage avec parcimonie de ces HE pendant l'allaitement et pendant le 2<sup>ème</sup> et le 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse est réservé aux spécialistes (140). Ainsi, par excès de précautions, ces deux HE sont déconseillées chez la femme enceinte et allaitante, en conseil à l'officine, sans l'avis d'un spécialiste.

### **2.6.2.2- Nourrissons et enfants (de 0 à 18 ans)**

En pratique quotidienne, au comptoir, pour les enfants de moins de 30 mois, il convient de se conformer à l'avis d'un aromathérapeute ou d'un pharmacien aromatalogue (141) même si les voies cutanées et rectales peuvent être utilisées. Toutefois, à partir de 30 mois, les avis divergent selon les HE d'eucalyptus.

L'utilisation de l'HE d'*E. globulus* est donc contre-indiquée avant 30 mois en raison de son action neurotoxique (74). De plus, l'emploi au travers des voies cutanées et inhalées n'est pas recommandé avant l'âge de 4 ans. La VO est, quant à elle, non recommandée avant l'âge de 12 ans en raison de nombreux cas de suffocation chez les jeunes enfants, associés à une baisse de l'état de conscience et à des crises d'épilepsie pour de forte doses de cette HE : 5 mL ou plus (137,161), mais la toxicité semble avoir été surestimée (162).

L'HE d'*E. radiata* étant plus douce, moins « étouffante » que celle d'*E. globulus*, elle est à préférer lors d'une utilisation chez les enfants (75). Cependant, les auteurs ne sont pas tous d'accord par rapport à l'âge d'utilisation de cette HE. Certains ne la recommandent pas avant l'âge de 6 ans (163) ou 7 ans (156), alors que d'autres auteurs autorisent son utilisation avec prudence pour les moins de 3 ans (141).

Pour finir, suivant les auteurs, l'HE de *C. citriodora* est, quant à elle, à utiliser avec précautions avant l'âge de 3 ans (142) ou non recommandée avant l'âge de 6 ans (96) ou 7 ans (156).

Au vu de l'utilisation des différentes HE d'eucalyptus chez les enfants, il est donc préférable, par mesure de précaution, que nos conseils à l'officine concernent les plus de 7 ans pour l'HE d'*E. radiata* et *C. citriodora* (156,164) ainsi que les plus de 12 ans pour l'HE d'*E. globulus* (165), même si ces HE peuvent être utilisées chez les plus jeunes. En dehors de ces tranches d'âge, il est préférable de consulter un aromathérapeute ou un pharmacien aromatalogue (74).

### 2.6.2.3- Autres profils de patients à risque

Il existe de nombreux autres profils de patients à risques : patients fragilisés par des antécédents de convulsions, de troubles neurologiques, épileptiques, rénaux, gastriques, patients aux terrains allergiques, asthmatiques... Pour tous les profils de patients, il conviendra de s'assurer que l'HE conseillée est dénuée de toxicité.

Nous avons vu précédemment que toutes les HE sont potentiellement allergisantes. Ainsi, afin d'éviter toutes allergies préjudiciables, les patients présentant un terrain allergique donc à peau hypersensible doivent procéder à un test de tolérance car toutes les HE présentent pour eux un risque potentiel d'allergie (80). Le test consiste à appliquer, à l'état pur, quelques gouttes d'une HE (1 à 2 gouttes) dans le pli du coude puis à observer une éventuelle réaction d'irritation cutanée. En vue de l'utilisation des HE d'eucalyptus chez le patient, aucune irritation ne doit apparaître dans les 15 minutes qui suivent l'application cutanée (90). Une réaction allergique retardée (48 heures après le test) contre-indique aussi ces HE (74). Il est à noter que les allergies par VO sont rarissimes avec les HE (89). Dans tous les cas, les allergies dépendent surtout du terrain du patient ainsi que de la durée de TTT. En effet, l'usage d'HE sur de longues périodes peut provoquer des réactions de sensibilisation et d'intolérance, c'est pourquoi il est important de suspendre périodiquement l'utilisation des HE.

Pour les patients ayant des allergies respiratoires, il convient de ne pas recourir à la diffusion atmosphérique ainsi qu'aux inhalations de ces HE étant donné que le citronnellal de l'HE de *C. citriodora* est potentiellement tussigène (73) et que le 1,8-cinéole des HE d'*E. globulus* et d'*E. radiata* assèche les voies respiratoires. Cela est aussi valable pour une personne asthmatique ou atteinte de toute autre affection respiratoire chronique, sauf avis contraire du thérapeute (74). Pour ces patients, il est préférable d'utiliser les applications cutanées par massage au niveau du dos plutôt que des applications directes sur la poitrine afin d'éviter tout risque d'allergie ou d'irritation des voies respiratoires qui pourraient déclencher un bronchospasme ou une crise d'asthme (74,166).

Pour les patients ayant des antécédents de convulsions, de troubles neurologiques, épileptiques, il est important de déconseiller l'utilisation de l'HE d'*E. globulus* (36) et d'*E. radiata* riche en 1,8-cinéole potentiellement neurotoxique et ce quelle que soit la voie d'administration (74,156). Même si l'HE de *C. citriodora* est relativement pauvre en 1,8-cinéole (épileptogène à haute dose), en l'absence d'un avis médical, il est important de déconseiller l'utilisation de cette HE chez ces patients (164).

Pour les patients avec des antécédents de troubles du système digestif, les HE d'*E. globulus* et d'*E. radiata* sont à déconseiller. En effet, à forte dose, par VO, elles sont irritantes pour les muqueuses des voies digestives<sup>108</sup> et peuvent donc engendrer des brûlures d'estomac (124,163).

Pour finir, en raison de sa néphrotoxicité potentielle, l'HE d'*E. globulus* sera à éviter chez les insuffisants rénaux (94).

Dans tous les cas, concernant ces profils de patients un peu particuliers (femmes enceintes, enfants, personnes âgées, patients avec des pathologies chroniques diverses...), il est préférable de consulter un spécialiste avant d'utiliser ces HE d'eucalyptus. De plus, un spécialiste sera consulté si les signes cliniques persistent ou s'aggravent (74,97).

---

<sup>108</sup> Voies digestives : de haut en bas : l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle (duodénum, jéjunum, iléon), le côlon – qui se termine par le sigmoïde –, le rectum et l'anus (6)

### **2.6.3- Précautions d'emploi selon la voie d'administration**

Il est important de prendre en compte les toxicités principales des molécules composant les HE, ainsi que le profil du patient car de ces critères émanent de nombreuses PE. Un autre critère, étroitement lié aux deux autres, est la voie d'administration des HE, dont découle aussi une multitude de PE. Ces dernières vont permettre de garantir le bon usage des HE par le patient.

#### **2.6.6.1- PE générales de la VO**

La VO est une voie rapide, efficace, intéressante pour l'adulte mais peut aussi être parfois délicate. En effet, l'utilisation des HE par VO est déconseillée chez de nombreux patients : en cas de grossesse, d'allaitement, chez les enfants, ainsi que dans la plupart des maladies chroniques sans avis médical (épilepsie, asthme...) (73,137).

De plus, avant toute prise par VO d'HE d'*E. globulus* et *E. radiata*, il est préférable de diluer ces dernières dans du miel ou sur un sucre afin d'éviter l'action irritante sur la muqueuse de l'estomac. Les HE étant hydrophobes, elles ne peuvent pas être diluées dans l'eau. Si elles venaient à être en contact avec l'eau, elles surnageraient et risqueraient de se coller sur la paroi du verre (163).

Dans tous les cas, la prise par voie interne de ces HE nécessite le conseil de praticiens formés et compétents (90).

#### **2.6.6.2- PE générales de la voie respiratoire**

Nous avons vu précédemment que l'HE d'*E. globulus* est très riche en  $\alpha$ -pinène et que les HE d'*E. radiata* et de *C. citriodora* contiennent un peu de limonène et d' $\alpha$ -pinène. Dès lors, il convient d'être vigilant en ce qui concerne la diffusion de ces molécules car même en faible quantité, les monoterpènes peuvent s'oxyder facilement dans l'environnement et présenter ainsi un pouvoir irritant et sensibilisant beaucoup plus important (74,158).

Ainsi, pour les patients présentant des profils particuliers (asthme, insuffisance respiratoire, allergie respiratoire, épilepsie, enfant, femme enceinte et allaitante...), l'avis d'un spécialiste est préférable, quel que soit l'âge (80). Par mesure de précaution, la diffusion atmosphérique à haute dose est donc à éviter en présence de ces profils de patients afin d'éviter toute irritation des voies respiratoires (142). Il est préférable de réaliser la diffusion en leur absence.

### **2.6.6.3- PE générales de la voie cutanée**

En raison de l'effet dermocaustique potentiel des trois HE étudiées dans cette thèse, il convient de ne pas les utiliser à l'état pur sur les peaux fragiles (jeunes enfants, personnes âgées...). Avant de les utiliser sur ce type de peau, il faut les diluer dans une huile végétale (HV) à une concentration maximale de 10 % (74). Ce principe de dilution prévaudra pour chaque application d'HE sur les peaux hypersensibles. De plus, l'emploi doit être localisé (dos, poitrine, région cible...) (90) et ces HE ne devront pas être appliquées sur des peaux déjà irritées ou lésées (73).

Aussi, en raison du risque de laryngospasmes<sup>109</sup> et de bronchospasmes<sup>110</sup>, les HE d'*E. globulus* et d'*E. radiata* ne doivent pas être appliquées sur le visage des moins de 6 ans et des asthmatiques (137). Dès lors, il est préférable d'appliquer ces deux HE, sur le dos, le long de la colonne vertébrale ou au niveau de la voute plantaire plutôt que sur la poitrine ou le visage des enfants et des asthmatiques (73).

En outre, par mesure de précaution et afin d'éviter tout problème, la recommandation principale est de ne jamais appliquer d'HE pure ou diluée sur les muqueuses (nasale, anale, génitale) ainsi que dans les yeux et le conduit auditif (73).

Pour finir, après toute application d'HE par friction ou massage, il est important de se laver les mains d'une part car l'odeur de l'HE est tenace et d'autre part afin d'éviter tout risque de contamination oculaire qui pourrait potentiellement provoquer une irritation locale de l'œil plus ou moins dérangeante (137).

Concernant le cas particulier des bains : ils sont fortement déconseillés, voir même CI dans le cas de l'HE d'*E. globulus*, si le patient a une maladie de peau, des plaies ouvertes, des lésions cutanées étendues, une infection, une forte fièvre, des problèmes circulatoires ainsi que des problèmes cardiaques (137). De plus, les trois HE d'eucalyptus étudiées dans cette thèse étant potentiellement dermocaustiques, il est important de les ajouter dans une base pour le bain sans alcool avant de les mettre dans l'eau de ce dernier afin d'éviter toute brûlure, irritation éventuelle (74). Dans tous les cas, les HE sont hydrophobes, ainsi si elles sont ajoutées au bain telles quelles, elles vont rester à la surface de l'eau de la baignoire en formant une fine pellicule avant d'être absorbées par la peau. Pour finir, concernant les recommandations du bain aromatique, il convient de ne pas se laver afin de profiter des bienfaits de l'HE (95,97).

### **2.6.6.4- Stratégies d'utilisation selon les voies d'administration**

La voie interne est reconnue potentiellement plus dangereuse que la voie externe. En effet, la voie cutanée est la voie d'administration la moins toxique : aucune toxicité n'est avérée aux doses et dans les conditions de bonnes pratiques préconisées. En pratique, si la VO est utilisée, il est préférable de privilégier les TTT de courte durée soit maximum 7 à 10 jours de TTT d'affilée. Dans tous les cas, il ne faut pas utiliser les HE en continu (74).

---

<sup>109</sup> Laryngospasme : contraction brusque des muscles du larynx, provoquant son occlusion par accolement des cordes vocales (6)

<sup>110</sup> Bronchospasme : contraction spasmodique des muscles lisses de la paroi des bronches (6)

## **2.6.4- Précautions d'emploi selon la conservation**

Il est important d'entreposer les flacons d'HE hors de portée des enfants étant donné que ce sont des produits concentrés qui peuvent être dangereux s'ils sont mal employés. Par exemple, certaines HE peuvent être des poisons mortels en cas d'ingestion (88).

Il est aussi important de refermer avec soin les flacons d'HE entre chaque usage puisque les HE sont très volatiles et oxydables. Ainsi, l'ouverture prolongée des flacons est à éviter. Il faudra de plus les tenir à l'abri de la lumière (flacon teinté) et de la chaleur (inférieur à 35 °C) afin d'optimiser leur conservation (74).

Pour finir, il est important de respecter les dates de péremption notées sur les flacons des HE afin d'éviter toute toxicité potentielle (le limonène peut s'oxyder à l'air libre et devenir allergisant) (74).

## **2.6.5- Conduites à tenir en cas d'exposition, d'intoxication involontaire**

Si les PE ainsi que les doses thérapeutiques sont respectées, alors les HE d'eucalyptus étudiées dans cette thèse possèdent une faible toxicité globale : possible irritation de la peau et des muqueuses selon le profil du patient, possibles nausées, vomissements et embarras gastrique (70,94). Tous ces EI potentiels sont réversibles à l'arrêt du TTT.

Cependant, à la suite d'un mésusage, il est important de connaître les conduites à tenir applicables aux HE d'eucalyptus en cas de contact cutané accidentel ou d'ingestion accidentelle :

- **contact cutané accidentel** : en cas de projection ou d'absorption involontaire d'HE d'*E. globulus* pure sur la peau, sur certaines zones sensibles (organes génitaux, conduit auditif, nez, yeux) ou bien en cas d'allergie, d'intolérance ou d'irritation cutanée, il faut nettoyer la zone avec une compresse imbibée d'HV pendant une dizaine de minutes afin de diluer l'HE (73). Les HE étant hydrophobes, utiliser de l'eau risquerait d'augmenter l'irritation. Au contraire, l'application d'HV permet de diluer l'HE et donc de diminuer sa toxicité éventuelle afin d'éviter l'apparition d'irritations, de brûlures et/ou afin d'éviter l'aggravation d'irritations, de brûlures déjà présentes. Si besoin, il faut consulter, en urgence, un médecin généraliste ou un ophtalmologiste (74).

- **ingestion accidentelle** : comme vu précédemment, si l'HE d'*E. globulus* est avalée pure à dose plus ou moins importante, une gastralgie est possible. Cet effet s'améliore par la prise de plusieurs cuillères à soupe de n'importe quelle HV alimentaire (30 mL soit 2 cuillères à soupe diluent l'HE) ou par la prise de charbon végétal (poudre ou 2-4 gélules adsorbent l'HE), dans tous les cas, il ne faut pas faire vomir la personne (risque de fausse route et d'inhalation). L'action adoucissante des HV ou l'action adsorbante du charbon végétal permet de diminuer la causticité de l'HE soit l'irritabilité de l'estomac. Pour rappel, les HE sont hydrophobes, il est donc inutile de boire de l'eau après l'ingestion d'une dose massive d'HE. Toutefois, dès les premiers symptômes digestifs (nausées, vomissements) ou nerveux (troubles de la parole, de l'équilibre, vertiges, incohérences...), il faut conduire le patient dans le centre hospitalier le plus proche où un lavage d'estomac sera peut-être envisagé. Dans tous les cas et en cas de doute, il faut téléphoner au centre antipoison de la région. (73,80)

## **2.6.6- Interactions entre les HE et entre les HE et les médicaments**

Il existe peu de travaux dédiés à l'étude des interactions entre les HE elles-mêmes, tout comme des interactions entre les HE et les médicaments.

### **2.6.6.1- Risques d'interactions entre les HE**

Certains mélanges d'HE peuvent avoir un effet synergique<sup>111</sup> en ce qui concerne les effets thérapeutiques ou indésirables, c'est pourquoi il est nécessaire de veiller à l'harmonie des mélanges. Suivant le TTT, parfois il faut éviter les associations de plusieurs HE de même composition biochimique et parfois il est recommandé d'associer plusieurs HE de même composition notamment dans les TTT anti-infectieux en cas de germes multi-résistants. Dès lors, afin de limiter au maximum les risques d'interactions entre HE, il convient d'utiliser, pour un mélange, 3 à 4 HE maximum, de choisir des HE appartenant à des familles biochimiques très différentes et de diluer ces HE dans une HV (74).

### **2.6.6.2- Risques d'interactions entre les HE et les médicaments**

Il existe quelques études cliniques et non cliniques montrant des interactions possibles si les médicaments sont associés à l'HE d'*E. globulus*. Par exemple, il existe des études (167,168) qui démontrent une action sur les enzymes hépatiques impliquées dans le métabolisme des médicaments ; l'effet sur les cytochromes hépatiques P450 est dit « inducteur<sup>112</sup> » et est dû au 1,8-cinéole. De ce fait, l'HE d'*E. globulus* est donc susceptible d'accélérer l'élimination des médicaments métabolisés par ce cytochrome, diminuant ainsi leur efficacité (74). Il est à noter que le dosage utilisé en 1,8-cinéole, en aérosol lors de ces études est très supérieur aux doses thérapeutiques quotidiennes.

De ce fait, en l'absence de données suffisantes, aucune interaction médicamenteuse n'est déclarée dans la monographie de l'HMPC ou de l'ESCOP. Il convient cependant de faire attention en cas de prise concomitante avec des médicaments à marge thérapeutique étroite. En effet, sachant que l'HE d'*E. globulus* est suspectée d'être un inducteur des enzymes de détoxification (79), il serait préférable d'arrêter tout TTT avec cette HE avant de débiter un TTT à faible marge thérapeutique. Si le patient est déjà sous TTT à marge thérapeutique étroite, la consultation d'un aromathérapeute ou d'un pharmacien aromatalogue en vue d'assurer la sécurité du patient est indispensable.

Sachant que l'HE d'*E. radiata* présente aussi une quantité importante de 1,8-cinéole, il convient d'être vigilant en cas de prise concomitante avec des médicaments à marge thérapeutique étroite.

---

<sup>111</sup> Effet synergique : effet supérieur à la somme des effets unitaires (6)

<sup>112</sup> Inducteur enzymatique : substance, médicamenteuse ou non, stimulant l'activité des enzymes hépatiques qui interviennent dans le métabolisme (dégradation) d'autres substances médicamenteuses (6)

## 2.6.7- Récapitulatifs des PE des HE d'eucalyptus

A travers les limites d'utilisation de ces HE, nous venons donc de voir que ce ne sont pas des « produits naturels inoffensifs ». En effet, il est important de bien maîtriser plusieurs paramètres (HE utilisée, sensibilité du patient, voies d'administration, pathologie concernée et action recherchée) afin de garantir au comptoir, un conseil avec une innocuité parfaite pour le patient.

Dès lors, cette innocuité passe par la connaissance des limites de l'aromathérapie. Ainsi, afin de profiter pleinement des bienfaits de l'HE sans en avoir les inconvénients, il est utile de récapituler les quelques conseils et PE qui régissent l'utilisation adéquate des HE d'eucalyptus.

Les PE sont récapitulées dans les tableaux ci-après (Tableau 17, 18 et 19 respectivement pour l'HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora*).

**Tableau 17** : récapitulatif des PE de l'HE d'*E. globulus*

Précautions d'emploi de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>
<p><b>-Respecter les doses prescrites et la durée de TTT</b> : une consultation médicale s'impose pour les profils de patients particuliers (enfants, femmes enceintes, asthmatiques, épileptiques...) ou si les signes cliniques persistent ou s'aggravent au bout d'une à deux semaines.</p> <p><b>-Interdite d'emploi</b> : si l'enfant à moins de 30 mois et fortement déconseillée chez la femme enceinte ou allaitante, chez le patient neurologiquement fragile quel que soit l'âge et la voie d'administration (personnes âgées, épileptiques, toute personne avec des antécédents de convulsions fébriles ou non...).</p> <p><b>-Massage et friction</b> : ne pas utiliser l'HE (pure ou diluée) sur les peaux irritées ou à l'état pur sur les peaux fragiles, la diluer dans une HV à une concentration maximale de 10 %. Emploi localisé. Ne pas l'appliquer sur la poitrine, sur ou près du visage des moins de 6 ans et des asthmatiques : préférer l'application sur le dos. Réaliser un test de tolérance chez les patients à terrain allergique : s'il est positif, l'HE d'<i>E. globulus</i> est CI. HE non recommandée avant 4 ans en application cutanée.</p> <p><b>-Bain</b> : CI si maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées étendues, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Toujours utiliser une base pour le bain. Ne pas se laver à la fin. HE non recommandée avant 4 ans</p> <p><b>-VO</b> : ne pas utiliser cette HE à l'état pur : mettre quelques gouttes dans une cuillère à café de miel ou sur un sucre. HE fortement déconseillée aux personnes sensibles de l'estomac (ulcère...), chez les insuffisants rénaux et les asthmatiques. Non recommandée avant l'âge de 12 ans.</p> <p><b>-Diffusion atmosphérique/inhalation</b> : à éviter avant 4 ans, chez les personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sauf avis contraire du thérapeute.</p> <p><b>-Conduite à tenir en cas d'exposition accidentelle</b> : nettoyer la zone avec une compresse imbibée d'HV pendant une dizaine de minutes. Si besoin, consulter en urgence un médecin généraliste ou un ophtalmologiste.</p> <p><b>-Conduite à tenir en cas d'ingestion accidentelle</b> : prendre deux cuillères à soupe de n'importe quelle HV alimentaire ou 2 à 4 gélules de charbon végétal. Ne pas faire vomir la personne. Dès les premiers symptômes digestifs (nausées, vomissements) ou nerveux (troubles de la parole, de l'équilibre, vertiges, incohérence...), se rendre au centre hospitalier le plus proche. En cas de doute, téléphoner au centre antipoison de la région.</p> <p><b>-Conservation</b> : tenir hors de portée des enfants. Refermer avec soin les flacons d'HE et éviter leur ouverture prolongée. Les tenir à l'abri de la lumière et de la chaleur (inférieure à 35 °C). Respecter les dates de péremption notées sur les flacons des HE.</p>

**Tableau 18** : récapitulatif des PE de l'HE d'*E. radiata*

<b>Précautions d'emploi de l'HE d'<i>Eucalyptus radiata</i></b>
<p><b>-Respecter les doses prescrites et la durée de TTT</b></p> <p><b>-Utilisation fortement déconseillée</b> sans avis médical pour les profils de patients particuliers quel que soit l'âge et la voie d'administration (enfants en bas âge, femmes enceintes, asthmatiques, antécédents de convulsions, épilepsie, allergie...) ou si les signes cliniques persistent ou s'aggravent au bout d'une à deux semaines.</p> <p><b>-Femme enceinte/allaitante</b> : cette HE est fortement déconseillée au cours des trois premiers mois de grossesse. Cependant, l'utilisation au cours des deux derniers trimestres de grossesse et pendant l'allaitement est possible uniquement avec l'avis d'un aromathérapeute.</p> <p><b>-Massage et friction</b> : ne pas utiliser l'HE (pure ou diluée) sur les peaux irritées ou à l'état pur sur les peaux fragiles, la diluer dans une HV à une concentration maximale de 10 %. Emploi localisé. Ne pas l'appliquer sur la poitrine, sur ou près du visage des moins de 6 ans et des asthmatiques : préférer l'application sur le dos ou la voute plantaire. Réaliser un test de tolérance chez les patients à terrain allergique : s'il est positif, l'HE d'<i>E. radiata</i> est CI. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-Bain</b> : déconseillé en cas de maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées étendues, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Toujours utiliser une base pour le bain. Ne pas se laver à la fin. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-VO</b> : ne pas utiliser cette HE à l'état pur : mettre quelques gouttes dans une cuillère à café de miel ou sur un sucre. HE fortement déconseillée aux personnes sensibles de l'estomac (ulcère...), asthmatiques, sauf avis médical contraire. Ne pas utiliser sans avis médical lors de la prise de TTT à marge thérapeutique étroite. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-Diffusion atmosphérique/inhalation</b> : à éviter chez les personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sauf avis contraire du thérapeute. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-Conduite à tenir en cas d'exposition accidentelle</b> : nettoyer la zone avec une compresse imbibée d'HV pendant une dizaine de minutes. Si besoin, consulter en urgence un médecin généraliste ou un ophtalmologiste.</p> <p><b>-Conduite à tenir en cas d'ingestion accidentelle</b> : prendre deux cuillères à soupe de n'importe quelle HV alimentaire ou 2 à 4 gélules de charbon végétal. Ne pas faire vomir la personne. Dès les premiers symptômes digestifs (nausées, vomissements) ou nerveux (troubles de la parole, de l'équilibre, vertiges, incohérence...), se rendre au centre hospitalier le plus proche. En cas de doute, téléphoner au centre antipoison de la région.</p> <p><b>-Conservation</b> : tenir hors de portée des enfants. Refermer avec soin les flacons d'HE et éviter leur ouverture prolongée. Les tenir à l'abri de la lumière et de la chaleur (inférieur à 35 °C). Respecter les dates de péremption notées sur les flacons des HE.</p>

**Tableau 19** : récapitulatif des PE de l'HE de *C. citriodora*

Précautions d'emploi de l'HE de <i>Corymbia citriodora</i>
<p><b>-Respecter les doses prescrites et la durée de TTT</b></p> <p><b>-Utilisation fortement déconseillée</b> sans avis médical pour les profils de patients particuliers quel que soit l'âge et la voie d'administration (enfants, femmes enceintes, asthmatiques, antécédents de convulsions, épilepsie, allergie...) ou si les signes cliniques persistent ou s'aggravent au bout d'une à deux semaines.</p> <p><b>-Femme enceinte/allaitante</b> : cette HE est fortement déconseillée au cours des trois premiers mois de grossesse. Cependant, l'utilisation au cours des deux derniers trimestres de grossesse et pendant l'allaitement est possible uniquement avec l'avis d'un aromathérapeute.</p> <p><b>-Massage et friction</b> : ne pas utiliser l'HE (pure ou diluée) sur les peaux irritées ou à l'état pur sur les peaux fragiles, la diluer dans une HV à une concentration maximale de 10 % chez les sujets à peau sensible. Emploi localisé. Réaliser un test de tolérance allergique chez les patients à terrain allergique : s'il est positif, l'HE de <i>C. citriodora</i> est CI. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-Bain</b> : déconseillé en cas de maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées étendues, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Toujours utiliser une base pour le bain. Ne pas se laver à la fin. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-Diffusion atmosphérique</b> : à éviter chez les personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sauf avis contraire du thérapeute. HE à utiliser avec précautions chez les enfants.</p> <p><b>-Conduite à tenir en cas d'exposition accidentelle</b> : nettoyer la zone avec une compresse imbibée d'HV pendant une dizaine de minutes. Si besoin, consulter en urgence un médecin généraliste ou un ophtalmologiste.</p> <p><b>-Conduite à tenir en cas d'ingestion accidentelle</b> : prendre deux cuillères à soupe de n'importe quelle HV alimentaire ou 2 à 4 gélules de charbon végétal. Ne pas faire vomir la personne. Dès les premiers symptômes digestifs (nausées, vomissements) ou nerveux (troubles de la parole, de l'équilibre, vertiges, incohérence...), se rendre au centre hospitalier le plus proche. En cas de doute, téléphoner au centre antipoison de la région.</p> <p><b>-Conservation</b> : tenir hors de portée des enfants. Refermer avec soin les flacons d'HE et éviter leur ouverture prolongée. Les tenir à l'abri de la lumière et de la chaleur (inférieure à 35 °C). Respecter les dates de péremption.</p>

Les quatre parties suivantes, 2.3-, 2.4-, 2.5- et 2.6-, nous ont donc permis de développer les différentes propriétés des HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora* ainsi que leurs toxicités potentielles dont découle respectivement une multitude d'indications et de PE. Dès lors, elles apparaissent incontournables dans l'aromathérapie par leur facilité d'usage et leur plus ou moins haute tolérance, encore faut-il les connaître.

Dans la prochaine partie, nous allons nous intéresser, plus en détail, aux conseils dispensés à l'officine, à travers une enquête réalisée auprès de pharmaciens d'officine

## Partie 3 : Conseils à l'officine

Dans cette partie, un état des lieux de l'usage des trois HE d'*Eucalyptus* sp. étudiées dans cette thèse est proposé via un sondage réalisé auprès de pharmaciens d'officine. De cette enquête ont découlé des fiches pratiques destinées à l'équipe officinale pour l'aide au conseil. Pour finir, il est donné quelques exemples d'utilisation, à l'officine des HE d'*E. globulus*, d'*E. radiata* et de *C. citriodora*, au travers de pathologies souvent rencontrées au comptoir.

### 3.1- État des lieux à l'officine

En Juin 2020, à partir d'un questionnaire déjà existant (169) remanié afin de correspondre à mon sujet de thèse, j'ai réalisé une enquête courte à destination des pharmaciens d'officine afin d'appréhender leurs connaissances sur les trois HE d'*Eucalyptus* sp. étudiées dans cette thèse. Le questionnaire est rapide, simple et composé de 13 items dont 12 à réponses proposées (Annexe 4). Les réponses ont été traitées via le logiciel « Google Forms », qui donne un résumé général, ainsi que le détail de chaque réponse au questionnaire.

Ce questionnaire a été mis en ligne le 16 Juin 2020 sur deux pages Facebook à destination des pharmaciens (170,171). J'ai choisi ces deux groupes Facebook car ils rassemblent des pharmaciens de toute la France et ont, pour but, d'améliorer l'exercice officinal au quotidien mais aussi d'aider leurs confrères notamment au travers de sondages mis en ligne.

En 48 heures, 62 personnes ont répondu au questionnaire. Il convient cependant de signaler que ce sondage n'est pas à 100 % représentatif de l'ensemble des pharmaciens du territoire français car ne sont concernés que les professionnels adhérents à ces deux groupes. Cependant, cela nous offre déjà un bel état des lieux.

#### 3.1.1- Question 1

Le but de la question 1 « possédez-vous une gamme d'HE dans votre officine ? » est de montrer l'intérêt que portent les pharmaciens d'officine à l'aromathérapie.

Question 1 : possédez-vous une gamme d'HE dans votre officine ?



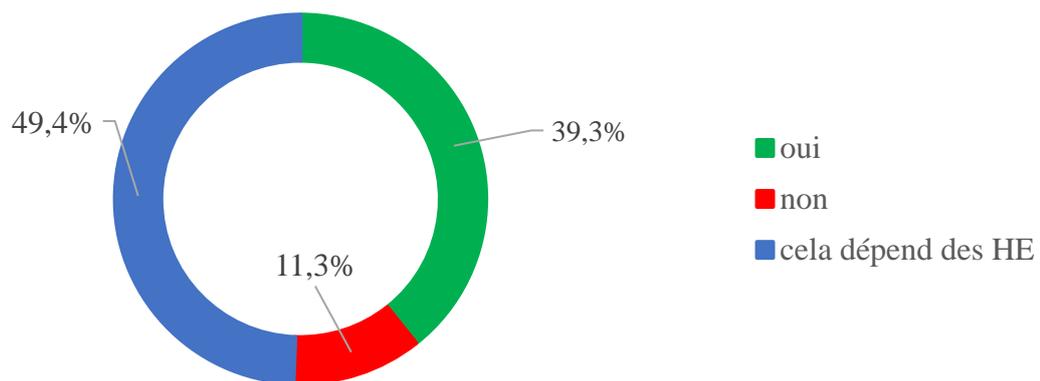
**Figure 37** : réponses à la question 1

La figure 37, révèle que plus de 95 % des pharmaciens d'officine interrogés répondent positivement. Cela démontre que la quasi-totalité des pharmaciens répondants s'intéressent à l'aromathérapie et peuvent dès lors conseiller des HE. En effet, la demande des patients étant toujours plus croissante pour les thérapeutiques dites « naturelles », il est logique que la quasi-totalité des pharmaciens d'officine affichent une gamme d'HE afin de satisfaire la demande grandissante des patients.

### 3.1.2- Question 2

Le but de la question 2 « vous sentez-vous à l'aise pour conseiller des patients sur l'aromathérapie ? » est de révéler la plus ou moins grande aisance des pharmaciens vis-à-vis du conseil en aromathérapie. Implicitement, cette question montre s'ils pensent manquer de connaissances pour apporter un conseil sécurisé et efficace aux patients.

Question 2 : vous sentez vous à l'aise pour conseiller des patients sur l'aromathérapie ?



**Figure 38** : réponses à la question 2

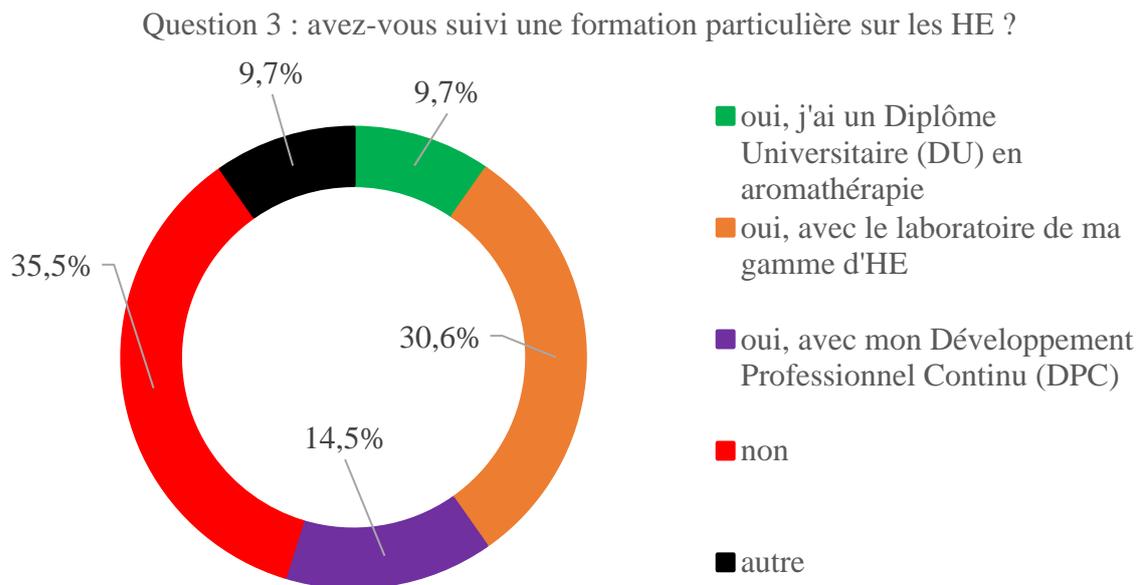
D'après la figure 38 ci-dessus, presque 50 % des pharmaciens répondent que leur aisance dépend des HE, presque 40 % se sentent à l'aise pour les conseiller (réponse oui) tandis qu'un peu plus de 10 % déclarent ne pas l'être (réponse non).

Cela révèle que la moitié des pharmaciens questionnés pense manquer de connaissances vis-à-vis de certaines HE afin d'apporter un conseil sécurisé et efficace aux patients. En même temps, il existe tellement d'HE utilisables en aromathérapie qu'il est difficile de toutes les maîtriser. Dès lors, les pharmaciens se limitent à conseiller celles qu'ils connaissent le mieux, celles pour lesquelles ils ont reçu une formation.

Cela nous amène donc à la prochaine question avec le sondage sur les formations des pharmaciens.

### 3.1.3- Question 3

Le but de la question 3 « avez-vous suivi une formation particulière sur les HE ? » est de connaître les formations suivies par les pharmaciens d'officine concernant les HE. Cela permet aussi de mettre en évidence le fait que ces derniers aient les connaissances requises pour conseiller activement le patient.



**Figure 39** : réponses à la question 3

La figure 39 ci-dessus, montre :

- qu'environ 30 % des pharmaciens interrogés ont été formés par le laboratoire avec lequel ils travaillent dans leur officine,
- qu'environ 15 % ont amélioré leurs connaissances à l'aide du DPC,
- qu'environ 10 % ont un DU d'aromathérapie,
- qu'environ 10 % ont amélioré leurs connaissances via un autre moyen. Les formations via les publications du Moniteur des pharmacies (172) et via les grossistes ont été citées.
- pour finir, environ 35 % des pharmaciens d'officine disent n'avoir reçu aucune formation sur les HE.

Ces réponses nous indiquent qu'environ deux tiers des pharmaciens répondants bénéficient de connaissances adéquates pour conseiller activement et efficacement le patient. Le dernier tiers des pharmaciens n'en devient pas moins efficace, mais ces derniers se limitent peut-être à conseiller les HE avec lesquelles ils sont le plus à l'aise soit les plus sûres pour eux. Cela fait écho à la question précédente où la moitié des pharmaciens répondants indiquaient n'être à l'aise que pour conseiller certaines HE.

Voyons d'ailleurs maintenant, au travers de la question 4, les HE avec lesquelles le pharmacien est le plus à l'aise.

### 3.1.4- Question 4

La question 4 « quelles HE délivrez-vous le plus ? » permet de nommer les HE les plus souvent conseillées par les pharmaciens d'officine afin d'identifier si les HE d'*Eucalyptus* sp. sont majoritairement utilisées ou non. Il est à savoir que celles délivrées le plus seront forcément celles présentes en rayon, le rayon pouvant parfois se limiter à un nombre restreint d'HE. De plus, celles qui seront le plus délivrées dépendront aussi beaucoup du conseil du pharmacien selon les demandes plus ou moins spécifiques des patients.

Question 4 : quelles HE délivrez-vous le plus ?

**Tableau 20** : réponses à la question 4

Nom de l'HE citée à la question 4	Nombre de réponses
HE d'arbre à thé	50
HE de ravintsara	38
HE de lavande (fine et aspic confondues)	38
HE d'eucalyptus (radié, globuleux et citronné confondus) :	<b>27</b>
-eucalyptus radié	<b>15</b>
-eucalyptus globuleux	<b>4</b>
-eucalyptus citronné	<b>1</b>
-eucalyptus sans distinction	<b>7</b>
HE de menthe poivrée	13
HE de clou de girofle	10
HE de citron	11
HE de gaulthérie	8
HE de niaouli	4
HE de camomille romaine	2
HE de laurier noble	1
HE de romarin	1
HE de cannelle	1
HE de citronnelle	1

Le tableau 20 ci-dessus montre que le trio d'HE délivrées majoritairement est le suivant : l'HE d'arbre à thé (citée par 50 pharmaciens), l'HE de ravintsara (citée par 38 pharmaciens), exæquo à la deuxième place avec les HE de lavande (aspic et fine confondues, citées par 38 pharmaciens). A la troisième place arrivent les HE d'eucalyptus (radié, globuleux et citronné confondus, citées par 27 pharmaciens soit plus de 40 % des répondants au sondage). En plus de ces 4 HE, 10 autres ont été mentionnées (Tableau 20).

Regardons de plus près les réponses concernant les HE d'eucalyptus : sur les 27 réponses, 15 pharmaciens interrogés ont mentionné l'HE d'eucalyptus radié, 4 ont mentionné l'HE d'eucalyptus globuleux, un seul a mentionné l'HE d'eucalyptus citronné et 6 ont mentionné l'HE d'eucalyptus sans préciser l'espèce. Ces réponses confirment l'utilisation majoritaire de l'HE d'*Eucalyptus* sp. par les pharmaciens répondants et plus particulièrement, l'utilisation de l'HE d'eucalyptus radié : peut-être est-ce dû à son absence d'EI lorsqu'elle est utilisée à dose thérapeutique ?

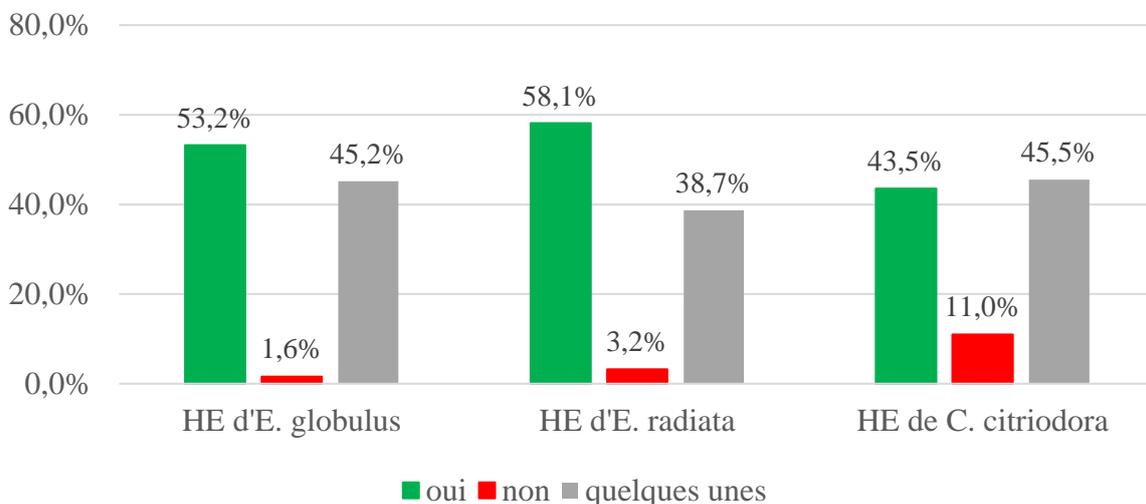
### 3.1.5- Questions 5, 6 et 7

Les 5<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> questions portent sur les connaissances des pharmaciens et plus particulièrement sur les propriétés des HE d'*E. globulus* (Question 5 : « connaissez-vous les propriétés de l'HE d'*E. globulus* ? »), d'*E. radiata* (Question 6 : « connaissez-vous les propriétés de l'HE d'*E. radiata* ? ») et de *C. citriodora* (Question 7 : « connaissez-vous les propriétés de l'HE de *C. citriodora* ? »), dont découlent les indications. Ainsi, si le pharmacien répond positivement à la question, il devrait pouvoir répondre correctement aux questions suivantes. Cela nous permettra de lier les réponses des questions 5, 6, 7 avec les réponses des questions 8, 9 et 10.

Question 5 : connaissez-vous les propriétés de l'HE d'*E. globulus* ?

Question 6 : connaissez-vous les propriétés de l'HE d'*E. radiata* ?

Question 7 : connaissez-vous les propriétés de l'HE de *C. citriodora* ?



**Figure 40** : réponses aux questions 5, 6 et 7

La figure 40 montre que seulement 1,6 % et 3,2 % des pharmaciens ont répondu négativement à cette question concernant respectivement les HE d'*E. globulus* et d'*E. radiata*, alors que 53,2 % et 58,1 % déclarent connaître les propriétés de ces HE. Par ailleurs près de 40 % des pharmaciens répondants pour l'HE d'*E. radiata* et environ 45 % pour celle d'*E. globulus* pensent n'en connaître que quelques-unes. Il apparaîtrait donc que les pharmaciens répondants se sentent autant à l'aise avec l'HE d'*E. radiata* qu'avec celle d'*E. globulus*. Cependant, l'HE d'*E. radiata* ayant été plus mentionnée à la question précédente, nous pouvons supposer encore une fois que cela est dû à sa grande innocuité, dès l'instant où les doses physiologiques sont respectées. Nous pouvons aussi imaginer que les pathologies des voies aériennes hautes sont plus souvent rencontrées à l'officine ou que le pharmacien s'oriente plus facilement vers l'aromathérapie lorsqu'il s'agit de soigner, soulager les symptômes de ces pathologies.

Concernant l'HE d'eucalyptus citronné, 11 % des pharmaciens répondants déclarent ne pas connaître ses propriétés, ce qui est un pourcentage plus élevé que pour les deux HE d'eucalyptus précédentes ; 45,5 % déclarent n'en connaître que quelques-unes tandis que 43,5 % répondent favorablement à cette question. Dès lors, il apparaît que les pharmaciens répondants se sentent plus à l'aise pour délivrer les HE d'*E. radiata* et d'*E. globulus* par rapport à l'HE de *C. citriodora*. Cette réponse est en accord avec la question 4 où seulement une personne a cité l'HE d'eucalyptus citronné parmi les plus fréquemment délivrées.

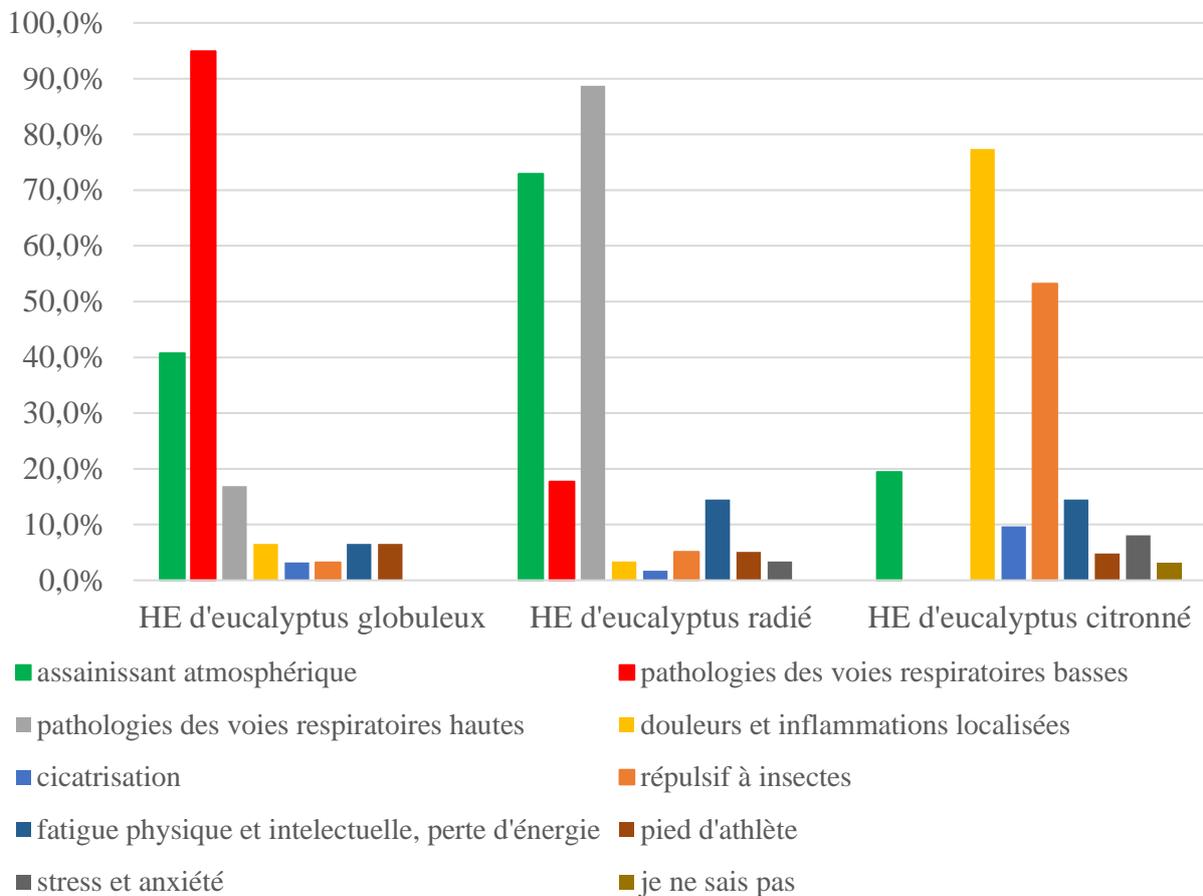
### 3.1.6- Questions 8, 9 et 10

Les questions 8, 9 et 10 respectivement : « dans quel cas orientez-vous le patient vers l'HE d'*E. globulus* ? », « dans quel cas orientez-vous le patient vers l'HE d'*E. radiata* ? » et « dans quel cas orientez-vous le patient vers l'HE de *C. citriodora* ? », sont en lien avec le trio de questions précédentes et abordent le conseil des HE d'eucalyptus globuleux, radié et citronné afin de connaître les connaissances des pharmaciens concernant les indications des eucalyptus.

Question 8 : dans quel cas orientez-vous le patient vers l'HE d'*E. globulus* ?

Question 9 : dans quel cas orientez-vous le patient vers l'HE d'*E. radiata* ?

Question 10 : dans quel cas orientez-vous le patient vers l'HE *C. citriodora* ?



**Figure 41** : réponses aux questions 8, 9 et 10

La figure 41 révèle que plus de 90 % des pharmaciens répondants déclarent conseiller l'HE d'*E. globulus* dans les pathologies des voies respiratoires basses et plus de 80 % déclarent conseiller l'HE d'*E. radiata* dans les pathologies des voies respiratoires hautes. Ainsi, le tropisme sur les voies respiratoires hautes et basses est bien connu des pharmaciens répondants. Cependant, environ 40 % vont conseiller l'HE d'*E. globulus* en tant qu'assainissant atmosphérique contre plus de 70 % pour l'HE d'*E. radiata*, alors qu'elles possèdent toutes deux cette indication. Nous pouvons supposer que cette différence de pourcentage est due au fait que les pharmaciens répondants ne connaissent pas cette indication pour l'HE d'*E. globulus* ; nous pouvons aussi supposer que les pharmaciens répondants privilégient l'HE d'*E. radiata* dans cette indication car cette dernière ne présente aucune toxicité à dose physiologique (soit 300 mg/jour pour un adulte de 70 kg (157), ce qui équivaut à 10 gouttes).

Pour finir concernant l'HE d'*E. globulus*, moins de 20 % des pharmaciens répondants déclarent la conseiller dans les pathologies des voies respiratoires hautes et moins de 10 % déclarent conseiller cette HE en vue de soulager les douleurs et les inflammations localisées, en vue de favoriser la cicatrisation, en tant que répulsif à insecte, ainsi que lors de mycoses. Ces indications sont moins connues car secondaires par rapport à l'indication sur les voies respiratoires basses et l'indication en tant qu'assainissant atmosphérique. En revanche, contrairement à ce qu'un petit pourcentage de pharmaciens a répondu, cette HE n'agit pas lors de fatigue physique et intellectuelle, c'est l'HE d'*E. radiata* qui est conseillée dans ce cas-là.

D'ailleurs, concernant l'HE d'*E. radiata*, moins de 20 % des pharmaciens répondants déclarent la conseiller dans les pathologies des voies respiratoires basses ainsi qu'en cas de fatigue physique et intellectuelle. Ces indications sont moins connues car secondaires par rapport à l'indication sur les voies respiratoires hautes et l'indication en tant qu'assainissant atmosphérique. Cependant, contrairement à ce qu'un faible pourcentage de pharmaciens a répondu, cette HE n'est pas indiquée pour la cicatrisation ou en cas de douleurs, ni pour repousser les insectes ou en cas de mycoses ; elle n'agit pas non plus pour soulager le stress. Ces indications sont plutôt retrouvées pour l'HE d'*E. globulus* et/ou de *C. citriodora*. (se référer à la partie 2.3.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d'*Eucalyptus globulus* et la partie 2.5.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE de *Corymbia citriodora*).

Concernant maintenant l'HE de *C. citriodora*, la figure 41 montre que plus de 70 % des pharmaciens répondants déclarent conseiller cette HE en cas de douleurs et d'inflammations localisées ; plus de 50 % déclarent la conseiller en tant que répulsif et aucun pharmacien ne déclare la conseiller dans les pathologies respiratoires. Cela montre que la plupart des pharmaciens répondants connaissent les propriétés principales de cette HE. De plus, cela montre aussi qu'il n'y a pas de confusion avec les autres HE d'eucalyptus concernant les indications sur les voies respiratoires.

Pour finir, moins de 20 % des pharmaciens répondants, déclarent conseiller l'HE de *C. citriodora* en tant qu'assainissant atmosphérique et moins de 10 % déclarent la conseiller lors de mycoses ainsi qu'en cas de stress et d'anxiété. Ces indications sont moins connues car secondaires par rapport à l'indication en tant que répulsif et l'indication en vue de soulager les douleurs et l'inflammation localisées mais elles sont tout de même importantes à connaître. En revanche, contrairement à ce que quelques pharmaciens ont répondu, cette HE n'agit ni sur la fatigue physique, ni sur la fatigue intellectuelle, ni sur la cicatrisation : ces indications sont plutôt retrouvées pour l'HE d'*E. globulus* ou d'*E. radiata*. (se référer à la partie 2.3.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d'*Eucalyptus globulus* et la partie 2.4.2- Propriétés pharmacologiques de l'HE d'*Eucalyptus radiata*).

Ces trois questions nous permettent de mettre en évidence que les indications principales des différentes HE d'eucalyptus sont bien connues par la plupart des pharmaciens répondants. De plus, il n'existe pas de confusion entre ces HE en ce qui concerne leurs indications principales. En revanche, les indications secondaires de ces HE sont moins connues et il existe certaines confusions entre les différents eucalyptus. Sachant que les indications découlent des propriétés, ces questions font échos aux précédentes où environ 40 % des pharmaciens répondants disaient ne connaître que quelques une des propriétés des HE d'eucalyptus.

Par exemple, les utilisations de l'HE d'*E. globulus* dans les pathologies des voies respiratoires basses et en tant qu'assainissant sont plus connues, par les pharmaciens répondants, que ses pouvoirs cicatrisants, répulsifs, antidouleur... De même, les utilisations de l'HE d'*E. radiata* dans les pathologies des voies respiratoires hautes et en qualité d'assainissant sont plus connues par les pharmaciens répondants que ses utilisations dans les pertes d'énergie. Pour finir, les utilisations de l'HE de *C. citriodora* comme répulsif, antidouleur et anti-inflammatoire sont plus connues par les pharmaciens répondants que les utilisations dans les cas de mycoses, stress ou anxiété.

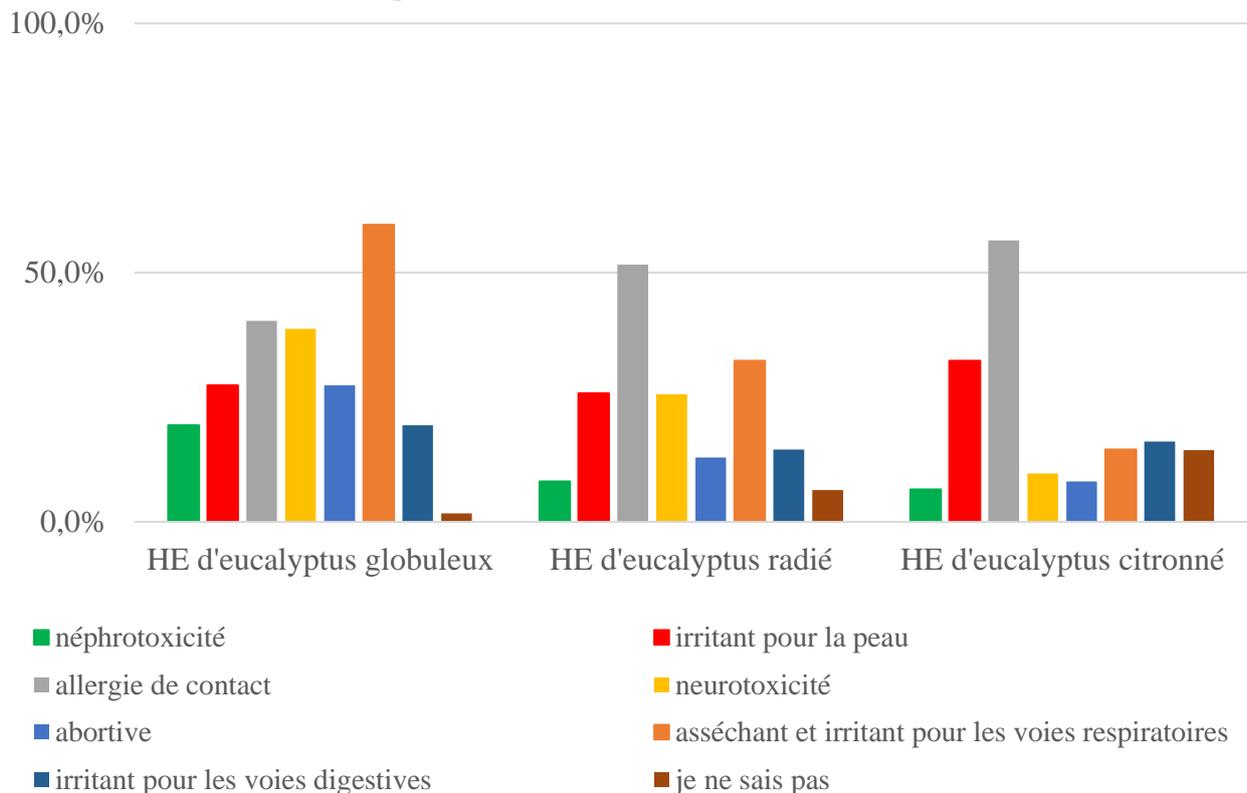
### 3.1.7- Questions 11, 12 et 13

Les questions 11, 12 et 13 (« quels sont les EI éventuels de l'HE d'*E. globulus* (question 11), d'*E. radiata* (question 12) et de *C. citriodora* (question 13) ? ») abordent les éventuels EI des HE d'eucalyptus globuleux, radié et citronné afin de savoir si le pharmacien d'officine peut ensuite, lors du conseil, assurer une dispensation sécurisée au vu des PE et des CI qui découlent de ces EI.

Question 11 : quels sont les EI éventuels de l'HE d'*E. globulus* ?

Question 12 : quels sont les EI éventuels de l'HE d'*E. radiata* ?

Question 13 : quels sont les EI éventuels de l'HE *C. citriodora* ?



**Figure 42** : réponses aux questions 11, 12 et 13

La figure 42 ci-dessus nous informe que le seul EI de l'HE d'*E. globulus* cité à plus de 50 % par les pharmaciens d'officine répondants est un assèchement et une irritation des voies respiratoires. Cependant, cette HE possède de nombreux autres EI à prendre en compte. En effet, tous les EI proposés dans la question 11 se retrouvent potentiellement dans cette HE (se référer à la partie 2.6- Limites d'utilisation des HE d'eucalyptus). Concernant l'HE d'*E. radiata* et de *C. citriodora*, le seul EI cité à plus de 50 % est l'allergie de contact. Il est vrai que ces HE sont non toxiques à doses physiologiques en dehors d'une éventuelle allergie. Toutefois, il est toujours important de connaître les éventuels EI lorsque les HE sont utilisées à dose non physiologique afin de prodiguer le conseil le plus sécurisé possible (se référer à la partie 2.6- Limites d'utilisation des HE d'eucalyptus).

Ce trio de questions nous a permis de démontrer que les EI potentiels des HE d'*Eucalyptus* sp. ne sont pas tous connus par la majorité des pharmaciens répondants. Or, cela s'avère nécessaire afin de prodiguer un conseil adapté, sécurisé et efficace auprès du patient.

### **3.1.8- Résumé du sondage**

En résumé, ce sondage montre que les pharmaciens répondants portent de l'intérêt à l'aromathérapie, bien qu'environ 40 % d'entre eux n'aient pas reçu de formation.

De plus, tous les pharmaciens interrogés ont pu citer au moins 3 HE qu'ils conseillent régulièrement (jusqu'à 10 HE citées dans la quatrième question). Les pharmaciens orientent d'ailleurs souvent les patients vers les HE d'arbre à thé, de ravintsara, de lavande et d'eucalyptus. En ce qui concerne les HE d'eucalyptus, l'HE d'eucalyptus radié est la plus citée : cela nous confirme son utilisation aisée. En revanche, seulement une minorité de pharmaciens conseillent l'HE d'eucalyptus globuleux (peut-être est-ce dû à son usage restreint ?) et d'eucalyptus citronné (ils n'ont peut-être pas l'occasion de la conseiller ? Ils privilégient peut-être d'autres HE pour les mêmes indications ? Par exemple l'HE de gaulthérie est plus citée et est aussi anti-inflammatoire).

Concernant les propriétés et les indications des HE d'eucalyptus globuleux, radié et citronné, les professionnels interrogés semblent en connaître quelques-unes : ce sont surtout les indications principales qui sont connues. En revanche, il existe une certaine confusion en ce qui concerne les indications secondaires de ces HE.

Pour finir, les EI potentiels de ces HE ne sont pas bien connus par la majorité des pharmaciens répondants. Or, de ces EI découlent des PE et parfois des CI qui sont importantes à connaître afin de prodiguer un conseil sécurisé vis-à-vis du patient.

De ce fait, la création de fiches conseils à destination des pharmaciens et de l'équipe officinale semble pertinente.

Pour rappel, les HE ne s'obtiennent pas qu'en pharmacie, le patient peut s'en procurer dans des magasins bio, sur des sites internet... Cependant, acheter des HE en officine présente plusieurs avantages pour le patient :

- les HE sont de qualité (se référer à la partie 2.2- Comment obtenir une HE d'eucalyptus de qualité ?).
- la qualité, associée au conseil prodigué par l'équipe officinale permet d'éviter tout mésusage des HE par le patient si ce dernier respecte les recommandations faites par son pharmacien. Les fiches conseils sont donc un outil à disposition de l'équipe officinale afin de dispenser un conseil sécurisé pour le patient.

## 3.2- Fiches conseils/Guide pratique

Au regard des réponses au questionnaire précédent, la création de fiches conseils sur les HE d'eucalyptus est utile en vue de sécuriser leur emploi. Ces fiches ont été créées en regroupant les données issues des deux parties précédentes de cette thèse portant à la fois sur la botanique et sur l'aromathérapie.

Cette fiche pratique comprend :

- le **nom commun** de la plante, son **nom latin** et sa **famille**,
- une **présentation** succincte de la plante,
- la **partie** de la plante utilisée pour la **distillation**,
- sa **spécificité biochimique**,
- un tableau associant les **propriétés de l'HE** avec ses **indications principales** et les **molécules impliquées majoritairement**,
- un tableau regroupant les **EI potentiels** de l'HE avec les molécules impliquées majoritairement et les **PE** qui en découlent, associés à la voie d'administration.

Voici ci-dessous, la fiche pratique de l'HE d'eucalyptus citronné (Figure 43). L'ensemble des fiches pratiques se trouve à l'Annexe 5.

### Eucalyptus citronné

*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S Johnson, Myrtacées

**Présentation** : cet eucalyptus est originaire du nord-est de l'Australie, dans l'Etat de Queensland. Le terme « *citriodora* » fait référence à l'odeur citronnée des feuilles

**Organe producteur de l'HE** : feuilles et extrémités des rameaux

**Spécificité biochimique** : citronellal, citronnelol, isopulégol

Propriétés principales		Indications principales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- anti-inflammatoire, antirhumatismale et antalgique (citronellal)</li> <li>- insectifuge (citronellal)</li> <li>- <i>autres propriétés : calmante, sédative, antibactérienne, antifongique, antivirale</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- soulager la douleur et l'inflammation des pathologies <b>musculaires, articulaires, nerveuses</b>, respiratoires, génitales, urinaires...</li> <li>- répulsif naturel (moustiques) et apaisant cutané naturel (piques de moustiques, zona...).</li> <li>- <i>autres indications : pied d'athlète ; stress, anxiété</i></li> </ul>	
Effets indésirables potentiels		Interdite d'emploi	
AUCUN SI LES DOSES SONT RESPECTÉES		- pas d'interdiction absolue sauf chez le <b>patient allergique</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- à dose non-physiologique :</li> <li>- irritation cutanée (monoterpénols, citronellal)</li> <li>- irritation des voies respiratoires (citronellal)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- par mesure de précautions, interdiction relative :</li> <li>- &lt; 30 mois et à utiliser avec précautions chez les <b>moins de 7 ans</b></li> <li>- aux épileptiques et si antécédents de convulsions</li> <li>- au cours du 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse. Pour les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres, pendant l'allaitement : sur avis médical</li> </ul>	
Précautions d'emploi selon la voie d'administration			
<b>Voie locale :</b> <b>à privilégier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>massage et friction</b> : test de tolérance obligatoire pour les patients avec un terrain allergique <ul style="list-style-type: none"> <li>* HE à n'utiliser que sur peau saine, non irritée. A utiliser diluée dans une HV pour les peaux fragiles : concentration maximale de 10 %</li> <li>* à appliquer préférentiellement sur le dos et la voute plantaire des moins de 6 ans et des asthmatiques. Eviter le visage et la poitrine</li> </ul> </li> <li>- <b>bain</b> : déconseillé en cas de maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Ne pas se laver après</li> </ul>		
<b>Diffusion :</b> <b>à privilégier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- à éviter en présence de personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sans avis médical</li> <li>- <b>ne pas utiliser en inhalation</b></li> </ul>		

**Figure 43** : fiche pratique concernant l'HE d'eucalyptus citronné

### **3.3- Quelques exemples d'utilisation**

Après avoir élaboré les fiches conseils des différents eucalyptus, détaillons maintenant quelques exemples d'utilisations principales de ces derniers au travers de pathologies souvent rencontrées au comptoir. Ces quelques exemples seront ajoutés aux fiches pratiques des HE d'eucalyptus (Annexe 5). Les HE seront toutes conseillées pures ou diluées dans une HV dans la mesure où il s'agit du conseil le plus souvent dispensé au comptoir. Préparations magistrales et spécialités industrielles ne seront pas abordées ici.

#### **3.3.1- Utilisation de l'HE d'*Eucalyptus globulus***

L'HE d'*E. globulus* peut être utilisée dans de nombreux domaines (respiratoire, cicatrisant, douleur, insecticide...). Elle est cependant utilisée majoritairement pour son activité au niveau des voies respiratoires basses. Aussi, voyons quelques conseils à prodiguer au comptoir dans ce domaine.

L'HE d'*E. globulus* possédant une myriade de propriétés au niveau des voies respiratoires basses, nous pourrions la proposer aux patients en vue de prévenir, de soigner ou d'améliorer (calmer les symptômes, dégager les voies respiratoires) leurs affections broncho-pulmonaires (bronchite aiguë, grippe...). Dans une moindre mesure, nous pourrions la proposer aux patients souffrant de pathologies des voies respiratoires hautes (rhinite<sup>113</sup>, sinusite, (rhino)-pharyngite<sup>114</sup>, laryngite<sup>115</sup>, angine<sup>116</sup>, grippe...). Cependant, les voies respiratoires hautes étant préférentiellement ciblées par l'HE d'*E. radiata*, nous verrons ces pathologies dans la partie 3.3.2-. Pour finir, nous pouvons aussi conseiller l'HE d'*E. globulus* à des personnes cherchant à assainir leur atmosphère intérieure (71,173).

##### **3.3.1.1- Utilisation en préventif dans certaines affections hivernales**

L'HE d'*E. globulus* est hautement antiseptique, décongestionnante et expectorante, elle peut ainsi être conseillée chez des patients cherchant à se prémunir contre les pathologies aiguës des voies respiratoires basses souvent rencontrées en périodes hivernales. Dès lors, voici quelques exemples d'utilisation de cette HE à travers différentes voies d'administration :

- **diffusion** : en vue d'assainir l'atmosphère pendant les périodes hivernales, un mélange à 50 % d'HE d'*E. globulus* et 50 % d'HE d'*E. radiata* peut être conseillé en diffusion (5 gouttes de chaque). La diffusion peut se faire avec un diffuseur électrique ou bien avec une coupelle à moitié remplie d'eau qui sera posée sur un radiateur. Il convient d'effectuer la diffusion pendant 15 à 20 minutes maximum, 3 à 4 fois par jour afin de ne pas saturer l'air en HE en vue d'éviter toutes irritations délétères des muqueuses respiratoires. (112,174)

- **inhalation sèche** : quelques gouttes (2 à 3 gouttes) d'HE d'*E. globulus* sur un oreiller ou sur un mouchoir, pour la prévention des affections hivernales (8).

---

<sup>113</sup> **Rhinite** : inflammation aiguë (infection...) ou chronique (allergie, pollution...) de la muqueuse des voies respiratoires, en particulier des fosses nasales (6)

<sup>114</sup> **(rhino)-Pharyngite** : inflammation aiguë du (rhino)-pharynx (6)

<sup>115</sup> **Laryngite** : inflammation aiguë ou chronique du larynx (6)

<sup>116</sup> **Angine** : maladie inflammatoire aiguë du pharynx (6)

- **VO** : en vue de se prémunir des affections hivernales, mettre 1 goutte d'HE d'*E. globulus* dans une cuillère à café de miel ou sur un sucre et laisser fondre le tout dans la bouche. Il est aussi possible d'utiliser ce mélange pour sucrer une tisane. Dans tous les cas, cette utilisation se fait au maximum 3 fois par jour pendant 3 semaines à la fin de l'automne (95).

### **3.3.1.2- Utilisation en curatif dans certaines affections hivernales**

L'HE d'*E. globulus* peut être conseillée à des patients en vue de soigner, d'améliorer les symptômes des pathologies aiguës des voies respiratoires basses qu'ils auraient contractées. Dès lors, voici quelques exemples d'utilisation de cette HE à travers différentes voies d'administration que nous pouvons conseiller au patient sans avoir recours à une ordonnance (durée de TTT : 1 semaine environ) :

- **massage et friction** : pour soulager les difficultés respiratoires d'un patient souffrant d'une bronchite, il peut lui être conseillé de diluer 10 gouttes d'HE d'*E. globulus* dans 10 mL d'HV puis d'appliquer 3 à 4 gouttes de ce mélange en massage sur le thorax et/ou le haut du dos 3 fois par jour (174).

- **bain** : afin de décongestionner et de purifier les voies respiratoires d'un patient souffrant d'une bronchite, il peut aussi lui être conseillé de mettre dans son bain, 20 gouttes d'HE d'*E. globulus* diluées dans une base pour bain et d'y rester 10 à 20 minutes en respirant profondément (174).

- **diffusion atmosphérique** : pour éviter la contamination de l'entourage du patient qui présente une affection respiratoire (bronchite, grippe...) et d'accélérer le retour à la normale concernant le patient, il est possible de lui conseiller la réalisation d'une diffusion atmosphérique pour purifier l'air ambiant de son intérieur. Il peut lui être conseillé d'utiliser en diffusion, l'HE d'*E. globulus* pure (10 gouttes) ou mélangée par exemple à parts égales avec de l'HE d'*E. radiata* (5 gouttes de chaque), pendant 15 à 20 minutes maximum, matin et soir. (112,174)

- **VO** : si le patient se plaint de toux grasse due à sa bronchite, il peut lui être conseillé de mettre 1 goutte d'HE d'*E. globulus* dans 1 cuillère à soupe de sirop pour toux grasse comme la Carbocystéine®, 3 fois par jour après les repas (112).

### **3.3.2- Utilisation de l'HE d'*Eucalyptus radiata***

Tout comme l'HE d'*E. globulus*, celle d'*E. radiata* peut être utilisée dans les pathologies des voies respiratoires. Au contraire de la première, elle cible plus particulièrement les voies respiratoires hautes. Aussi, voyons quelques conseils à dispenser au comptoir dans ce domaine-là.

L'HE d'*E. radiata* possédant de nombreuses propriétés au niveau des voies aériennes supérieures, elle est donc un allié de choix lorsque le patient souffre d'affections de la sphère ORL (bactériennes ou virales : rhinite, sinusite, rhinopharyngite, otite, grippe, épidémies virales...) en vue de les soigner et/ou de les améliorer (en calmant par exemple les symptômes de la toux grasse, en dégagant le nez bouché...). Cette HE peut aussi être utilisée si le patient souhaite stimuler son immunité et assainir l'air ambiant de son domicile en vue de se prémunir contre ces affections hivernales. (116)

### 3.3.2.1- Utilisation en préventif dans certaines affections hivernales

L'HE d'*E. radiata* est hautement antiseptique, décongestionnante, expectorante et stimulante. Elle peut ainsi être conseillée chez des patients cherchant à se prémunir contre les pathologies aiguës des voies respiratoires hautes souvent rencontrées en périodes hivernales. Dès lors, voici quelques exemples d'utilisation de cette HE à travers différentes voies d'administration :

- **diffusion** : en vue d'assainir l'atmosphère pendant les périodes hivernales, il peut être conseillé au patient de diffuser un mélange à 50 % d'HE d'*E. globulus* et 50 % d'HE d'*E. radiata* ou un mélange à 50 % d'HE de *Cinnamomum camphora* (HE de ravintsara, riche en 1,8-cinéole : excellent antivirale des affections des voies respiratoires (73)) et 50 % d'HE d'*E. radiata* (174). Il convient de diffuser 10 gouttes de ce mélange, 3 à 4 fois par jour pendant 15 minutes environ afin de prévenir l'apparition de maladies virales contagieuses comme la grippe (140).

- **inhalation sèche et humide** : quelques gouttes (2 à 3 gouttes) d'HE d'*E. radiata* sur un mouchoir ou dans un bol d'eau chaude peuvent être conseillées au patient en prévention contre les affections hivernales virales et contagieuses comme la grippe (174). Pour l'inhalation sèche, il convient de respirer dans le mouchoir plusieurs fois par jour. Concernant l'inhalation humide, il convient de respirer une dizaine de minutes les vapeurs qui s'échappent de l'inhalateur ou du bol (140) ; ne pas dépasser cette durée afin d'éviter toutes irritations éventuelles au niveau du nez et des bronches (73). De plus, il est important de conseiller au patient de mettre de l'eau chaude et non bouillante afin d'éviter toute brûlure. Toutefois, la quantité d'eau n'a aucune importance, car les HE étant insolubles dans l'eau, elles vont flotter à la surface (73). Pour finir, nous conseillerons au patient de bien fermer ses yeux et de se mettre une serviette sur la tête si l'inhalation est faite avec un bol d'eau chaude et non avec un inhalateur. Dans le cas de ce dernier, il suffit de respirer les vapeurs qui s'en dégagent en positionnant sa bouche et son nez dans l'embouchure prévue à cet effet (175).

- **massage hivernal** : l'HE d'*E. radiata* peut aussi être conseillée en prévention contre les virus en appliquant 3 à 4 gouttes tous les matins sur le thorax et le dos (ou sur la plante des pieds) pendant la période hivernale à risque. Concernant les tous petits ou les personnes sensibles, cette HE peut être diluée dans une HV (amande douce par exemple) à une concentration maximale de 10 %. Selon certains auteurs, l'HE diluée peut être utilisée dès 3 mois, en appliquant 3 à 4 gouttes du mélange sur la plante des pieds (141).

- **bain** : le bain peut être conseillé si le patient souhaite lutter contre le froid. Voici un exemple de synergie pour un bain anti-coup de froid, tiré du site du laboratoire Cosbionat : mettre 10 gouttes d'HE d'eucalyptus radié et 10 gouttes d'HE d'arbre à thé (HE de *Melaleuca alternifolia*, riche en 4-terpinéol : HE anti-infectieuse polyvalente (73)) dans 1 cuillère à soupe de base neutre pour le bain, verser le mélange dans l'eau bien chaude du bain et rester 10 à 15 minutes dans ce dernier en respirant profondément, ne pas se rincer à la fin (97).

### 3.3.2.2- Utilisation en curatif dans certaines affections hivernales

L'HE d'*E. radiata* peut être utilisée en vue de soigner, d'améliorer les symptômes des pathologies aiguës et chroniques des voies respiratoires hautes (rhinite, sinusite, rhinopharyngite, grippe, otite, toux grasse, nez bouché...).

Voici quelques exemples d'utilisation de cette HE à travers différentes voies d'administration que nous pouvons conseiller au patient sans avoir recours à une ordonnance (durée de TTT : 1 semaine environ) :

- **VO** : si le patient souffre d'une sinusite, d'un rhume, d'un état fébrile, il peut lui être conseillé de déposer 1 à 2 gouttes d'HE d'*E. radiata* sur un support neutre (1 cuillère à café de miel, sucre de canne) et de laisser fondre le tout sous sa langue, à faire maximum 3 fois par jour (140,156).

- **diffusion atmosphérique** : pour éviter la contamination de l'entourage du patient qui présente une affection respiratoire (grippe, rhume, toux...) et accélérer le retour à la normale concernant le patient, il est possible de lui conseiller la réalisation d'une diffusion atmosphérique pour purifier l'air ambiant de son intérieur (174). Il peut lui être proposé d'utiliser en diffusion, l'HE d'eucalyptus radié pure (10 gouttes) ou mélangée par exemple à parts égales avec de l'HE d'eucalyptus globuleux ou de ravintsara (5 gouttes de chaque), pendant 15 à 20 minutes maximum, 3 à 4 fois par jour (140). Voici un autre exemple de synergie tiré du site du laboratoire Cosbionat (97), à utiliser contre la rhinite et la sinusite : verser dans le diffuseur 5 gouttes des HE suivantes : eucalyptus radié, sapin baumier (HE d'*Abies balsamea* : antiseptique respiratoire, antitussive, expectorante et oxygénante (73)), citron jaune (HE de *Citrus limon*, riche en limonène : antiseptique atmosphérique (73)) et pin sylvestre (HE de *Pinus sylvestris* riche en monoterpènes (pinène et limonène) : antiseptique respiratoire (73)).

- **inhalation sèche et humide** : l'inhalation (sèche ou humide) est excellente pour déboucher le nez, décongestionner la muqueuse nasale ou les sinus. L'HE d'*E. radiata* peut donc être conseillée en inhalation sèche ou humide chez un patient qui souffre de nez bouché. Dans l'inhalation sèche, nous conseillerons de mettre 2 à 3 gouttes de cette HE sur un mouchoir ou un stick inhalateur et de respirer plusieurs fois par jour. Concernant l'inhalation humide, il est recommandé de mettre 5 à 6 gouttes de cette HE dans un bol d'eau chaude (ou dans l'inhalateur) maximum 3 fois par jour pendant 10 minutes (140).

- **massage et friction** : l'HE d'eucalyptus radié étant un puissant expectorant, elle peut être associée à l'HE de ravintsara contre les rhinopharyngites et contre la grippe (156). Cette HE peut aussi être associée à l'HE de ravensara (HE de *Cryptocarya agathophylla* feuille : antivirale et tonique général (73)) dans les états grippaux, le rhume, la sinusite. Si un patient souffre de ces affections, il peut lui être conseillé de faire ces mélanges avec 3 gouttes de chaque HE puis le mélange peut être appliqué sur le thorax, le dos ou la voute plantaire en friction 2 à 5 fois par jour (140).

- **bain** : le bain peut être utilisé pour purifier et décongestionner les voies respiratoires. Il peut donc être conseillé chez les patients souffrant notamment de rhinite, sinusite, grippe... il peut leur être recommandé de diluer 20 gouttes d'HE d'*E. radiata* dans une base pour bain puis de mélanger cette base à l'eau du bain et de rester 10 à 20 minutes dans ce dernier en respirant profondément (174).

- **cas particulier des otites** : si un patient se plaint d'une otite, il est possible de recommander le mélange suivant à partir de l'âge de 3 ans : 1 goutte d'HE d'eucalyptus radié et 1 goutte d'HE de niaouli (HE de *Melaleuca quinquenervia* riche en 1,8-cinéole et contient un composé caractéristique : le viridiflorol, l'ensemble de ses composés en fait une HE antivirale puissante et un bon anti-infectieux en ORL notamment dans les otites (73)), à appliquer en massage sur le contour de l'oreille quatre fois par jour pendant une semaine afin de soulager l'otite. Il ne faut surtout pas introduire d'HE à l'intérieur du conduit auditif. (140)

### **3.3.3- Utilisation de l'HE de *Corymbia citriodora***

L'HE de *C. citriodora* peut être utilisée dans de nombreux domaines (douleur et inflammation, lutte vectorielle, infectiologie, relaxation ...). Elle est cependant utilisée majoritairement pour son activité contre la douleur et l'inflammation ainsi que pour son activité de lutte vectorielle. Aussi, voyons quelques conseils à effectuer au comptoir dans ces deux domaines.

#### **3.3.3.1- Domaine de la douleur et de l'inflammation**

L'HE de *C. citriodora* étant à la fois anti-inflammatoire, antalgique et antirhumatismale, elle va pouvoir être conseillée en priorité à des patients souffrant de pathologies musculaires (crampes, courbatures, maux de dos...), articulaires (rhumatismes : arthrose, arthrite...), nerveuses ainsi qu'à des patients souffrant de pathologies respiratoires, génitales et urinaires afin de soulager leurs symptômes d'inflammation et de douleur (80).

#### **\*Douleurs/inflammations musculaires, articulaires, nerveuses**

Au vue de ses propriétés, l'HE de *C. citriodora* peut être utilisée afin de soulager de multiples pathologies au niveau musculaire, articulaire ainsi qu'au niveau du trajet des nerfs et des tendons (sciatiques, tendinites...).

Voici quelques exemples d'utilisation de cette HE à travers différentes voies d'administration. Sans avoir recours à une ordonnance, nous pouvons conseiller le patient de manière à soulager la douleur et l'inflammation de ces différents types de pathologies :

- **bain** : pour soulager des patients souffrant de douleurs et/ou d'inflammations dues à des pathologies musculaires et articulaires, un bain avec des HE peut leur être proposé. Certains auteurs recommandent de diluer 20 gouttes d'HE de *C. citriodora* dans une base pour bain et de rester 10 à 20 minutes dans ce dernier (174).

- **massage** : tout comme le bain, l'application par massage de l'HE de *C. citriodora* va permettre de soulager les douleurs et les inflammations des patients souffrant de pathologies musculaires, articulaires, tendineuses et nerveuses de tous types. Pour soulager leurs symptômes, il peut être recommandé aux patients d'appliquer, en massant, l'HE de *C. citriodora* diluée dans une HV (10 gouttes d'HE pour 10 mL d'HV (174)), 3 à 5 fois par jour pendant 1 à 3 semaines selon la douleur (164). Cette HE peut aussi être recommandée au travers de synergies, en voici quelques exemples à conseiller aux patients : mélanger 5 gouttes d'HE de gaulthérie (HE de *Gaultheria procumbens* riche en salicylate de méthyle (ester terpénique) : antidouleur et anti-inflammatoire par excellence (73)) et 5 gouttes d'eucalyptus citronné dans 10 mL d'HV afin de soulager, par des massages, la douleur et l'inflammation de ces différents types de pathologies (174) ; pour un massage antidouleur en cas de lombalgie par exemple, il convient de rajouter à la synergie précédente de l'HE de menthe poivrée (HE de *Mentha × piperita* riche en menthol et menthone : antalgique et anesthésiante locale par effet froid (73)) : 10 mL d'HV (par exemple l'HV d'arnica qui apaise les tensions musculaires ou l'amande douce qui est très pénétrante, hydratante et apaisante (73)) avec 5 gouttes d'HE de gaulthérie, 3 gouttes d'HE de menthe poivrée et 2 gouttes d'HE d'eucalyptus citronné. Il convient d'appliquer localement quelques gouttes et de masser plusieurs fois par jour (3 à 5 fois) jusqu'à amélioration (174).

### **\*Douleurs/inflammations respiratoires**

Au regard de ses propriétés anti-inflammatoires et antalgiques, l'HE de *C. citriodora* peut aussi être recommandée afin de soulager les douleurs et les inflammations ressenties chez des patients souffrant de pathologies respiratoires.

Par exemple, en vue de soulager la douleur et l'inflammation d'un patient souffrant d'une otite, les propriétés suivantes sont recherchées : antalgique, anti-inflammatoire, antivirale, antibactérienne. Dès lors, voici un exemple de synergie qui peut être utilisée pour soulager le patient : 1 mL d'HE de *Gaultheria procumbens*, 1 mL d'HE de *C. citriodora*, 3 mL d'HE d'*E. radiata* et 0,5 mL d'HE de *Chamaemelum nobile* (HE de Camomille noble qui est à la fois anti-inflammatoire et antalgique (73)), le tout associé à une HV de millepertuis (HV anti-inflammatoire et antalgique, mais aussi photosensibilisante (73)) afin de faire 10 mL de mélange. Cette synergie peut être appliquée 6 à 8 fois par jour à raison de 3 à 4 gouttes en massage autour de l'oreille pendant 5 jours (72).

### **\*Douleurs/inflammations urinaires et génitales**

Etant donné ses propriétés anti-inflammatoires et antalgiques, l'HE de *C. citriodora* peut également être recommandée pour le soulagement des douleurs et des inflammations des patients souffrant de pathologies urinaires et génitales. Voici quelques exemples d'utilisation à travers différentes voies d'administration que le pharmacien d'officine peut conseiller au patient sans avoir recours à une ordonnance :

- **infections urinaires** : afin de soulager les douleurs et les inflammations rencontrées chez les patients souffrant d'infections urinaires, les propriétés suivantes sont recherchées : anti-inflammatoire, antalgique, anti-infectieuse. Il peut donc être conseillé aux patients d'appliquer, par massage sur le bas ventre, deux gouttes d'HE de *C. citriodora* diluées dans une HV de calophylle inophylle par exemple (HV anti-inflammatoire et antalgique légère (73)) 2 à 3 fois par jour jusqu'à amélioration (96).

- **infections génitales** (herpès génitale, vaginite...) : lorsque le patient souffre de pathologies génitales, les actions anti-inflammatoires et antalgiques sont activement recherchées. Dès lors, l'HE de *C. citriodora* peut être utilisée en synergie avec d'autres HE qui auront des propriétés anti-infectieuses, cicatrisantes... Ces pathologies se soignent souvent par voie vaginale grâce à une synergie d'HE, cela ne fait donc pas partie des conseils des pharmaciens au comptoir. Ces synergies nécessitent un avis médical, soit une ordonnance, elles ne seront donc pas détaillées dans cette thèse (176).

### **3.3.3.2- Lutte vectorielle**

A l'heure actuelle, il existe de nombreux répulsifs d'insectes constitués de substances chimiques. Cependant, la mode étant tournée vers les produits « naturels et sains », de plus en plus d'utilisateurs se dirigent vers des répulsifs dits naturels afin d'éloigner les insectes nuisibles. A ce titre, nous avons vu précédemment que l'HE de *C. citriodora* peut être utilisée à la fois pour éloigner les moustiques mais aussi en vue de soulager les piqûres de ces derniers. Ainsi, cette HE sera à privilégier pour les personnes recherchant un répulsif naturel et/ou un apaisant cutané naturel.

### **\*Répulsif naturel**

Pour éloigner les insectes et plus particulièrement en vue d'avoir une action répulsive sur les moustiques, l'HE de *C. citriodora* peut être conseillée. Elle peut être utilisée seule grâce à un diffuseur, un tissu ou un oreiller proche de l'utilisateur dans lesquels il convient de mettre quelques gouttes de cette HE (174). Cette HE peut aussi être conseillée en diffusion atmosphérique en synergie à parts égales avec d'autres HE répulsives afin d'augmenter leur efficacité respective : HE d'eucalyptus citronné, de citronnelle de Java (HE de *Cymbopogon winterianus*, riche en citronellal donc insectifuge et apaisante des piqûres (73)), de cannelle de ceylan (HE de *Cinnamomum verum* écorce : répulsive vis-à-vis des insectes (73)), de géranium rosat (HE de *Pelargonium graveolens* riche en citronellol : répulsive contre les insectes et apaisante dans les piqûres (73)), de clou de girofle (HE de *Syzygium aromaticum* riche en eugénoles : répulsif des insectes (73)) et de menthe poivrée. Dix gouttes de cette préparation seront introduites dans un diffuseur jusqu'à évaporation. Il est aussi possible de déposer 2 à 3 gouttes de ce mélange sur l'oreiller au moment du coucher (96).

Afin d'éviter les piqûres de moustiques sur la peau, l'HE de *C. citriodora* peut aussi être recommandée en application locale en dilution à raison de 10 gouttes d'HE dans 10 mL d'alcool à 70° (174). Elle peut aussi être conseillée en association dans la synergie suivante : dans un flacon, verser 50 gouttes d'HV d'amande douce (HV pénétrante, adoucissante, apaisante et hydratante (73)), avec 5 gouttes d'HE d'eucalyptus citronné, 5 gouttes d'HE de citronnelle de Java, 5 gouttes d'HE de géranium rosat et 5 gouttes d'HE de romarin à camphre (HE de *Rosmarinus officinalis* sb. *camphre* : antalgique et anti-inflammatoire (73)). Cette lotion anti-moustique s'applique en petite quantité sur les membres exposés. Il convient de renouveler les applications toutes les 3 à 4 heures (96).

### **\*Apaisant cutané naturel**

Pour finir, l'HE de *C. citriodora* peut être utilisée aussi bien en TTT préventif que curatif vis-à-vis des piqûres de moustiques. Ces dernières provoquent souvent une inflammation locale bénigne et prurigineuse. Afin de soulager la douleur due aux piqûres de moustiques, les HE doivent être anti-inflammatoires, antiprurigineuses et décongestionnantes. Voici un exemple de synergie d'HE à conseiller en application locale à raison de 2 à 3 gouttes, 3 fois par jour afin d'apaiser la douleur des patients s'étant fait piquer par des moustiques ou mordus par des araignées : 5 mL d'HE de géranium rosat avec 4,5 mL d'HE d'eucalyptus citronné et 0,5 mL d'HE de tanaïse annuelle (HE de *Tanacetum annuum* riche en chamazulène : antihistaminique et antiprurigineux, ainsi qu'anti-inflammatoire et antalgique (73))(177).

# Conclusion

A l'heure où les patients privilégient de plus en plus les médecines qu'ils considèrent « douces » et « naturelles » comme l'aromathérapie, il est du devoir du pharmacien d'officine de mettre à jour ses connaissances continuellement dans le but de conseiller les patients efficacement. Il doit aussi veiller à dispenser des HE de qualité, indispensable en aromathérapie afin d'assurer la sécurité d'emploi de ces dernières. Le pharmacien doit donc refuser les non-conformités.

A travers cette thèse, nous avons pu mettre en avant la qualité ainsi que l'utilisation thérapeutique de trois eucalyptus très appréciés dans la pratique officinale française. En effet, nous avons pu voir, au travers du sondage, que les HE d'eucalyptus se trouvent en 3<sup>ème</sup> position parmi les HE les plus délivrées à l'officine. Les HE extraites de ces trois plantes sont notamment de formidables alliées pour les pathologies respiratoires (HE d'eucalyptus globuleux et radié par leur richesse en 1,8-cinéole) et inflammatoires (HE d'eucalyptus citronné par sa richesse en citronellal). Cependant, des erreurs d'administration peuvent se produire en raison d'un manque de connaissance de ces différentes espèces. Ainsi, il est important de maîtriser les particularités des différentes HE d'eucalyptus afin de sécuriser les conseils prodigués auprès des patients : par exemple, l'HE d'eucalyptus radié est préférée chez les enfants contrairement à celle d'eucalyptus globuleux. Ces différentes particularités sont retrouvées dans les fiches conseils qui pourront servir de guide pour toute l'équipe officinale afin de dispenser un conseil de qualité.

En effet, l'aromathérapie est peut-être une médecine naturelle et très efficace mais ce n'est en rien une médecine douce à 100 % contrairement à ce que pense le grand public. Les HE étant concentrées en principes actifs potentiellement toxiques, leurs utilisations doivent être encadrées par des professionnels qualifiés. Par conséquent, le pharmacien d'officine étant en première ligne, il possède un rôle primordial lors de la dispensation des HE afin de limiter et surtout d'éviter tout risque de mésusage et d'accident potentiel lors de l'utilisation de ces dernières par les patients.

Ainsi, en raison de la demande grandissante des patients pour ce type de médecine naturelle, il serait intéressant que l'aromathérapie prenne une place encore plus importante dans la formation initiale et continue des pharmaciens d'officine. Pour ce faire, il convient de poursuivre les recherches scientifiques, afin de percer les secrets des eucalyptus et des plantes à HE en général, dans la mesure où le règne végétal ne nous a pas encore révélé tous ses arcanes.

# Bibliographie

1. Allain YM. D'où viennent nos plantes. Calmann-Levy. 2004. 224 p.
2. Brosse J. Larousse des arbres et des arbustes. Larousse. Paris; 2000. 576 p.
3. Bertrand B. L'herbier boisé : histoires et légendes des arbres et arbustes. Plume de carotte. 2007. 195 p.
4. Pharmacopée française. Pharmacopée française - glossaire des termes botaniques [Internet]. 2008 [cité 20 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.ansm.sante.fr/Mediatheque/Publications/Pharmacopee-francaise-Substances-d-origine-vegetale>
5. Raynal-Roques A. La botanique redécouverte. INRA. 1994. 512 p.
6. Larousse. Larousse.fr : encyclopédie et dictionnaires gratuits en ligne [Internet]. 2020 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/>
7. Botineau M. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec&Doc. Paris; 2010. 1335 p.
8. Scimeca D, Tetau M. Votre santé par les huiles essentielles. Alpen. 2013. 96 p.
9. Burnie G, Forrester S, Greig D, Guest S. Botanica : encyclopédie de botanique et d'horticulture, plus de 10 000 plantes du monde entier. HF Ullmann Editions. 2013. 1024 p.
10. Encyclopædia Universalis. Planisphère : australie [Internet]. 2019 [cité 5 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/atlas/oceanie/australie/#AT001301>
11. Chevalier A. Larousse des plantes médicinales. Larousse. 2013. 336 p.
12. Harding J. Bienfaits des herbes et des plantes - un guide pour la culture et l'utilisation des herbes aromatiques et des plantes médicinales. Parragon. 2005. 256 p.
13. Botineau M. Guide des plantes médicinales. Belin. 2011. 240 p.
14. Laaidi K, Besancenot JP. La vie humaine en haute montagne. L'information géographique [Internet]. 2002 [cité 21 juill 2020];66(1):1-17. Disponible sur: [https://www.persee.fr/doc/ingeo\\_0020-0093\\_2002\\_num\\_66\\_1\\_2786](https://www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_2002_num_66_1_2786)
15. Cirad. Eucalyptus 2018 : gestionnaires de plantations et chercheurs s'organisent face au changement climatique [Internet]. 2018 [cité 20 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/communiqués-de-presse/2018/eucalyptus-2018-gestionnaires-de-plantations-et-chercheurs-face-au-changement-climatique>
16. Copacel. Rapport statistique 2017 de l'industrie papetière française [Internet]. 2018 [cité 11 nov 2019]. Disponible sur: [http://www.copacel.fr/media/document/fichier/rapport-statistique-2017\\_1.pdf](http://www.copacel.fr/media/document/fichier/rapport-statistique-2017_1.pdf)
17. Hallé F. Aux origines des plantes, tome 1. Fayard. 2008. 682 p.
18. Hallé F. Aux origines des plantes, tome 2. Fayard. 2008. 675 p.
19. Cateau E, King L, Vallauri D. Plantations industrielles d'arbres à croissance rapide. 2018. 24 p.
20. Unesco. Coup de chaleur sur les forêts australiennes. Vol. 5. Planète SCIENCE. 2007. 4 p.
21. Unesco. Région des montagnes Bleues [Internet]. 2014 [cité 11 nov 2019]. Disponible sur: <https://whc.unesco.org/fr/list/917>
22. Woods CJ. Greater blue mountains area [Internet]. 2019 [cité 11 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.environment.nsw.gov.au/topics/parks-reserves-and-protected-areas/types-of-protected-areas/world-heritage-listed-areas/greater-blue-mountains>
23. Escuder O. Plantes médicinales mode d'emploi. Ulmer. 2007. 256 p.
24. Parks P. 41,9 °C de moyenne : l'Australie bat un nouveau record de chaleur, le second en deux jours [Internet]. SudOuest.fr. 2019 [cité 19 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.sudouest.fr/2019/12/19/1-australie-bat-un-nouveau-record-de-chaleur-le-second-en-deux-jours-6976255-4803.php>
25. Bremness L. Plantes aromatiques et médicinales. Larousse. Paris; 2004. 304 p.
26. Lavedrine A. Les vertus des tisanes. Michel Lafon. 2000. 305 p.
27. Encyclopædia Universalis. Dictionnaire de la botanique. Albin Michel; 1999. 1510 p.
28. Beat F. Le système du jardin botanique de Fribourg. Université de Fribourg; 2017.
29. Byng J, Smets E, Van Vugt R, Bidault E, Davidson C, Kenicer G, et al. The phylogeny of angiosperms poster : a visual summary of APG IV family relationships and floral diversity. The Global Flora. 14 janv 2018;1:4-35.
30. Marouf A, Vallade J. Dictionnaire de botanique : les phanérogames. Dunod. Paris; 2000. 256 p.
31. Ruggiero MA, Gordon DP, Orrell TM. A higher level classification of all living organisms [Internet]. 2015 [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0130114>
32. Cole T, Bachelier J, Hartmut H. Phylogénie des trachéophytes [Internet]. ResearchGate. 2018 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/312136589\\_Phylogenie\\_des\\_Tracheophytes\\_-\\_Plantes\\_Vasculaires\\_-\\_Systematique\\_et\\_Characteristiques](https://www.researchgate.net/publication/312136589_Phylogenie_des_Tracheophytes_-_Plantes_Vasculaires_-_Systematique_et_Characteristiques)

33. Cole T, Hilger H, Stevens P. Phylogénie des angiospermes [Internet]. ResearchGate. 2019 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/328096499\\_Phylogenie\\_des\\_Angiospermes\\_-\\_Systematique\\_des\\_Plantes\\_a\\_Fleurs\\_French\\_version\\_of\\_COLE\\_HILGER\\_STEVENS\\_2020\\_Angiosperm\\_Phylogeny\\_Poster\\_-\\_Flowering\\_Plant\\_Systematics](https://www.researchgate.net/publication/328096499_Phylogenie_des_Angiospermes_-_Systematique_des_Plantes_a_Fleurs_French_version_of_COLE_HILGER_STEVENS_2020_Angiosperm_Phylogeny_Poster_-_Flowering_Plant_Systematics)
34. Heywood VH. Les Plantes à fleurs : 306 familles de la flore mondiale. Nathan. Paris; 1996. 336 p.
35. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the APG classification for the orders and families of flowering plants. Bot J Linn Soc [Internet]. mai 2016 [cité 26 juin 2020];181(1):1-20. Disponible sur: <https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/boj.12385>
36. Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Tec&Doc. Paris; 2016. 1269 p.
37. Judd WS, Campell CS, Kellog EA, Stevens P. Botanique systématique une perspective phylogénétique. De Boeck Université. Paris; 2002. 467 p.
38. Kwiecień A. Nervation pennée [Internet]. 2007 [cité 10 janv 2020]. Disponible sur: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nerwacja\\_li%C5%9Bcia.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nerwacja_li%C5%9Bcia.svg)
39. Amélia. Ecorce d'eucalyptus [Internet]. 2007 [cité 10 janv 2020]. Disponible sur: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_deglupta-base.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus_deglupta-base.jpg)
40. Dupont F, Guignard JL. Botanique , systématique moléculaire. Masson. 2007. 285 p.
41. Mouillefert P. Traité des arbres et arbrisseaux forestiers, industriels et d'ornement, cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France : donnant la description et l'utilisation de plus de 2 400 espèces et 2 000 variétés [Internet]. Atlas. 1892 [cité 8 févr 2020]. Disponible sur: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_ghj.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus_ghj.jpg)
42. Combes AJ. Arbres 500 espèces. Larousse. 2012. 320 p.
43. Dupont F, Guignard JL. Abrégés de pharmacie. Botanique, les familles de plantes. Elsevier Masson. 2012. 336 p.
44. Domaina. Différents types d'ovule [Internet]. 2012 [cité 22 mai 2020]. Disponible sur: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Different\\_types\\_of\\_ovules\\_\(botany\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Different_types_of_ovules_(botany).svg)
45. Simpson M. Placenta (botanique). In: Wikipédia [Internet]. 2019 [cité 22 mai 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Placenta\\_\(botanique\)&oldid=158419650](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Placenta_(botanique)&oldid=158419650)
46. Bourgeois M. Notions essentielles de botanique générale : la fleur [Internet]. 2008 [cité 20 juin 2020]. Disponible sur: <https://floronet.pagesperso-orange.fr/gene/botagen/gen6.htm>
47. Anton R, Bernard M, Wichtl M. Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, sciences et thérapeutiques. Médicales internationales. Paris; 2003. 692 p.
48. HelloMojo. Répartition de l'*Eucalyptus globulus*. In: Wikipédia [Internet]. 2007 [cité 22 févr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus\\_globulus&oldid=169338121](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus_globulus&oldid=169338121)
49. Starr FK. *Eucalyptus globulus* flowering branch [Internet]. 2005 [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: [https://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptus\\_globulus#/media/File:Eucalyptus\\_globulus\\_flowering\\_branch\\_F\\_et\\_K\\_Starr.jpg](https://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptus_globulus#/media/File:Eucalyptus_globulus_flowering_branch_F_et_K_Starr.jpg)
50. Starr FK. *Eucalyptus globulus* green [Internet]. 2005 [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: [https://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptus\\_globulus#/media/File:Eucalyptus\\_globulus\\_green\\_fruits\\_F\\_et\\_K\\_Starr.jpg](https://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptus_globulus#/media/File:Eucalyptus_globulus_green_fruits_F_et_K_Starr.jpg)
51. Akulova A. Tasmanian blue gum [Internet]. 2013 [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: <https://eol.org/pages/301421>
52. Sturluson T. *Eucalyptus globulus* Fruits [Internet]. The Herbal Resource. 2014 [cité 8 févr 2020]. Disponible sur: <https://www.herbal-supplement-resource.com/eucalyptus-globulus.html>
53. Giboin MJ. *Eucalyptus globulus* fruit [Internet]. lagazettedesjeudis.overblog.com. 2016 [cité 22 mai 2020]. Disponible sur: <http://lagazettedesjeudis.overblog.com/2016/11/eucalyptus-globulus-6.html>
54. Starr FK. *Eucalyptus globulus* fruit. In: Wikipédia [Internet]. 2005 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus\\_globulus&oldid=169338121#/media/Fichier:Starr\\_050818-4120\\_Eucalyptus\\_globulus.jpg](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus_globulus&oldid=169338121#/media/Fichier:Starr_050818-4120_Eucalyptus_globulus.jpg)
55. Labillardière. Planche d'*Eucalyptus globulus* [Internet]. [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: <https://www.botanical.com/botanical/mgmh/e/eucaly14-1.jpg>
56. Pelt JM. Les vertus des plantes. Du Chêne. 2004. 184 p.
57. Turland NJ, Wiersema JH, Barrie FR, Greuter W, Hawksworth DL, Herendeen PS, et al., éditeurs. International code of nomenclature for algae, fungi, and plants. Koeltz Botanical Books; 2018. 254 p. (Regnum vegetabile).
58. Atlas of Living Australia. *Eucalyptus radiata* [Internet]. 2019 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: <https://bie.ala.org.au/species/https://id.biodiversity.org.au/taxon/apni/51290011>

59. HelloMojo. Répartition de l'*Eucalyptus radiata*. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 23 févr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus\\_radiata&oldid=150937278#/media/Fichier:E\\_radiata.jpg](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus_radiata&oldid=150937278#/media/Fichier:E_radiata.jpg)
60. HelloMojo. *Eucalyptus radiata* arbre. In: Wikipédia [Internet]. 2018 [cité 23 févr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus\\_radiata&oldid=150937278#/media/Fichier:Eucalyptus\\_radiata.jpg](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus_radiata&oldid=150937278#/media/Fichier:Eucalyptus_radiata.jpg)
61. Tann J. *Eucalyptus radiata*. In: Wikipédia [Internet]. 2011 [cité 23 févr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus\\_radiata&oldid=150937278](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Eucalyptus_radiata&oldid=150937278)
62. Ica-aroma. Huile essentielle d'eucalyptus radié [Internet]. lca-aroma. 2019 [cité 23 févr 2020]. Disponible sur: <http://www.lca-aroma.com/>
63. Atlas of Living Australia. *Corymbia citriodora* [Internet]. 2019 [cité 20 févr 2020]. Disponible sur: <https://bie.ala.org.au/species/https://id.biodiversity.org.au/node/apni/2912509>
64. HelloMojo. Répartition de *Corymbia citriodora*. In: Wikipédia [Internet]. 2019 [cité 22 févr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Corymbia\\_citriodora&oldid=160637814](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Corymbia_citriodora&oldid=160637814)
65. Gerus T. *Corymbia citriodora* arbre. In: Wikipédia [Internet]. 2019 [cité 22 févr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Corymbia\\_citriodora&oldid=160637814](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Corymbia_citriodora&oldid=160637814)
66. Tortiutude. *Corymbia citriodora* bark [Internet]. 2013 [cité 22 févr 2020]. Disponible sur: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corymbia\\_citriodora\\_bark.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corymbia_citriodora_bark.JPG)
67. Oriolus. Fleur de *Corymbia citriodora* [Internet]. 2016 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: <https://www.flickrriver.com/photos/tags/eucalyptuscitriodora/interesting/>
68. Geekstreet. *Corymbia citriodora* fruit [Internet]. 2017 [cité 25 mars 2020]. Disponible sur: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corymbia\\_citriodora\\_-\\_shedding\\_bark\\_5.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corymbia_citriodora_-_shedding_bark_5.jpg)
69. Green nature. Huile essentielle d'eucalyptus citronné [Internet]. 2019 [cité 22 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.greennature.fr/product/huile-essentielle-eucalyptus-citriodora-bio/>
70. Sallé JL. Les huiles essentielles : synthèse d'aromathérapie. 2ème édition Frison-Roche. 2004. 220 p.
71. Debuigne G, Couplan F. Le petit larousse des plantes qui guérissent. Larousse. 2019. 1032 p.
72. Baudoux D. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, volume 4 : soins palliatifs. Amyris. 2006. 318 p.
73. Faucon M. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Sang de la Terre. 2012. 880 p.
74. Anton R, Chevallier V, Faucon M, Guillemain E, Hilpiper C. Aromathérapie scientifique : préconisations pour la pratique clinique, l'enseignement et la recherche, argumentaire version longue. 2018. 177 p.
75. Mailhebiau P. La nouvelle aromathérapie ; caractérologie des essences et tempéraments humains ; biochimie aromatique et influence psychosensorielle des odeurs. Jakin. 1999. 640 p.
76. Pharmacopée Européenne. Pharmacopée Européenne, X<sup>ème</sup> édition. 2019.
77. AFNOR. Norme AFNOR [Internet]. ISO. 2018 [cité 26 juin 2020]. Disponible sur: <https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/member/00/17/1738.html>
78. AFNOR. Matières premières aromatiques naturelles – vocabulaire - NF EN ISO 9235. Association française de normalisation; 2014.
79. Pierre M. Les plantes du bien-être, les remèdes de A à Z. Chêne. 2015. 430 p.
80. Baudoux D. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, volume 1 : pédiatrie. Amyris. 2002. 304 p.
81. Woodham A, Peters D. Encyclopédie des médecines douces. Minerva. 2000. 336 p.
82. Afssaps. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. 2008;18.
83. Abrassart JL. Aromathérapie essentielle : huiles essentielles et parfums pour le corps et l'âme. Maisnie Tredaniel. 1999. 272 p.
84. AFNOR. Huiles essentielles – nomenclature - NF ISO 4720. Association française de normalisation; 2019.
85. Laurain-Mattar D. Critères de qualité des huiles essentielles. Actualités Pharmaceutiques [Internet]. nov 2018 [cité 26 juin 2020];57(580):18-20. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0515370018303331>
86. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. L'agriculture biologique (AB) [Internet]. 2015 [cité 5 avr 2020]. Disponible sur: <https://agriculture.gouv.fr/lagriculture-biologique-ab>
87. Agence bio. Utiliser les logos [Internet]. 2018 [cité 5 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.agencebio.org/vos-outils/utiliser-les-logos/>
88. Nogaret-Ehrhart AN. La phytothérapie, se soigner par les plantes. Eyrolles. 2003. 20 p.
89. Morel JM. Traité pratique de phytothérapie. Grancher. 2008. 620 p.
90. Avril G. La santé naturelle avec les huiles essentielles. Terre vivante. 2013. 256 p.
91. AFNOR. Huiles essentielles – principes de nomenclature - NF EN ISO 3218. Association française de normalisation; 2014.
92. Valnet J. Aromathérapie. Le Livre de poche. 1985. 639 p.

93. Pranarôm. Distillation et expression [Internet]. 2015 [cité 5 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.pranarom.com/fr/aromatherapie-scientifique/distillation-et-expression>
94. Staub H, Bayer L. Traité approfondi de phyto-aromathérapie. Grancher. 2013. 686 p.
95. Cosbionat. Eucalyptus globuleux [Internet]. 2017 [cité 29 mars 2020]. Disponible sur: <https://pro.docteurvalnet.com/produit/eucalyptus-globulus>
96. Cosbionat. Eucalyptus citronné [Internet]. 2017 [cité 3 avr 2020]. Disponible sur: <https://pro.docteurvalnet.com/produit/eucalyptus-citronne>
97. Cosbionat. Eucalyptus radié [Internet]. 2017 [cité 3 avr 2020]. Disponible sur: <https://pro.docteurvalnet.com/produit/eucalyptus-radiata>
98. AFNOR. Huiles essentielles - détermination de la densité relative à 20 degrés Celsius - méthode de référence - NF ISO 279. Association française de normalisation; 1999.
99. AFNOR. Huiles essentielles - détermination de l'indice de réfraction - NF ISO 280. Association française de normalisation; 1999.
100. AFNOR. Huiles essentielles - détermination du pouvoir rotatoire - NF ISO 592. Association française de normalisation; 1999.
101. AFNOR. Projet de révision de la norme internationale : huile essentielle de *Corymbia citriodora*(Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson - PR NF ISO 3044. Association française de normalisation; 2020.
102. AFNOR. Huiles essentielles - règles générales concernant les caractéristiques des récipients destinés à contenir des huiles essentielles et recommandations pour leur conditionnement et leur stockage - NF T75-001. Association française de normalisation; 1996.
103. AFNOR. Huiles essentielles - règles générales d'étiquetage et de marquage des récipients - NF T75-002. Association française de normalisation; 1996.
104. Code de la Santé Publique. Article L3322-5 (version en vigueur au 28 juin 2020)
105. Code de la Santé publique. Article L4211-1 (version en vigueur au 28 juin 2020)
106. Code de la Santé publique. Article D4211-13 (version en vigueur au 28 juin 2020)
107. Revue Prescrire. Huiles essentielles réservées aux pharmaciens [Internet]. 2008 [cité 5 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.prescrire.org/aLaUne/dossierHuilesEssentielles.php>
108. AFNOR. Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* crues ou rectifiées - NF T75-225. Association française de normalisation; 1993.
109. AFNOR. Huiles essentielles, crues ou rectifiées, d'*Eucalyptus globulus* - ISO 770. Association française de normalisation; 2002.
110. AFNOR. Huile essentielle d'eucalyptus, type Australie, contenant une fraction volumique de 1,8-cinéole comprise entre 80 % et 85 % - NF ISO 3065. Association française de normalisation; 2012.
111. AFNOR. Huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* Hook - NF ISO 3044. Association française de normalisation; 1997.
112. Lobstein A, Couic-Marinier F, Koziol N. Huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*. Actualités Pharmaceutiques [Internet]. févr 2018 [cité 26 juin 2020];57(573):59-61. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0515370017305268>
113. ECHA. Search for chemicals [Internet]. 2006 [cité 2 juill 2020]. Disponible sur: [https://echa.europa.eu/search-for-chemicals?p\\_p\\_id=disssimplesearch\\_WAR\\_dissssearchportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&\\_disssimplesearch\\_WAR\\_dissssearchportlet\\_searchOccurred=true&\\_disssimplesearch\\_WAR\\_dissssearchportlet\\_sessionCriteriaId=disSimpleSearchSessionParam101401593642376192](https://echa.europa.eu/search-for-chemicals?p_p_id=disssimplesearch_WAR_dissssearchportlet&p_p_lifecycle=0&_disssimplesearch_WAR_dissssearchportlet_searchOccurred=true&_disssimplesearch_WAR_dissssearchportlet_sessionCriteriaId=disSimpleSearchSessionParam101401593642376192)
114. Chem. Globulol [Internet]. ChemWhat | Database of Chemicals & Biologics. 2017 [cité 2 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.chemwhat.fr/globulol-cas-489-41-8/>
115. Iserin P. Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Larousse. 2001. 336 p.
116. Bordieu P. L'aromathérapie dans la pratique soignante : les huiles essentielles au service de l'infirmière, de l'AS et des professions paramédicales. Lamarre. 2018. 314 p.
117. Bachir RG, Benali M. Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Asian Pac J Trop Biomed [Internet]. sept 2012 [cité 27 juin 2020];2(9):739-42. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3609378/>
118. Cermelli C, Fabio A, Fabio G, Quaglio P. Effect of eucalyptus essential oil on respiratory bacteria and viruses. Curr Microbiol [Internet]. janv 2008 [cité 27 juin 2020];56(1):89-92. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00284-007-9045-0>
119. Tohidpour A, Sattari M, Omidbaigi R, Yadegar A, Nazemi J. Antibacterial effect of essential oils from two medicinal plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Phytomedicine [Internet]. févr 2010 [cité 27 juin 2020];17(2):142-5. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0944711309001329>

120. Sugumar S, Ghosh V, Nirmala MJ, Mukherjee A, Chandrasekaran N. Ultrasonic emulsification of eucalyptus oil nanoemulsion : antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and wound healing activity in wistar rats. *Ultrasonics Sonochemistry* [Internet]. mai 2014 [cité 27 juin 2020];21(3):1044-9. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350417713002526>
121. Astani A, Reichling J, Schnitzler P. Comparative study on the antiviral activity of selected monoterpenes derived from essential oils. *Phytother Res* [Internet]. mai 2010 [cité 27 juin 2020];24(5):673-9. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7167768/>
122. Agarwal V, Lal P, Pruthi V. Prevention of *Candida albicans* biofilm by plant oils. *Mycopathologia* [Internet]. janv 2008 [cité 27 juin 2020];165(1):13-9. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s11046-007-9077-9>
123. Vidal. eVIDAL [Internet]. 2020 [cité 21 avr 2020]. Disponible sur: <https://evidal.vidal.fr/session/index.html>
124. Sadlon A, Lamson D. Immune-modifying and antimicrobial effects of eucalyptus oil and simple inhalation devices. *Alternative Medicine Review*. 2010;15.
125. Nascimento N, Refosco RMDC, Vasconcelos ECF, Kerntopf MR, Santos CF, Batista FJA, et al. 1,8-Cineole induces relaxation in rat and guinea-pig airway smooth muscle. *J Pharm Pharmacol*. mars 2009;61(3):361-6.
126. Worth H, Schacher C, Dethlefsen U. Concomitant therapy with eucalyptol reduces exacerbations in COPD : a placebo-controlled double-blind trial. *Respir Res* [Internet]. déc 2009 [cité 27 juin 2020];10(1):69. Disponible sur: <http://respiratory-research.biomedcentral.com/articles/10.1186/1465-9921-10-69>
127. Juergens UR, Stöber M, Schmidt-Schilling L, Kleuver T, Vetter H. Anti-inflammatory effects of eucalyptol (1,8-cineole) in bronchial asthma : inhibition of arachidonic acid metabolism in human blood monocytes ex vivo. *Eur J Med Res*. 17 sept 1998;3(9):407-12.
128. Juergens UR, Dethlefsen U, Steinkamp G, Gillissen A, Repges R, Vetter H. Anti-inflammatory activity of 1,8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma : a double-blind placebo-controlled trial. *Respiratory Medicine* [Internet]. mars 2003 [cité 27 juin 2020];97(3):250-6. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0954611103914326>
129. Kehrl W, Sonnemann U, Dethlefsen U. Therapy for acute nonpurulent rhinosinusitis with cineole: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Laryngoscope*. avr 2004;114(4):738-42.
130. Lu X, Tang F, Wang Y, Zhao T, Bian R. Effect of *Eucalyptus globulus* oil on lipopolysaccharide-induced chronic bronchitis and mucin hypersecretion in rats. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. févr 2004;29(2):168-71.
131. Jun Y, Kang P, Min SS, Lee J-M, Kim H-K, Seol G. Effect of eucalyptus oil inhalation on pain and inflammatory responses after total knee replacement. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*. 18 juin 2013;2013:502727.
132. Santos FA, Rao VSN. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of 1,8-cineole a terpenoid oxide present in many plant essential oils. *Phytother Res*. 2000;5.
133. Silva J, Abebe W, Sousa SM, Duarte VG, Machado MIL, Matos FJA. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of eucalyptus. *Journal of Ethnopharmacology* [Internet]. déc 2003 [cité 27 juin 2020];89(2-3):277-83. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874103003131>
134. Liapi C, Anifandis G, Anifantis G, Chinou I, Kourounakis AP, Theodosopoulos S, et al. Antinociceptive properties of 1,8-cineole and beta-pinene, from the essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* leaves, in rodents. *Planta Med*. oct 2007;73(12):1247-54.
135. Toloza AC, Lucía A, Zerba E, Masuh H, Picollo M. Eucalyptus essential oil toxicity against permethrin-resistant *Pediculus humanus capitis*. *Parasitol Res* [Internet]. janv 2010 [cité 27 juin 2020];106(2):409-14. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-009-1676-6>
136. Kumar P, Mishra S, Malik A, Satya S. Compositional analysis and insecticidal activity of *Eucalyptus globulus* essential oil against housefly. *Acta Tropica* [Internet]. 1 mai 2012 [cité 29 juin 2020];122(2):212-8. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X12000162>
137. HMPC. Community herbal monograph on *Eucalyptus globulus* Labill., *Eucalyptus polybractea* R.T. Baker and/or *Eucalyptus smithii* R.T. Baker, aetheroleum. 2012;10.
138. Mulyaningsih S, Sporer F, Reichling J, Wink M. Antibacterial activity of essential oils from eucalyptus and of selected components against multidrug-resistant bacterial pathogens. *Pharmaceutical Biology* [Internet]. sept 2011 [cité 27 juin 2020];49(9):893-9. Disponible sur: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/13880209.2011.553625>
139. Chaumont JP, Millet-Clerc J. Phyto-aromathérapie appliquée à la dermatologie. *Tec&Doc Lavoisier*. 2011. 263 p.

140. Lobstein A, Couic-Marinier F, Koziol N. Huile essentielle d'*Eucalyptus radiata*. Actualités Pharmaceutiques [Internet]. avr 2018 [cité 26 juin 2020];57(575):55-6. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0515370018300582>
141. Pranarôm. Huile essentielle d'eucalyptus radié [Internet]. 2015 [cité 7 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.pranarom.com/fr/nos-produits/huiles-essentielles/huile-essentielle-eucalyptus-radie-bio-10-ml/ref-2453>
142. Pranarôm. Huile essentielle d'eucalyptus citronné [Internet]. 2016 [cité 7 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.pranarom.com/fr/nos-produits/huiles-essentielles/huile-essentielle-eucalyptus-citronne-10-ml/ref-240>
143. Sahouo G, Félix T, Boti B, Chopard C, Mahy JP, N'guessan Y. Anti-inflammatory and analgesic activities : chemical constituents of essential oils of *Ocimum gratissimum*, *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon giganteus* inhibited lipoxygenase L-1 and cyclooxygenase of PGHS. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia. 1 déc 2003;17.
144. Gbenou J, Ahounou J, Akakpo H, Laleye A, Yayi E, Gbaguidi F, et al. Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on wistar rats. Mol Biol Rep [Internet]. févr 2013 [cité 27 juin 2020];40(2):1127-34. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s11033-012-2155-1>
145. Pohlit A, Lopes N, Gama R, Tadei W, De Andrade Neto V. Patent literature on mosquito repellent inventions which contain plant essential oils. Planta Med [Internet]. avr 2011 [cité 27 juin 2020];77(06):598-617. Disponible sur: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0030-1270723>
146. Seyoum A, Killeen GF, Kabiru EW, Knols BGJ, Hassanali A. Field efficacy of thermally expelled or live potted repellent plants against african malaria vectors in western Kenya. Trop Med Int Health [Internet]. nov 2003 [cité 27 juin 2020];8(11):1005-11. Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1360-2276.2003.01125.x>
147. Bossou A, Mangelinckx S, Yedomonhan H, Boko PM, Akogbeto MC, De Kimpe N, et al. Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae*. Parasit Vectors [Internet]. 2013 [cité 27 juin 2020];6(1):337. Disponible sur: <http://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-6-337>
148. Jaenson T, Garbouli S, Palsson K. Repellency of oils of lemon eucalyptus, geranium, and lavender and the mosquito repellent MyggA natural to *Ixodes ricinus* in the laboratory and field. J Med Entomol. juill 2006;43(4):731-6.
149. De Billerbeck VG. Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. Phytothérapie [Internet]. 1 déc 2007 [cité 27 juin 2020];5(5):249-53. Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s10298-007-0265-z>
150. Aguiar RW, Ootani MA, Ascencio SD, Ferreira TLS, Santos M, Santos G. Fumigant antifungal activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus*. Essential oils and citronellal against three fungal species. The Scientific World Journal [Internet]. 2014 [cité 27 juin 2020];2014:1-8. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/492138/>
151. Lee YS, Kim J, Shin SC, Lee SG, Park IK. Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. Flavour and Fragrance Journal [Internet]. 2008 [cité 27 juin 2020];23(1):23-8. Disponible sur: <https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1850>
152. Ramezani H, Singh HP, Batish DR, Kohli RK, Dargan JS. Fungicidal effect of volatile oils from *Eucalyptus citriodora* and its major constituent citronellal. NZPP [Internet]. 1 août 2002 [cité 27 juin 2020];55:327-30. Disponible sur: [https://nzpps.org/\\_journal/index.php/nzpp/article/view/3900](https://nzpps.org/_journal/index.php/nzpp/article/view/3900)
153. Dutta BK, Karmakar S, Naglot A, Aich JC, Begam M. Anticandidial activity of some essential oils of a mega biodiversity hotspot in India. Mycoses [Internet]. mars 2007 [cité 27 juin 2020];50(2):121-4. Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1439-0507.2006.01332.x>
154. Aoshima H, Hamamoto K. Potentiation of GABAA receptors expressed in *Xenopus oocytes* by perfume and phytoncid. Biosci Biotechnol Biochem. avr 1999;63(4):743-8.
155. Silva MIG, De Aquino Neto MR, Teixeira Neto PF, Moura BA, do Amaral JF, de Sousa DP, et al. Central nervous system activity of acute administration of isopulegol in mice. Pharmacol Biochem Behav. déc 2007;88(2):141-7.
156. Puresentiel. Eucalyptus radié [Internet]. 2018 [cité 3 mai 2020]. Disponible sur: <https://fr.puresentiel.com/eucalyptus-radie>
157. Synadiet. Huiles essentielles avec les doses conseillées [Internet]. 2018 [cité 20 juill 2020]. Disponible sur: [http://www.synadiet.org/sites/default/files/page/files/20180831\\_synadiet\\_liste\\_2\\_huiles\\_essentielles.pdf](http://www.synadiet.org/sites/default/files/page/files/20180831_synadiet_liste_2_huiles_essentielles.pdf)

158. Wei Q, Harada K, Ohmori S, Minamoto K, Wei C, Ueda A. Toxicity study of the volatile constituents of *Myoga* utilizing acute dermal irritation assays and the guinea-pig maximization test. *Jrnl of Occup Health* [Internet]. nov 2006 [cité 27 juin 2020];48(6):480-6. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1539/joh.48.480>
159. Dharmagunawardena B, Takwale A, Sanders KJ, Cannan S, Rodger A, Ilchyshyn A. Gas chromatography: an investigative tool in multiple allergies to essential oils. *Contact Dermatitis* [Internet]. nov 2002 [cité 27 juin 2020];47(5):288-92. Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-0536.2002.470506.x>
160. Ansm. Réglementation des produits cosmétiques [Internet]. 2009 [cité 10 avr 2020]. Disponible sur: [https://ansm.sante.fr/Activites/Surveillance-du-marche-des-produits-cosmetiques/Reglementation-des-produits-cosmetiques/\(offset\)/3](https://ansm.sante.fr/Activites/Surveillance-du-marche-des-produits-cosmetiques/Reglementation-des-produits-cosmetiques/(offset)/3)
161. Tibballs J. Clinical effects and management of eucalyptus oil ingestion in infants and young children. *Med J Aust*. 21 août 1995;163(4):177-80.
162. Webb NJ, Pitt WR. Eucalyptus oil poisoning in childhood : 41 cases in south-east Queensland. *J Paediatr Child Health*. oct 1993;29(5):368-71.
163. Naturactive. Huile essentielle d'eucalyptus radié [Internet]. Naturactive. 2016 [cité 5 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.naturactive.fr/reponses-phyto-aroma/aromatherapie/huiles-essentielles-bio/eucalyptus-radie-huile-essentielle-bio>
164. PuresSENTIEL. Eucalyptus citronné [Internet]. 2018 [cité 3 mai 2020]. Disponible sur: <https://fr.puresSENTIEL.com/eucalyptus-citronne-2>
165. Naturactive. Eucalyptus globuleux [Internet]. Naturactive. 2016 [cité 5 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.naturactive.fr/reponses-phyto-aroma/aromatherapie/huiles-essentielles-bio/eucalyptus-globuleux-huile-essentielle>
166. Goetz P, Ghedira K. *Phytothérapie anti-infectieuse*. Springer Verlag France. 2012. 382 p.
167. Jori A, Briatico G. Effect of eucalyptol on microsomal enzyme activity of foetal and newborn rats. *Biochem Pharmacol*. 15 févr 1973;22(4):543-4.
168. Jori A, Bianchetti A, Prestini PE, Garattini S. Effect of eucalyptol (1,8-cineole) on the metabolism of other drugs in rats and in man. *European Journal of Pharmacology* [Internet]. 1 mars 1970 [cité 27 juin 2020];9(3):362-6. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0014299970902360>
169. Gainard A. *Lavandes et lavandin, utilisation en aromathérapie : enquête auprès des pharmaciens d'officine* [Thèse de Pharmacie]. Bordeaux; 2016.
170. Bartholomew K. Energy phar [Internet]. 2017 [cité 21 juin 2020]. Disponible sur: <https://www.facebook.com/groups/409979882510884/>
171. Cohen R. Tu sais que tu es pharmacien [Internet]. 2013 [cité 21 juin 2020]. Disponible sur: <https://www.facebook.com/groups/tusaisquetuespharmacien/>
172. Le moniteur des pharmacies. Information, formation et services pour les pharmaciens [Internet]. Le Moniteur des pharmacies.fr. 2004 [cité 22 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.lemoniteurdespharmacies.fr/>
173. Graz B, Falquet J. *Les 33 plantes validées scientifiquement - stratégies de soins et modes d'emploi*. Favre. 2016. 190 p.
174. Rebelle-santé. *Huiles essentielles le guide pratique*. Hamarnils. 2017. 66 p. (livret hors-série; vol. 17).
175. Pranarôm. *Conseils d'utilisation des huiles essentielles* [Internet]. 2015 [cité 6 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.pranarom.com/fr/nos-produits/conseils-d-utilisation>
176. Baudoux D. *Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, volume 5 : grossesse*. Amyris. 2006. 316 p.
177. Baudoux D. *Les cahiers pratiques d'aromathérapie, volume 2 : dermatologie*. Amyris. 2003. 290 p.

# Annexes

## Annexe 1 : certificat d'analyse de l'HE d'*E. globulus*

CERTIFICAT D'ANALYSES / CERTIFICATE OF ANALYSIS					
<b>Eucalyptus globulus / Eucalyptus globulus</b>					
Huile Essentielle Docteur Valnet Certifiée Agriculture Biologique* Doctor Valnet Essential Oil Organic Certified*					
Nom botanique / Botanical name		Eucalyptus globulus			
Famille botanique / Botanical family		Myrtacées	N° de lot (vrac) / Batch Nb (bulk)		18AE1212718B
Parties utilisées / Parts used		feuilles	N° de lot (conditionnement) / Batch nb (packaging)		18K018
Mode d'extraction / Extraction process		entraînement à la vapeur d'eau basse pression / low-pressure steam distillation			
Pays de production / Country of production		Portugal			
Paramètres		Spécifications	Résultats		Conclusion
Aspect / Appearance		liquide mobile, limpide / limpid, mobile liquid	liquide mobile, limpide / limpid, mobile liquid		conforme / conform
Couleur / Colour		incoloré à jaune clair / colourless to clear yellow	jaune pâle / pale yellow		conforme / conform
Odeur / Odour		caractéristique / characteristic	caractéristique / characteristic		conforme / conform
Densité / Specific gravity		0,905 à / to 0,925	0,9174		conforme / conform
Pouvoir rotatoire / Optical rotation		+1,0° à / to +8,0°	+5,2°		conforme / conform
Indice de réfraction / Refractive index		1,460 à / to 1,475	1,4650		conforme / conform
Identification par CPG / Identification by GC					
TR	Composants	%	TR	Composants	%
11,58	tricyclène	0,05	19,37	trans-pinocarvéol	2,74
12,14	alpha-pinène	17,27	19,98	pinocarvone	1,23
12,64	fenchène	0,04	20,23	trans-para-mentha-1(7)8-diène-2-ol	0,06
12,68	camphène	0,12	20,53	terpinène-4-ol	0,10
12,81	thuja-2,4(10)-diène	0,08	21,00	alpha-terpinéol	0,39
13,69	bêta-pinène	0,40	25,30	acétate d'alpha-terpényle	0,96
14,05	myrcène	0,05	26,18	alpha-copaène	0,03
14,65	1,3,8-para-menthatriène	0,11	27,05	alpha-gurgunène	0,04
14,70	alpha-phellandréne	0,12	27,42	bêta-caryophyllène	0,14
15,48	para-cymène	1,77	27,71	bêta-gurgunène	0,14
15,75	limonène	3,12	27,93	aromadendréne	2,66
15,84	eucalyptol	64,22	28,36	alpha-humulène	0,07
16,53	gamma-terpinène	0,14	28,47	allo-aromadendréne	0,52
17,00	monoterpène oxygéné MW152	0,04	29,07	3-méthyl-butanoate de phényl-éthyl	0,03
17,42	terpinolène	0,08	29,20	viridiflorène	0,18
17,60	para-cyménène	0,13	31,61	globulol	0,92
18,03	pentanoate d'isopentyle	0,07	31,83	viridiflorol	0,20
18,81	alpha-camphalénal	0,08			
				TOTAL	98,29

## Annexe 2 : certificat d'analyse de l'HE d'*E. radiata*

CERTIFICAT D'ANALYSES / CERTIFICATE OF ANALYSIS					
<b>Eucalyptus radiata / Eucalyptus radiata</b> Huile Essentielle Docteur Valnet Certifiée Agriculture Biologique* Doctor Valnet Essential Oil Organic Certified*					
Nom botanique / Botanical name	Eucalyptus radiata				
Famille botanique / Botanical family	Myrtacées	N° de lot (vrac) / Batch Nb (bulk)	323ER1204618BN		
Parties utilisées / Parts used	feuilles	N° de lot (conditionnement) / Batch nb (packaging)	198008		
Mode d'extraction / Extraction process	entraînement à la vapeur d'eau basse pression / low-pressure steam distillation				
Pays de production / Country of production	Australie / Australia				
Paramètres	Spécifications	Résultats	Conclusion		
Aspect / Appearance	liquide mobile, limpide / limpid, mobile liquid	liquide mobile, limpide / limpid, mobile liquid	conforme / conform		
Couleur / Colour	incoloré à jaune clair / colourless to clear yellow	incoloré / colourless	conforme / conform		
Odeur / Odour	caractéristique / characteristic	caractéristique / characteristic	conforme / conform		
Densité / Specific gravity	0,905 à / to 0,924	0,9177	conforme / conform		
Pouvoir rotatoire / Optical rotation	+0,0° à / to +9,0°	+1,0°	conforme / conform		
Indice de réfraction / Refractive index	1,459 à / to 1,465	1,4633	conforme / conform		
Identification par CPG / Identification by GC					
TR	Composants	%	TR	Composants	%
11,84	alpha-thujène	0,289	17,98	linalol	0,376
12,14	alpha-pinène	2,365	18,87	cis-para-menth-2-ène-1-ol	0,059
13,59	sabinène	0,640	19,45	trans-para-menth-2-ène-1-ol	0,035
13,79	béta-pinène	0,663	20,35	delta-terpinéol	0,137
14,14	myrcène	1,228	20,69	terpinène-4-ol	1,843
14,80	alpha-phellandréne	0,570	21,19	alpha-terpinéol	9,751
15,18	alpha-terpinène	0,301	22,31	nérol	0,107
15,54	para-cymène	0,675	22,88	pipéritone	0,058
15,75	limonène	6,444	23,16	géraniol	0,137
15,80	béta-phellandréne	1,346	25,42	acétate d'alpha-terpényle	0,324
15,91	eucalyptol	71,314	27,56	béta-caryophyllène	0,185
16,16	(E)-béta-ocimène	0,193	29,50	viridiflorène	0,096
16,61	gamma-terpinène	0,621			
17,53	terpinalène	0,187			
				TOTAL	99,944

## Annexe 3 : certificat d'analyse de l'HE de *C. citriodora*

CERTIFICAT D'ANALYSES / CERTIFICATE OF ANALYSIS							
Eucalyptus citronné / Lemon eucalyptus							
Huile Essentielle Docteur Valnet Certifiée Agriculture Biologique* Doctor Valnet Essential Oil Organic Certified*							
Nom botanique / Botanical name		Eucalyptus citriodora					
Famille botanique / Botanical family		Myrtacées		N° de lot (vrac) / Batch Nb (bulk) 99E12047188			
Parties utilisées / Parts used		feuilles		N° de lot (conditionnement) / Batch nb (packaging) 18J010			
Mode d'extraction / Extraction process		entraînement à la vapeur d'eau basse pression / low-pressure steam distillation					
Pays de production / Country of production		Madagascar					
Paramètres		Spécifications		Résultats		Conclusion	
Aspect / Appearance		liquide mobile, limpide / limpid, mobile liquid		liquide mobile, limpide / limpid, mobile liquid		conforme / conform	
Couleur / Colour		incoloro à ambré à vert pâle / colorless to amber to green		jaune pâle / pale yellow		conforme / conform	
Odeur / Odour		caractéristique / characteristic		caractéristique / characteristic		conforme / conform	
Densité / Specific gravity		0,860 à / to 0,896		0,8761		conforme / conform	
Pouvoir rotatoire / Optical rotation		-1° à / to +3°		+0,8°		conforme / conform	
Indice de réfraction / Refractive index		1,450 à / to 1,460		1,4568		conforme / conform	
Identification par CPG / Identification by GC							
TR	Composants		%	TR	Composants		%
11,36	isobutanoate d'isobutyle		0,06	20,11	néo-isopulégol		4,39
11,84	alpha-thujène		0,04	20,40	isopulégol-iso		0,53
12,14	alpha-pinène		0,29	20,69	néo-iso-isopulégol		0,22
13,59	sabinène		0,11	21,12	alpha-terpinéol		0,26
13,80	bêta-pinène		0,51	22,00	citronellol		8,84
14,14	myrcène		0,21	22,34	néol		0,02
14,94	delta-3-carène		0,03	22,81	citronellate de méthyle		0,11
15,18	alpha-terpinène		0,04	25,40	acétate de citronellyle		1,58
15,45	para-cymène		0,05	25,60	eugénol		0,10
15,62	limonène		0,41	25,96	8-hydroxy-néo-menthol		0,10
15,69	bêta-phellandriène		0,06	26,67	bêta-élémiène		0,07
15,76	eucalyptol		2,63	27,59	bêta-caryophyllène		2,17
16,40	bergamol		0,07	28,51	alpha-humulène		0,14
16,60	gamma-terpinène		0,20	29,15	dauca-5,8-diène		0,10
17,05	para-mentha-3,8-diène		0,21	29,51	bicyclogermacrène		0,13
17,53	terpinolène		0,24	29,91	gamma-cadinène		0,03
17,99	linalol		0,12	29,99	delta-cadinène		0,17
18,33	cis-oxyde de rose		0,05	31,70	oxyde de caryophyllène		0,05
18,88	trans-oxyde de rose		0,03	33,02	epi-alpha-muurolol		0,03
19,75	isopulégol		10,60	33,34	alpha-cadinol		0,06
19,89	citronellol		64,14	39,04	inconnu		0,33
				40,06	inconnu		0,04
					TOTAL		99,55

## Annexe 4 : sondage

### \*Obligatoire

1- Possédez-vous une gamme d'HE dans votre officine ? \* *Une seule réponse possible*

\*Oui / \*Non

2-Vous sentez-vous à l'aise pour conseiller des patients sur l'aromathérapie ? \* *Une seule réponse possible*

\*Oui / \*Non / \*Cela dépend des HE

3-Avez-vous suivi une formation particulière sur les HE ? \* *Une seule réponse possible*

\*Oui, j'ai un DU en aromathérapie

\*Oui, avec le laboratoire de ma gamme d'HE

\*Oui, avec mon DPC

\*Non ou \*Autre ?

4-Quelles HE délivrez-vous le plus ? (3 réponses minimum) \*« Votre réponse »

5-Connaissez-vous les propriétés de l'HE de l'eucalyptus globuleux ? \* *Une seule réponse possible.*

\*Oui / \*Non / \*Quelques-unes

6-Connaissez-vous les propriétés de l'HE de l'eucalyptus radié ? \* *Une seule réponse possible.*

\*Oui / \*Non / \*Quelques-unes

7-Connaissez-vous les propriétés de l'HE de l'eucalyptus citronné ? \* *Une seule réponse possible.*

\*Oui / \*Non / \*Quelques-unes

8-Dans quels cas orientez-vous le patient vers l'HE d'eucalyptus globuleux ? \* *Plusieurs réponses possibles.*

9-Dans quels cas orientez-vous le patient vers l'HE d'eucalyptus radié ? \* *Plusieurs réponses possibles.*

10-Dans quels cas orientez-vous le patient vers l'HE d'eucalyptus citronné ? \* *Plusieurs réponses possibles.*

\*Assainissant atmosphérique

\*Pathologies des voies respiratoires basses (bronchites, gripes...)

\*Pathologies des voies respiratoires hautes (sinusite, rhinite...)

\*Douleurs et inflammations localisées

\*Cicatrisation

\*Répulsif à insecte

\*Fatigue physique et intellectuelle, perte d'énergie

\*Pied d'athlète

\*Stress, anxiété

\*Autre ?

11-Quels sont les effets indésirables éventuels de l'HE d'eucalyptus globuleux ? \* *Plusieurs réponses possibles.*

12- Quels sont les effets indésirables éventuels de l'HE d'eucalyptus radié ? \* *Plusieurs réponses possibles.*

13- Quels sont les effets indésirables éventuels de l'HE d'eucalyptus citronné ? \* *Plusieurs réponses possibles.*

\*Néphrotoxicité

\*Dermocausticité

\*Allergie de contact

\*Neurotoxicité

\*Abortive

\*Asséchant

\*Irritant pour les voies respiratoires

\*Irritant pour les voies digestives

\*Autre ?

## Annexe 5 : fiches pratiques

### **Eucalyptus globuleux**

*Eucalyptus globulus* Labill., Myrtacées

**Présentation** : cet eucalyptus est originaire de la Tasmanie et du sud de l'état de Victoria en Australie. En 1962, il fut adopté comme emblème national de la Tasmanie. Le terme « globuleux » fait référence à la forme du fruit

**Organe producteur de l'HE** : feuilles et extrémités des rameaux

**Spécificité biochimique** : 1,8-cinéole, globulol (autres molécules d'intérêt :  $\alpha$ -pinène et pinocarvone)

Propriétés principales		Indications principales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- antiseptique des voies respiratoires basses (1,8-cinéole, globulol, <math>\alpha</math>-pinène) et assainissant atmosphérique (<math>\alpha</math>-pinène)</li> <li>- décongestionnante pulmonaire et expectorante (globulol, 1,8-cinéole, cétones)</li> <li>- autres : antivirale, antifongique, mucolytique, insecticide broncho-dilatatrice, antalgique et anti-inflammatoire localisé</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- affections broncho-pulmonaires : grippe et bronchite</li> <li>- assainissant atmosphérique</li> <li>- autres indications :               <ul style="list-style-type: none"> <li>*répulsive</li> <li>*douleur musculaire localisée</li> </ul> </li> </ul>	
Effets indésirables potentiels		Interdite d'emploi	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- irritation cutanée, digestive (<math>\alpha</math>-pinène et 1,8-cinéole)</li> <li>- neurotoxique, abortif (1,8-cinéole, cétones)</li> <li>- irritation et sécheresse des voies respiratoires (1,8-cinéole)</li> <li>- néphrotoxique à forte dose (<math>\alpha</math>-pinène)</li> <li>- allergie de contact, respiratoire (<math>\alpha</math>-pinène)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 30 mois, <b>non recommandée &lt; 12 ans</b></li> <li>- aux femmes enceintes ou allaitantes</li> <li>- aux épileptiques, avec des antécédents de convulsions fébriles ou non</li> <li>- aux patients allergiques</li> </ul>	
Précautions d'emploi selon la voie d'administration			
<b>Voie locale :</b> <b>à privilégier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>massage et friction</b> : test de tolérance obligatoire pour les patients avec un terrain allergique               <ul style="list-style-type: none"> <li>- HE à n'utiliser que sur peau saine, non irritée. A utiliser diluée dans une HV (exemple : amande douce) pour les peaux fragiles : concentration maximale de 10 %</li> <li>- à appliquer uniquement sur le dos pour les moins de 6 ans, les asthmatiques</li> </ul> </li> <li>- <b>bain</b> : CI si maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées étendues, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Ne pas se laver à la fin</li> </ul>		
<b>Diffusion :</b> <b>à privilégier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- à éviter en présence de personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sans avis médical</li> </ul>		
<b>VO :</b> peu utilisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ne pas utiliser l'HE à l'état pur : diluer quelques gouttes dans une cuillère à café de miel ou mettre quelques gouttes sur un sucre</li> <li>- ne pas utiliser chez des personnes sensibles de l'estomac, des asthmatiques ou des insuffisants rénaux</li> <li>- ne pas utiliser sans avis médical si le patient a un TTT concomitant</li> </ul>		
Exemples d'utilisation de l'HE d' <i>E. globulus</i> <u>en préventif</u> dans les affections hivernales			
Diffusion	- 5 gouttes d'HE d' <i>E. globulus</i> + 5 gouttes d'HE d' <i>E. radiata</i> , à diffuser 15 à 20 minutes, 3 à 4 fois par jour		
Inhalation	- 2 à 3 gouttes d'HE d' <i>E. globulus</i> sur un oreiller ou sur un mouchoir		
VO	- 1 à 2 gouttes d'HE d' <i>E. globulus</i> dans 1 cuillère à café de miel, à laisser fondre dans la bouche ou à utiliser pour sucrer une tisane. A faire maximum 3 fois par jour, pendant 3 semaines à la fin de l'automne		
Exemples d'utilisation de l'HE d' <i>E. globulus</i> <u>en curatif</u> dans les affections hivernales			
Voie locale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>difficultés respiratoires dues à une bronchite</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>massage</b> : 10 gouttes d'HE d'<i>E. globulus</i> dans 10 mL d'HV d'amande douce. Appliquer 4 gouttes du mélange en massage sur le thorax et/ou le haut du dos, 3 fois par jour</li> <li>- <b>bain</b> : 20 gouttes d'HE d'<i>E. globulus</i> dans une base pour bain et rester dans le bain 10 à 20 minutes</li> </ul> </li> </ul>		
Diffusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>accélérer le retour à la normal en cas de grippe, bronchite et éviter de contaminer l'entourage</b> : faire une diffusion pour purifier l'air ambiant avec :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 gouttes d'HE d'<i>E. globulus</i>, 15 à 20 minutes maximum, matin et soir</li> <li>- ou 5 gouttes d'HE d'<i>E. globulus</i> + 5 d'HE d'<i>E. radiata</i>, 15 à 20 minutes maximum, matin et soir</li> </ul> </li> </ul>		
VO	- <b>toux grasse</b> : 1 goutte d'HE d' <i>E. globulus</i> dans 1 cuillère à soupe de Carbocystéine®, 3 fois par jour		

CI : contre-indication ; HE : huile essentielle ; HV : huile végétale ; TTT : traitement ; VO : voie orale

# Eucalyptus radié

*Eucalyptus radiata* Sieb. ex DC., Myrtacées

**Présentation** : cet eucalyptus est originaire des plateaux de la Nouvelle-Galles du Sud en Australie et des régions côtières de l'Etat de Victoria. « Radié » avec un « R » comme « rhume », moyen pour se souvenir du tropisme sur les voies hautes

**Organe producteur de l'HE** : feuilles et extrémités des rameaux

**Spécificité biochimique** : 1,8-cinéole,  $\alpha$ -terpinéol (autre molécule d'intérêt : limonène)

Propriétés principales		Indications principales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- antiseptique des voies respiratoires hautes ; assainissant atmosphérique (1,8-cinéole, limonène, <math>\alpha</math>-terpinéol)</li> <li>- expectorante et décongestionnante nasale (1,8-cinéole)</li> <li>- <i>autres propriétés : anti-inflammatoire (sphère ORL), immunostimulante, énergisante</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- affections respiratoires hautes : rhinite, rhino-pharyngite, sinusite, grippe et otite</li> <li>- assainissant atmosphérique</li> <li>- <i>autres indications : perte d'énergie</i></li> </ul>	
Effets indésirables potentiels		Interdite d'emploi	
<p><b>AUCUN SI LES DOSES SONT RESPECTÉES</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>HE très douce, à privilégier chez le <u>sujet sensible</u></b></li> <li>- pas d'interdiction absolue sauf chez le <b>patient allergique</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- à dose non-physiologique : <ul style="list-style-type: none"> <li>- irritation cutanée et digestive (1,8-cinéole, <math>\alpha</math>-terpinéol et limonène)</li> <li>- irritation et sécheresse des voies respiratoires (1,8-cinéole)</li> <li>- neurotoxicité (1,8-cinéole)</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- par mesure de précautions, interdiction relative : <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 30 mois et à utiliser avec précautions chez <b>les moins de 7 ans</b></li> <li>- aux épileptiques et si antécédents de convulsions</li> <li>- au cours du 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse. Pour les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres, pendant l'allaitement : sur avis médical</li> </ul> </li> </ul>	
Précautions d'emploi selon la voie d'administration			
<p><b>Voie locale :</b> <b>à privilégier</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>massage et friction</b> : test de tolérance obligatoire pour les patients avec un terrain allergique <ul style="list-style-type: none"> <li>- HE à n'utiliser que sur peau saine, non irritée. A utiliser diluée dans une HV (exemple : amande douce) pour les peaux fragiles : concentration maximale de 10 %</li> <li>* à appliquer préférentiellement sur le dos et la voute plantaire des moins de 6 ans et des asthmatiques. Eviter le visage et la poitrine</li> </ul> </li> <li>- <b>bain</b> : à éviter si maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées étendues, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Ne pas se laver à la fin</li> </ul>		
<p><b>Diffusion :</b> <b>à privilégier</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- à éviter en présence de personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sans avis médical</li> </ul>		
<p><b>VO :</b> peu utilisée</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ne pas utiliser l'HE à l'état pur : diluer quelques gouttes dans une cuillère à café de miel ou mettre quelques gouttes sur un sucre</li> <li>- ne pas utiliser chez des personnes sensibles de l'estomac et/ou des asthmatiques</li> <li>- ne pas utiliser sans avis médical si le patient a un TTT concomitant</li> </ul>		
Exemples d'utilisation de l'HE d'E. radiata <u>en préventif</u> dans les affections hivernales			
Diffusion	- 5 gouttes d'HE d'E. globulus + 5 d'HE d'E. radiata, à diffuser pendant 15 à 20 minutes, 3 à 4 fois par jour		
Inhalation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 à 3 gouttes d'HE d'E. radiata sur un oreiller ou sur un mouchoir, à respirer plusieurs fois par jour</li> <li>- 2 à 3 gouttes d'HE d'E. radiata dans un bol d'eau chaude, respirer une dizaine de minutes les vapeurs qui s'échappent de l'inhalateur ou du bol</li> </ul>		
Voie locale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 à 4 gouttes d'HE d'E. radiata, à appliquer tous les matins sur le thorax, le dos ou la plante des pieds, pendant la période hivernale</li> <li>- l'HE d'E. radiata diluée peut être utilisée dès 3 mois, à raison de 3 à 4 gouttes sur la plante des pieds</li> </ul>		

Exemples d'utilisation de l'HE d'*E. radiata* en curatif dans les affections hivernales

Voie locale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>rhinopharyngite et grippe</u> : 3 gouttes d'HE d'eucalyptus radié + 3 d'HE de ravintsara (pas de CI aux doses physiologiques), à appliquer en friction sur le thorax, le dos ou la voute plantaire, 2 à 5 fois par jour</li> <li>- <u>états grippaux, rhume, sinusite</u> : 3 gouttes d'HE d'eucalyptus radié + 3 d'HE de ravensare (déconseillé aux enfants, femmes enceintes). Appliquer en friction sur le thorax, le dos ou la voute plantaire, 2 à 5 fois par jour</li> <li>- <u>décongestion et purification des voies respiratoires lors d'une rhinite, sinusite, grippe</u> : 20 gouttes d'HE d'<i>E. radiata</i> dans une base pour bain et y rester 10 à 20 minutes en respirant profondément</li> </ul>
Voie respiratoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>accélérer le retour à la normal en cas de grippe, rhume... et éviter de contaminer l'entourage</u> : faire une diffusion atmosphérique pour purifier l'air : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 gouttes d'HE d'eucalyptus radié</li> <li>- ou 5 gouttes d'HE d'<i>E. radiata</i> + 5 d'HE d'<i>E. globulus</i>, 15 à 20 minutes maximum, 3 à 4 fois par jour</li> </ul> </li> <li>- <u>nez bouché, congestionné</u> : 2 à 3 gouttes d'HE d'<i>E. radiata</i> sur un mouchoir et respirer plusieurs fois par jour ou 5 à 6 gouttes dans un bol d'eau chaude maximum 3 fois par jour pendant 10 minutes</li> </ul>
VO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>sinusite, rhume, état févreux</u> : 1 à 2 gouttes d'HE d'<i>E. radiata</i> dans 1 cuillère à café de miel, sur un sucre de canne et laisser fondre le tout sous la langue, à faire maximum 3 fois par jour</li> </ul>

CI : contre-indication ; HE : huile essentielle ; HV : huile végétale ; TTT : traitement ; VO : voie orale

# Eucalyptus citronné

*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S Johnson, Myrtacées

**Présentation** : cet eucalyptus est originaire du nord-est de l'Australie, dans l'Etat de Queensland. Le terme « *citriodora* » fait référence à l'odeur citronnée des feuilles

**Organe producteur de l'HE** : feuilles et extrémités des rameaux

**Spécificité biochimique** : citronnellal, citronnellol, isopulégol

Propriétés principales		Indications principales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- anti-inflammatoire, antirhumatismale et antalgique (citronnellal)</li> <li>- insectifuge (citronnellal)</li> <li>- autres propriétés : <i>calmante, sédatrice, antibactérienne, antifongique, antivirale</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- soulager la douleur et l'inflammation des pathologies musculaires, articulaires, nerveuses, respiratoires, génitales, urinaires...</li> <li>- répulsif naturel (moustiques) et apaisant cutané naturel (piqures de moustiques, zona...).</li> <li>- autres indications : <i>pied d'athlète ; stress, anxiété</i></li> </ul>	
Effets indésirables potentiels		Interdite d'emploi	
AUCUN SI LES DOSES SONT RESPECTÉES		- pas d'interdiction absolue sauf chez le <b>patient allergique</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- à dose non-physiologique :</li> <li>- irritation cutanée (monoterpénols, citronnellal)</li> <li>- irritation des voies respiratoires (citronnellal)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- par mesure de précautions, interdiction relative :</li> <li>- &lt; 30 mois et à utiliser avec précautions chez <b>les moins de 7 ans</b></li> <li>- aux épileptiques et si antécédents de convulsions</li> <li>- au cours du 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse. Pour les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres, pendant l'allaitement : sur avis médical</li> </ul>	
Précautions d'emploi selon la voie d'administration			
<b>Voie locale :</b> <b>à privilégier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>massage et friction</b> : test de tolérance obligatoire pour les patients avec un terrain allergique <ul style="list-style-type: none"> <li>* HE à n'utiliser que sur peau saine, non irritée. A utiliser diluée dans une HV pour les peaux fragiles : concentration maximale de 10 %</li> <li>* à appliquer préférentiellement sur le dos et la voute plantaire des moins de 6 ans et des asthmatiques. Eviter le visage et la poitrine</li> </ul> </li> <li>- <b>bain</b> : déconseillé en cas de maladie de peau, plaies ouvertes, lésions cutanées, infection, forte fièvre, problèmes circulatoires, cardiaques. Ne pas se laver après</li> </ul>		
<b>Diffusion :</b> <b>à privilégier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- à éviter en présence de personnes allergiques, asthmatiques ou atteintes de toute autre affection respiratoire chronique, sans avis médical</li> <li>- <b>ne pas utiliser en inhalation</b></li> </ul>		
Exemples d'utilisation de l'HE de <i>C. citriodora</i> en cas de <u>douleur/inflammation</u>			
Bain	- <u>pathologies musculaires, articulaires, tendineuses et nerveuses</u> : diluer 20 gouttes d'HE de <i>C. citriodora</i> dans une base pour bain et y rester 10 à 20 minutes		
Massage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>pathologies musculaires, articulaires, tendineuses et nerveuses</u> : massage 3 à 5 fois par jour pendant 1 à 3 semaines avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 gouttes d'HE d'eucalyptus citronné diluée dans 10 mL d'HV d'arnica</li> <li>- ou 5 gouttes d'HE de gaulthérie (éviter si allergie aux salicylés et si patient sous AVK) + 5 gouttes d'HE d'eucalyptus citronné + 10 mL d'HV d'arnica</li> </ul> </li> </ul>		
Exemples d'utilisation de l'HE de <i>C. citriodora</i> en tant que <u>répulsif</u> et <u>apaisant naturel</u>			
Répulsif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>diffusion</u> : 2 à 3 gouttes d'HE d'eucalyptus citronné sur un oreiller proche de l'utilisateur ou en diffusion</li> <li>- <u>lotion antimoustique</u> : dans un flacon, verser 50 gouttes d'HV d'amande douce + 5 gouttes d'HE d'eucalyptus citronné + 5 gouttes d'HE de citronnelle de Java (pas de CI aux doses physiologiques) + 5 gouttes d'HE de géranium rosat (pas de CI aux doses physiologiques) + 5 gouttes d'HE de romarin à camphre (CI &lt; 30 mois, femmes enceinte, épileptiques). Cette lotion anti-moustique s'applique en petite quantité sur les membres exposés. Il convient de renouveler les applications toutes les 3 à 4 heures</li> </ul>		
Apaisant cutané	- <u>piqures de moustiques</u> : 5 mL d'HE de géranium rosat + 4,5 mL d'HE d'eucalyptus citronné + 0,5 mL d'HE de tansie annuelle. Appliquer 2 à 3 gouttes du mélange 3 fois par jour		

AVK : antivitamine K ; CI : contre-indication ; HE : huile essentielle ; HV : huile végétale ; VO : voie orale

# Serment de Galien

Je jure, en présence des maîtres de la Faculté, des conseillers de l'ordre des Pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque.

## Titre :

Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : botanique, aromathérapie et enquête auprès des pharmaciens d'officine

## Résumé :

Depuis quelques années, les patients se tournent de plus en plus vers les médecines dites "douces" comme l'homéopathie, la phytothérapie, l'aromathérapie.... De ce fait, il est important pour les pharmaciens d'officine de maîtriser ces thérapeutiques et notamment de maîtriser les différentes utilisations d'huiles essentielles provenant d'espèces botaniques proches et plus particulièrement du genre *Eucalyptus*. Le sujet de cette thèse traite d'un côté l'aspect botanique, d'un autre l'aromathérapie avec les propriétés chimiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora*. Pour finir, une enquête auprès de pharmaciens d'officine a été réalisée afin d'aboutir à des fiches pratiques.

## Mots clés :

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| - <i>Eucalyptus</i> sp.      | - botanique             |
| - <i>Eucalyptus globulus</i> | - aromathérapie         |
| - <i>Eucalyptus radiata</i>  | - fiches pratiques      |
| - <i>Corymbia citriodora</i> | - conseils à l'officine |

---

## Title:

Essential oils of *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata* and *Corymbia citriodora*: botany, aromatherapy and survey of pharmacists

## Abstract:

For a few years, patients have been interested in "soft" medicines such as homeopathy, herbal medicine, aromatherapy.... Therefore, it is important for pharmacists to master these therapies and the different uses of essential oils obtained from close botanical species and more particularly of the genus *Eucalyptus*. The subject of this thesis deals on one hand with the botanical aspect, on the other hand with aromatherapy including chemical properties of essential oils from *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata* and *Corymbia citriodora*. Finally, a survey of pharmacists was carried out, to come up with practical sheets.

## Keywords:

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| - <i>Eucalyptus</i> sp.      | - botany                       |
| - <i>Eucalyptus globulus</i> | - aromatherapy                 |
| - <i>Eucalyptus radiata</i>  | - practical sheets             |
| - <i>Corymbia citriodora</i> | - advice in community pharmacy |