

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PHARMACIE ET D'ODONTOLOGIE

Année 2020



N° 230

**Composition chimique et activités biologiques de
l'huile essentielle de *Melaleuca leucadendra* L.
(Myrtaceae) de la zone saline de Fatick (Sénégal)**

Mémoire Master de Développement Industriel Du Médicament

Option : Pharmaco-chimie

PRESENTÉ ET SOUTENU PUBLIQUEMENT

Le 27 Octobre 2020

Par

Mamadou DIAGNE

Né le 14 Mars 1990 à Dakar (SENEGAL)

MEMBRES DU JURY

Président :	M. Mounibé	DIARRA	Professeur Titulaire
Membres :	M. Alassane	WELE	Professeur Titulaire
	M. Serigne Omar	SARR	Professeur Assimilé
Directeur de Mémoire :	M. Alassane	WELE	Professeur Titulaire
Co directeur de Mémoire:	M. Yoro	TINE	Maitre de Conférences Assimilé

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

« Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.

Louange à Allah, Seigneur de l'univers.

Le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux,

Maître du Jour de la rétribution.

C'est Toi [Seul] que nous adorons, et c'est Toi [Seul] dont nous implorons secours.

Guide-nous dans le droit chemin,

le chemin de ceux que Tu as comblé de faveurs, non pas de ceux qui ont encouru Ta colère,
ni des égarés. »

Sourate Al-Fatiha, Le Noble Coran.



DÉDICACES

Je dédie ce mémoire à ...

A mes Parents

Aucun mot semble convenir pour vous exprimer mon affection, ma gratitude, ma soumission et ma considération pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation, mon instruction et tout mon bien-être, ainsi que l'appui que vous m'avez apporté tout au long de ces années.

A ma mère Marietou DIEYE

Aucun mot ne saurait exprimer ce que je ressens pour toi.

Trouves ici, tout l'amour qu'un enfant peut éprouver pour sa maman.

Je prie ALLAH le tout puissant de te préserver et te donner santé, longue vie dans la paix, la joie et le bonheur. J'espère que tu es fière de ton fils. Je t'aime MAMAN !

A mon très cher oncle Mamadou DIAGNE

Je ne saurai exprimer par des mots, tout l'amour et le respect que vous méritez ainsi que ma profonde affection que j'ai pour vous.

Merci infiniment pour votre soutien, vos conseils, vos encouragements, votre amour et pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Je vous dédie ce travail témoin de ma profonde gratitude. Que dieu vous donne longue vie, santé et prospérité.

A mes frères et sœurs

Votre soutien, vos encouragements et vos conseils ne m'ont jamais fait défaut. Puisse ce travail témoigner ma reconnaissance, les sentiments fraternels les plus sincères et ma profonde gratitude !!!

A mes cousins et cousines

Vous êtes pour moi des frères et des sœurs.

Merci pour votre gentillesse et votre encouragement et pour les bons moments qu'on a passé ensemble !!!

A ma famille paternelle et maternelle

Merci pour vos encouragements.

Que ce travail soit l'expression de ma grande affection et d'attachement.

A tous mes amis et camarade du Master

Merci beaucoup pour votre soutien et votre amabilité.

Que ce travail soit le témoignage de mon grand attachement.

Remerciements

J'adresse tout d'abord mes remerciements au Professeur Guata Yoro SY pour l'encadrement, votre disponibilité, vos conseils.

Je tiens à remercier Dr Rokhaya SYLLA GUEYE pour l'appui, le soutien et les encouragements que vous m'avez apportés tout au long de mes recherches et de ma formation.

Je remercie Dr Adama DIEDHIOU (Chimie Therapeutique), Dr Mamadou BALDE (Chimie Therapeutique), Dr Madieye SENE (Pharmacologie), M. DIOP (Dantec), Dr Alioune DIALLO

je remercie tout le personnel des laboratoires de chimie organique et thérapeutique, de pharmacologie et de chimie analytique et bromatologie de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

je remercie Dr Ndeye Mboye DIOUF CISSE et tout le personnel de la pharmacie MOTA

Enfin je remercie particulièrement et infiniment Dr Dieumb DIOP, Dr Ndagou DIAGNE..., merci pour l'affection votre soutien et vos prières. Trouvez dans ce travail ma profonde satisfaction et reconnaissance à votre égard. Je vous dédie ce travail.

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre président de jury,

Le Professeur Mounibé DIARRA

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de ce jury malgré vos multiples contraintes.

Nous sommes fières d'être compté parmi vos étudiants et espérons être dignes de la confiance que vous avez placée en nous.

Veillez cher maître, trouvez dans ce travail le témoignage de notre profonde gratitude et nos sincères remerciements.

A Notre Maître, Directeur de Mémoire

Le Professeur Alassane WELE

Tout l'honneur est pour nous aujourd'hui de vous avoir comme directeur de Mémoire. Nous profitons de l'occasion qui nous est donnée aujourd'hui pour vous témoigner notre profonde gratitude.

Durant ces deux années de formation, vous étiez pour nous le maître, l'exemple et le père.

Nous sommes très fiers d'avoir appris auprès de vous.

Nous garderons de vous le souvenir d'un grand maître doué d'une richesse du savoir, d'une rigueur de la pensée et d'immenses qualités humaines.

Nous voudrions être dignes de la confiance que vous nous avez accordée et vous prions, cher maître, d'accepter l'assurance de notre estime et notre profond respect.

A Notre Maître et Juge

Le Professeur Serigne Omar SARR

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi les membres de cet honorable jury.

Durant notre cursus, nous avons pu bénéficier de la clarté et de la maîtrise de votre enseignement, de la logique et de la rigueur de votre raisonnement qui font de vous un maître respecté par tous.

Veillez cher maître, trouvez dans ce modeste travail, l'expression de notre infinie gratitude et notre profonde admiration.

A notre Co-Directeur de Mémoire Le Docteur Yoro TINE

Ce travail a beaucoup été marqué par votre empreinte; vous l'avez suivi du début à la fin et n'avez ménagé aucun effort pour sa bonne conduite. Vous vous êtes toujours montré disponible et courtois. Vous n'avez cessé de nous conseiller. Pour tout cela, nous vous remercions très sincèrement.

LISTE DES ABREVIATIONS

Da	: Dalton
CG/MS	: Chromatographie Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse
IPP	: Pyrophosphate d'Isopentenyle
DMAPP	: Dimethylallyl Pyrophosphate
GPP	: Geranyl Pyrophosphate
PEP	: Phosphoenol Pyruvate
INR	: International Normalized Ratio (Taux de prothrombine)
UFC	: Unité Formant des Colonies
MHB	: Bouillon Mueller-Hinton
PC	: Poids Corporel

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Biosynthèse des terpènes.....	12
Figure 2 : Montage d'extraction à froid	14
Figure 3 : Hydrodistillation à l'aide d'un système de type Clevenger	15
Figure 4 : Montage d'extraction par enfleurage	16
Figure 5 : Montage d'extraction au CO ₂ supercritique.....	17
Figure 6 : Planche botanique de <i>Melaleuca leucadendra</i>	27
Figure 7 : Identification des constituants volatils par CPG et CPG/SM.	35
Figure 8 : Effet de l'huile essentielle.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Composition chimique des huiles essentielles de feuilles de M. leucadendra	40
Tableau II : Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de M. leucadendra	42

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	4
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES HUILES ESSENTIELLES	5
I. DEFINITION	5
I.1. Huile essentielle.....	5
I.2. L'aromathérapie.....	6
II. HISTORIQUE	6
III. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES HUILES ESSENTIELLES	8
III.1. Propriétés organoleptiques.....	8
III.2. Propriétés physico-chimiques	8
III.3. Variabilités des huiles essentielles	9
IV. COMPOSITION CHIMIQUE GENERALE	9
V. BIOSYNTHESE DES HUILES ESSENTIELLES	10
V.1. Biosynthèse des terpènes	10
V.2. Synthèse des phénylpropanoïdes	13
VI. PROCEDES D'EXTRACTION	13
VI.1. Par expression à froid	13
VI.2. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau ou hydrodistillation	14
VI.3. Extraction par enfleurage	15
VI.4. Extraction au CO ₂ supercritique	16
VII. CARACTERISATION DES HUILES ESSENTIELLES	17
VII.1. Chromatographie en phase gazeuse.....	17
VII.2. La chromatographie liquide haute performance (CLHP).....	18
VII.3. Résonance Magnétique Nucléaire (RMN).....	19
VIII. ACTIVITES LIEES A LA COMPOSITION CHIMIQUE	19

VIII.1. Activité anti inflammatoire	20
VIII.2. Activité antibactérienne	20
VIII.3. Activité antifongique	21
IX. TOXICITE DES HUILES ESSENTIELLES.....	22
X. APPLICATIONS	24
X.1. En cosmétologie	24
X.2. En pharmacie.....	24
X.3. Dans les industries agro-alimentaires.....	24
X.4. Dans l'industrie chimique	25
XI. Travaux antérieurs sur <i>Melaleuca leucadendra</i>	25
XI.1. Botanique	25
XI.1.1. Classification botanique	25
XI.1.2. Habitat et distribution géographique	26
XI.1.3. Description botanique.....	27
XI.2. Utilisations thérapeutiques	28
XI.3. Composition chimique des huiles essentielles	28
XI.4. Propriétés biologiques des huiles essentielles	30
PARTIE EXPERIMENTALE	31
CHAPITRE 2 : DETERMINATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DES ACTIVITES ANTIBACTERIENNES ET ANTI-INFLAMMATOIRES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE <i>MELALEUCA LEUCADENDRA L.</i>	32
I. MATÉRIELS ET MÉTHODES	32
I.1. Cadre d'étude.....	32
I.2. Echantillonnage	32
I.3. Extraction de l'huile essentielle.....	32
I.4. Méthodologie d'analyse du laboratoire	33
I.4.1. Analyse GC et GC/MS.....	33

I.5. Matériels pour la détermination des activités biologiques	36
I.5.1. Activité antibactérienne.....	36
I.5.2. Activité anti-inflammatoire	37
II. RESULTATS ET DISCUSSION.....	39
II.1. Composition chimique des huiles essentielles.....	39
II.2. Activité antibactérienne	41
II.3. Activité anti-inflammatoire.....	43
CONCLUSION.....	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	49

INTRODUCTION

La flore africaine en générale contient une importante réserve de plantes aromatiques douées d'activités biologiques variées. Parmi celles-ci, seul un petit nombre à fait l'objet d'études (1).

Les vertus thérapeutiques des essences aromatiques sont connues depuis l'antiquité. L'intérêt accordé à l'étude scientifique des plantes aromatiques et médicinales a augmenté ces dernières années. Le but est de rechercher substances chimiques intéressantes en thérapeutique (2).

Melaleuca leucadendra L. (Myrtaceae) est un grand arbre originaire de Malaisie, des îles du Pacifique et d'Australie (3,4). Il pousse dans les plaines le long des rivières, des côtes ou des marécages saisonniers, dans les sols limoneux et sableux(5). Il est tolérant aux sols acides, salés, stériles et marécageux. Au Sénégal, *M. leucadendra* a été largement planté pour éviter le phénomène de salinisation des sols (6,7). Les plantes du genre *Melaleuca* sont riches en huiles volatiles, principalement utilisés dans la fabrication de cosmétiques, de germicides et d'agents antiseptiques (8). En Indonésie le *M. leucadendra* est principalement cultivé pour la production d'huile essentielle à partir de ses feuilles. Cette huile est utilisée dans les remèdes à base de plantes, comme antiseptiques, contre le mal de dents, comme antispasmodiques, anti-neuralgiques et les antirhumatismeux, et dans la fabrication de cosmétiques (4,9). Certaines études ont également démontré l'efficacité de l'huile de *M. leucadendra* comme antioxydant (9,10), antibactérien (10), antiviral (9), antifongique (9,11) et attractivité para-phéromonale (12–14).

Le but de ce travail est :

- étudier de la composition chimique du *Melaleuca leucadendra*,
- déterminer les activités biologiques (activité anti-inflammatoire et de l'activité antibactérienne).

Notre travail est scindé en deux chapitres :

Le premier chapitre aborde les généralités sur les huiles essentielles

Le second chapitre est consacré à l'étude expérimentale :

- l'extraction de l'huile essentielle du *Melaleuca leucadendra*
- l'analyse de la composition chimique par chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS).
- Détermination de l'activité anti-inflammatoire ainsi que l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Melaleuca leucadendra* contre quatre bactéries : *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*

Les principaux résultats obtenus, sont résumés dans la conclusion générale.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES HUILES ESSENTIELLES

I. DEFINITION

I.1. Huile essentielle

Les huiles essentielles sont des substances odorantes et hautement volatiles présentes dans les plantes. En raison de leur volatilité, ces substances peuvent être isolées par distillation à la vapeur d'une plante aromatique d'une seule espèce botanique et peuvent être détectées à la fois par l'odeur et par le goût (15).

Selon la Commission de la Pharmacopée Européenne, une huile essentielle est 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. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Beaucoup de végétaux renferment des HE, mais seulement en toute petite quantité, ne permettant pas l'extraction avec le prix excessivement cher. Seules les plantes dites « aromatiques » produisent des quantités suffisantes d'HE. Ces plantes appartiennent pour la plupart aux familles des Lamiaceae (lavande, thym, menthe ...), des Lauraceae (cannelle, camphrier ...), des Myrtaceae (eucalyptus, niaouli ...), des Pinaceae (pin, cèdre, cyprès, genévrier ...), des Rutaceae (citron, orange...) ou des Apiaceae (cumin, fenouil, anis vert ...). Les HE sont localisées principalement dans les fleurs et les feuilles, mais on peut aussi les trouver dans le bois, les fruits, les écorces, les graines ou les racines (16,17). De nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées, comme l'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression (18) ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes (19).

I.2. L'aromathérapie

Étymologiquement, le mot « aromathérapie » signifie le traitement des maladies (thérapie) par les arômes (essences ou huiles essentielles de plantes aromatiques). Il s'agit de la capacité et de l'art de soigner avec les huiles essentielles. L'aromathérapie est l'une des techniques de médecine naturelle, alternative ou holistique. Généralement prescrites par les médecins naturopathes, ostéopathes et biothérapeutes, les huiles essentielles sont utilisées également en prévention et en soin, quotidiennement ou en cure, avec de bons résultats pour les humains comme pour les animaux (20,21).

Il est important de préciser que l'aromathérapie est une médecine « naturelle » mais elle n'a rien d'une médecine « douce ». En effet, mal utilisée, elle peut s'avérer toxique et dangereuse. C'est pour cette raison que le terme médecine « alternative » pour parler de l'aromathérapie est plus approprié que le terme médecine « douce » (22).

II. HISTORIQUE

Beaucoup de faits historiques montrent que l'utilisation d'huiles essentielles remonte au début de l'histoire humaine : des alambics (appareil qui exploite les propriétés des différences de température d'évaporation des matières) datant de 7000 ans, des écrits égyptiens vieux de plus de 3500 ans, etc. Bien que nous ne connaissions pas exactement l'origine de l'emploi des huiles qu'on leur trouvait il y a plusieurs milliers d'années, il est certain que ces peuples anciens avaient trouvé les multiples utilités des huiles essentielles. Il y a plus d'un siècle, les huiles essentielles étaient presque uniquement réservées à la fabrication de parfums et de tout autre produit aromatique (23).

Les grands berceaux géographiques de la civilisation aromatique sont l'Inde, la Chine et le bassin méditerranéen. Ces berceaux ont légué à l'humanité des procédés et des connaissances dans le domaine des huiles essentielles dont la validité est toujours d'actualité.

En 1931, Gattéfosse dans son ouvrage "**Aromathérapie**" décrivant ses expériences et ses découvertes, fut le premier à démontrer les relations structure/activité des molécules aromatiques. Il décrit les propriétés des arômes naturels comme étant antitoxiques, antiseptiques, tonifiantes, stimulantes, calmantes etc... (24).

A cette époque, il prophétise que l'avenir ne peut manquer de réserver un rôle de premier plan à cette thérapie.

Au cours des dernières années, l'Amérique du Nord a manifesté un grand intérêt à l'utilisation des plantes médicinales pour plusieurs raisons (25) :

- elles sont moins coûteuses par rapport aux médicaments de synthèse ;
- le public est souvent déçu par la médecine moderne, contre certaines maladies ;
- enfin, la valeur médicinale des plantes est de plus en plus prouvée scientifiquement; c'est ce qui constitue d'ailleurs un argument de taille pour leur usage en médecine.

En 1990, Frachomme et Péroël évoquent le terme de "la médecine aromatique" dans leur livre "**Aromathérapie exactement**" contenant les chémotypes et les indications thérapeutiques reposant sur les bases scientifiques (26).

Ainsi, l'industrie des plantes médicinales est devenue, le secteur de l'industrie pharmaceutique connaissant la plus forte croissance annuelle, soit 15 à 20% (27).

III. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES HUILES ESSENTIELLES

III.1. Propriétés organoleptiques

Aspect : les huiles essentielles sont des liquides assez mobiles, caractérisées par leur tâche sur le papier en chromatographie.

Couleur : les molécules aromatiques sont diversement colorées. Leur couleur varie de l'incolore au brun clair. On retrouve toutes les couleurs du spectre : bleu(cannelle), rougeâtre (thym), vert émeraude (inule odorante), violet (zeste de mandarine) jaune imperceptible pour la plupart des huiles essentielles (28).

Odeur : elle est caractéristique pour chaque huile essentielle (29,30).

III.2. Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, ce qui les différencient des huiles fixes (grasses).

Elles sont plus ou moins colorées et leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau sauf pour le HE de cannelle, girofle et sassafras.

Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart devient active sur la lumière polarisée.

Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels , entraînaibles à la vapeur d'eau , très peu solubles dans l'eau. La liposolubilité des HE est une propriété majeure qui leur confère une grande diffusibilité dans l'organisme quelques soit la voie d'administration utilisée.

Elle absorbe le chlore, le brome, l'iode avec dégagement de la chaleur et peuvent se combiner a l'eau pour former des hydrates.

Leur point d'ébullition varie entre 110° à 240° C et chaque HE est caractérisée par son odeur (31).

Elles sont actives sur la lumière polarisée (pouvoir rotatoire) ; certaines, comme *Pinus sylvestris* et *Citrus sinensis* sont dextrogyres ; d'autres telles que *Cinnamomum verum* (écorces) et *Mentha piperita* sont lévogyres (28).

III.3. Variabilités des huiles essentielles

Près de 3000 huiles essentielles différentes ont été décrites. Parmi ceux-ci, environ 300 sont utilisés commercialement sur le marché des arômes et des parfums (17). Cependant, la grande variabilité de la composition chimique des plantes aromatiques pose un problème potentiellement sérieux pour l'industrie de la parfumerie. Pour cette raison, de nombreuses recherches ont porté sur les différents facteurs contribuant à cette variété autres que ceux strictement génétiques. Par exemple, des chercheurs ont décrit des races distinctes de la même espèce, par exemple *Melaleuca bracteata*, riches en constituants principaux différents produisant chacun une huile essentielle différente contenant du méthyleugénol, du méthylisoeugénol et de l'éléminine (32). De même, il a été découvert que d'autres facteurs peuvent modifier la composition chimique des huiles essentielles, tels que le climat, les précipitations ou l'origine géographique de la plante.

IV. COMPOSITION CHIMIQUE GENERALE

Les huiles essentielles sont composées de métabolites secondaires lipophiles et hautement volatils, atteignant une masse inférieure à 300 Da. Dans les toutes premières définitions d'huiles essentielles, celles-ci étaient fortement identifiées avec les terpènes, principalement les mono et sesquiterpènes. Cependant, avec l'identification d'autres types de composés, en particulier les phénols allyliques et isoallyliques (15,33), les constituants des huiles essentielles sont répartis en trois groupes provenant de trois voies de biosynthèse (34).

- le groupe des terpénoïdes (21,34,35) ;
- le groupe des phénylpropanoïdes (21,34,35);
- le groupe des lipides, issus de la dégradation d'acides gras et de terpènes (34).

V. BIOSYNTHESE DES HUILES ESSENTIELLES

Les produits chimiques produits par les plantes qui se caractérisent par une distribution limitée et une absence de valeur évidente dans la physiologie de la plante productrice sont appelés métabolites secondaires. La gamme de métabolites secondaires, qui comprend bien sûr les huiles volatiles, est énorme. Les terpènes constituent un groupe majeur, avec plus de 1000 structures monoterpéniques et peut-être 3000 structures sesquiterpéniques connues. En revanche, le nombre de phénylpropènes est faible, moins de 50 d'entre eux étant probablement connus (36) Malgré le grand nombre et la diversité structurelle des métabolites secondaires, presque tous résultent de l'une des trois voies de biosynthèse, ou d'une combinaison de deux ou plus de ces voies.

Celles-ci sont appelées acétate, mévalonate (à base d'acide mévalonique) et shikimate (à base d'acide shikimique). Les terpènes sont entièrement dérivés du mévalonate, alors que les phénylpropènes proviennent de l'acide shikimique (37).

V.1. Biosynthèse des terpènes

C'est le groupe le plus important. Il comprend des monoterpènes (10 atomes de carbone dans la molécule), des sesquiterpènes (15 atomes de carbone), des diterpènes (20 atomes de carbone)... Les terpènes sont des molécules organiques constituées par un multiple de 5 atomes de carbone de formule générale $[C_5H_8]_n$.

L'acide mévalonique est un intermédiaire chimique contenant six atomes de carbone qui se forme dans la plante grâce à la combinaison de trois molécules d'acétate, elles-mêmes dérivées de l'acétyl coenzyme A. Il s'agit d'un processus universel appliqué à toutes les plantes supérieures. aux processus de la vie. La biosynthèse de mono- et de sesquiterpènes à partir d'acide mévalonique implique trois étapes (36,38):

- la conversion de l'acide mévalonique en pyrophosphate d'isopentényle (IPP) et en 3,3-diméthylallyl pyrophosphate (DMAPP).
- l'association d'IPP et de DMAPP pour donner du géranyl pyrophosphate (GPP).
- la combinaison de GPP avec IPP pour donner le farnésyl pyrophosphate (FPP).

L'IPP est le produit initial formé à partir d'acide mévalonique, qui est ensuite converti en DMAPP par l'enzyme isopentényl pyrophosphate isomérase.

Une molécule d'IPP et une molécule de DMAPP se combinent sous l'influence du géranyl pyrophosphate synthase pour donner le géranyl pyrophosphate (GPP), le premier monoterpène reconnaissable.

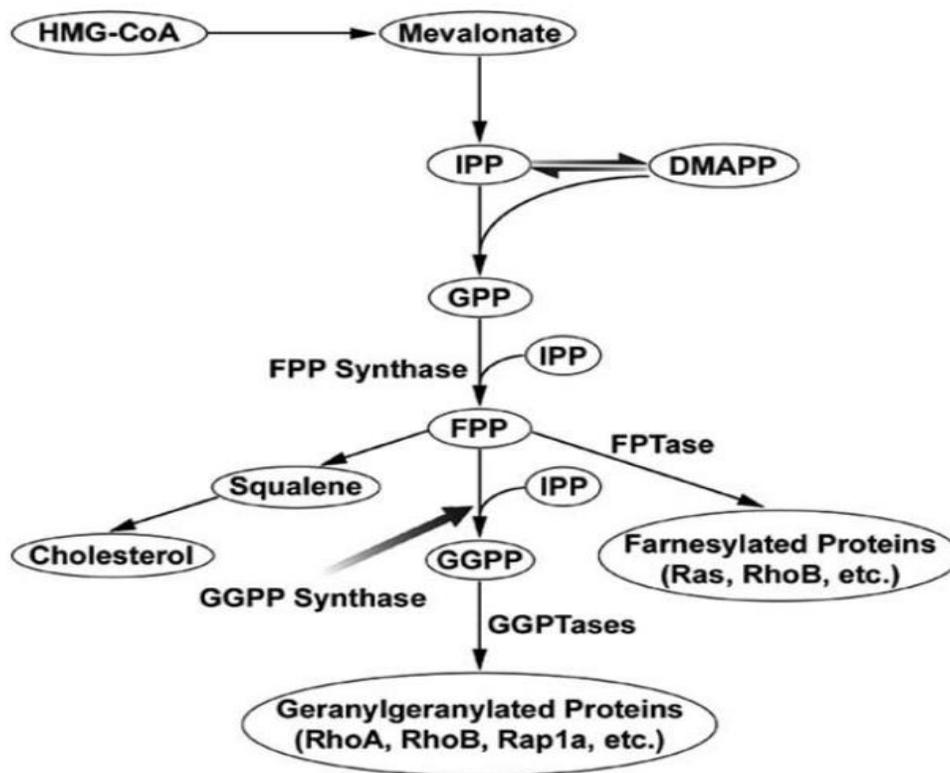


Figure 1 : Biosynthèse des terpènes (38)

L'isoprène ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$) est donc le précurseur des différents terpènes qui sont des composés avec un squelette hydrocarboné autour d'un assemblage d'au moins 5 unités isoprényles. Ils se caractérisent par des molécules insaturées, cycliques et acycliques. On distingue les :hémiterpènes (C5, isoprène), monoterpènes (C10, α -pinène, limonène, myrcène), sesquiterpènes (C15, β -caryophyllène), diterpènes (C20), sesterterpènes (C25), triterpènes (C30), tetraterpènes (C40), polyterpènes (C5)n.

V.2. Synthèse des phénylpropanoïdes

La voie des phénylpropanoïdes commence par un métabolite du fructose: le PEP (PhosphoEnoIPyruvate). Elle aboutit à un très grand nombre de substances aromatiques, via une série d'acides, dont l'acide shikimique (ou acide trihydroxy-3,4,5-cyclohexène-1-carboxylique) et l'acide cinnamique ($C_6H_5-CH=CH-COOH$). Les métabolites terminaux, importants en thérapeutique, sont les acides aromatiques suivants: salicylique, cinnamique, et benzoïque, et leurs esters, dont le salicylate de méthyle, et les cinnamates et benzoates, ainsi que certains phénols (eugénol) et dérivés (28). Il existe aussi des lactones ou esters cycliques (par exemple, la coumarine) formés à partir de dérivés de l'acide cinnamique. Parfois, la chaîne aliphatique est réduite à un seul atome de carbone (par exemple, la vanilline) (34).

VI. PROCÉDES D'EXTRACTION

VI.1. Par expression à froid

C'est le procédé le plus ancien et le plus simple pour obtenir une HE. Cependant, il reste limité car il ne s'applique qu'aux agrumes dont le péricarpe des fruits possède des poches sécrétrices d'essences. Cette technique, née en Sicile et en Calabre, est uniquement mécanique et consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais afin de détruire les poches sécrétrices d'essences et donc de libérer l'essence qu'elles contiennent. L'expression à froid permet de limiter l'oxydation en conservant les antioxydants naturels présents dans la fraction non volatile de l'essence. Le produit final obtenu est appelé essence car il n'a subi aucune modification chimique lors de son procédé d'extraction (5,12).

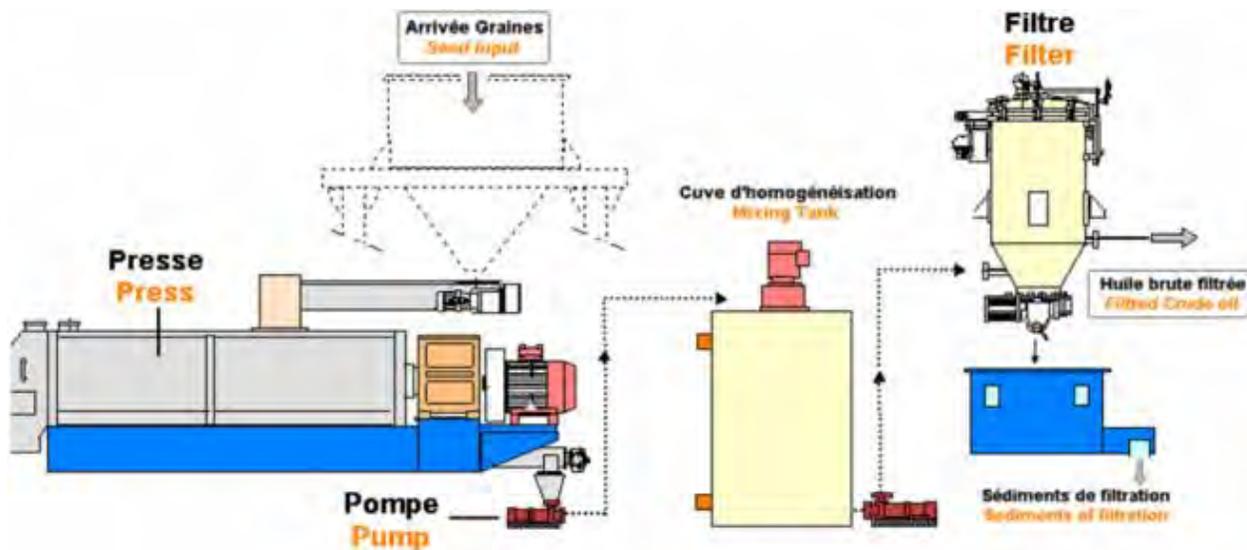


Figure 2 : Montage d'extraction à froid

VI.2. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau ou hydrodistillation

Cette technique utilise l'entraînement des substances aromatiques par la vapeur d'eau. Les plantes sont disposées entières ou broyées (lorsqu'il s'agit d'organes durs comme les racines ou les écorces) dans un appareil de type Clevenger ou dans un alambic (obtention à l'échelle industrielle). Pour l'obtention à l'échelle industrielle, un courant de vapeur d'eau traverse l'alambic et sous l'effet d'une source de chaleur, l'eau se transforme en vapeur qui traverse alors la cuve contenant les plantes aromatiques. La vapeur d'eau ayant volatilisé et entraîné l'HE se condense ensuite dans le serpentin du réfrigérant et retourne donc à l'état liquide pour se séparer dans l'essencier ou vase florentin. L'HE étant hydrophobe et souvent moins dense que l'eau, surnage dans la majorité des cas à sa surface et est recueillie après décantation. Il est impératif que la distillation soit complète pour que tous les constituants aromatiques de l'HE soient récupérés. Par conséquent, les

durées de distillation sont généralement longues. Elles varient en fonction des organes distillés de 1 à 24 heures.



Figure 3 : Hydrodistillation à l'aide d'un système de type Clevenger

VI.3. Extraction par enfleurage

C'est une méthode plus guère utilisée, car trop complexe sauf pour les fleurs principalement. Celles-ci sont étalées délicatement sur des plaques grasses qui absorberont tout le parfum. Les corps gras vont, ensuite, être épuisés par un solvant.

Une fois l'arôme des fleurs absorbé, nous remettons des fleurs fraîches, et ceci jusqu'à saturation du corps gras. Au bout de 24 heures, le corps gras et les huiles essentielles sont séparés (21).



Figure 4 : Montage d'extraction par enfleurage

VI.4. Extraction au CO₂ supercritique

Ce procédé, très moderne, consiste à faire éclater les poches à essences des végétaux et ainsi entraîner les substances aromatiques en faisant passer un courant de CO₂ à haute pression dans la masse végétale (28). On utilise le CO₂ car il possède de nombreux atouts : il s'agit d'un produit naturel, inerte chimiquement, ininflammable, facile à éliminer totalement, aisément disponible, peu réactif chimiquement et enfin peu coûteux. Le CO₂ a également la capacité de fournir des extraits de compositions très proches de celles obtenues par les méthodes décrites dans la pharmacopée européenne. Tous ces avantages permettent à ce procédé de se développer malgré un investissement financier important (39).

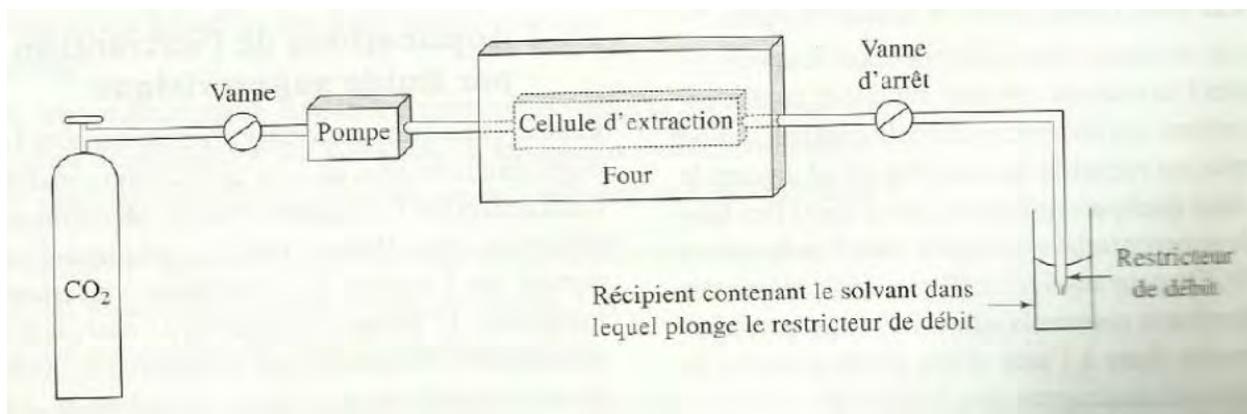


Figure 5 : Montage d'extraction au CO₂ supercritique

VII. CARACTERISATION DES HUILES ESSENTIELLES

VII.1. Chromatographie en phase gazeuse.

La CPG est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition (40). C'est la technique de séparation la plus utilisée dans le domaine des huiles essentielles, car elle permet d'effectuer l'individualisation des constituants à partir d'échantillons de l'ordre du milligramme voire du microgramme. Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs (FID) ont contribué à rendre la CPG incontournable pour l'analyse des huiles essentielles (41).

Chaque constituant est caractérisé par des indices calculés à partir d'une gamme d'alcane ou plus rarement d'esters méthyliques linéaires, à température constante (indice de Kováts) (42) ou en programmation de température (indices de rétention) (43). Les temps de rétention, bien que spécifiques d'un composé, ont tendance à varier d'une analyse à l'autre, notamment du fait du vieillissement des colonnes. Les indices de rétention polaire ($I_r p$) et apolaire ($I_r a$) sont comparés à ceux d'échantillons authentiques contenus dans des bibliothèques de référence élaborées

au laboratoire, dans des bibliothèques commerciales (44,45) ou répertoriées dans la littérature (41).

Les techniques de couplage de la CPG avec des techniques spectroscopiques (SM, IRTF) ont permis une approche beaucoup plus précise de l'identification.

Le couplage de la chromatographie en phase gazeuse avec la spectrométrie de masse (CPG/SM) permet d'effectuer simultanément la séparation et l'analyse des différents constituants d'un mélange complexe. Il existe deux modes d'ionisation : l'ionisation par impact électronique (IE) et l'ionisation chimique (IC). Dans ce dernier cas, on distingue l'ionisation chimique positive (ICP) et l'ionisation chimique négative (ICN) (41).

VII.2. La chromatographie liquide haute performance (CLHP)

C'est le développement moderne de la chromatographie d'élution sur colonne à pression atmosphérique. La technique de CLHP est appelée en anglais High Performance Liquid Chromatography ou HPLC. Les phénomènes physiques mis en jeu sont : partage, échange d'ions, exclusion-diffusion, adsorption. Le phénomène de partage interviendra dans le cas des huiles essentielles et des extraits végétaux. Les solutés d'un mélange, principalement ceux non volatilisables, présentent une distribution différente entre la phase mobile liquide et la phase stationnaire liquide ou solide. La technique peut être simple, rapide et éventuellement sélective (34).

La CLHP est indiquée surtout pour les molécules non volatilisables, elle est très utilisée pour le contrôle des médicaments. Les applications pour les huiles essentielles sont peu nombreuses. D'une part, l'efficacité des colonnes en CPG est bien meilleure que celles de la CLHP, d'autre part, les huiles essentielles courantes, facilement volatilisables, seront analysées le plus souvent par CPG. Si l'on considère des huiles essentielles riches en terpènes peu volatilisables (diterpènes,

triterpènes...), mais également des extraits de végétaux ou des mousses contenant des allergènes, la CLHP sera plus adaptée (34).

VII.3. Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)

L'utilisation de la RMN pour l'identification de molécules connues présentes dans une huile essentielle a été non seulement suggérée mais fortement conseillée (46). Afin d'éviter ou tout au moins de réduire étapes de purification, il était donc intéressant de pouvoir utiliser la RMN sans passer par une séparation préalable des constituants, pour l'analyse d'un mélange complexe. Dans cette optique l'utilisation de la RMN du carbone-13 qui permet d'avoir des spectres simplifiés s'imposait. A la suite des travaux précurseurs de Formáček et Kubeczka (47), une méthode d'identification des constituants des mélanges naturels, basée sur l'analyse du spectre de RMN du mélange a été mise au point et développée par l'équipe « Chimie et Biomasse » de l'Université de Corse (48). En fait, jusqu'au début des années 90, la RMN permettait de contrôler la présence d'un composé préalablement identifié ou suspecté par une autre technique (CPG/SM par exemple). L'informatisation de la recherche des structures à partir de bibliothèques de spectres a permis d'en faire une véritable méthode d'analyse appliquée à différentes familles de composés naturels : terpènes dans les huiles essentielles (49–51), acides diterpéniques dans les résines (52) , triterpènes dans les extraits de liège (53), phénols et sucres anhydres dans les liquides de pyrolyse de la biomasse (54,55), sucres dans les miels (56,57), etc...

VIII. ACTIVITES LIEES A LA COMPOSITION CHIMIQUE

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et les possibles effets

synergiques entre les composants. Ainsi, la nature des structures chimiques qui la constituent, mais aussi leurs proportions jouent un rôle déterminant.

L'activité d'une huile essentielle est souvent réduite à l'activité de ses composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Évalués séparément sous la forme de composés synthétiques, ils confirment ou infirment l'activité de l'huile essentielle de composition semblable. Il est cependant probable que les composés minoritaires agissent de manière synergique. La valeur d'une huile essentielle tient à son « totum », c'est à dire dans l'intégralité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires (58). Il est connu que ce sont les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés antibactériennes. L'activité de ces molécules dépend, à la fois, du caractère lipophile de leur squelette hydrocarbonée et du caractère hydrophile de leurs groupements fonctionnels. Les molécules oxygénées sont généralement plus actives que les hydrocarbonées (59).

VIII.1. Activité anti inflammatoire

l'activité anti inflammatoire "in vitro" est étudiée par la méthode de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine et la stabilisation membranaire d'un model érythrocytaire, l'huile essentielle de *Citrus limon* a donné un pourcentage d'inhibition important confirmant sa propriété anti inflammatoire (60).

VIII.2. Activité antibactérienne

Les huiles essentielles possèdent, "in vitro", une activité antibactérienne puissante, y compris sur les souches habituellement antibio-résistantes. Le mode d'action n'est pas clairement élucidé mais il semblerait que de par leurs hydrophobicités, les HE puissent se solubiliser dans les membranes et ainsi altérer la structure et la fonctionnalité membranaires des bactéries (39).

Sfeir et al. (2013) ont évalué "in vitro" l'activité antibactérienne de 18 HE à l'encontre de *Streptococcus pyogenes* en utilisant la méthode de diffusion sur disques. Sur les 18 HE testées, 14 ont montré une activité antibactérienne à l'encontre de *Streptococcus pyogenes* et en particulier *Cinnamomum verum*, *Thymus vulgaris*, *origanum compactum* et *Satureja montana* (61).

Andrade-Ochoa et al. (2015) ont évalué "in vitro" l'activité antibactérienne de 8 molécules entrant dans la composition des HE à l'encontre de *Mycobacterium tuberculosis*. Toutes les molécules testées ont montré une activité antibactérienne contre *Mycobacterium tuberculosis*. Le carvacrol, le thymol et l'acide cinnamique ont été les molécules les plus actives (62).

Lopez-Romero et al. (2015) ont quant à eux démontré l'activité antibactérienne "in vitro" de plusieurs composants (carvéol, carvone, citronellol et citronellal) à l'encontre d'*Escherichia coli* et de *Staphylococcus aureus* (63).

VIII.3. Activité antifongique

Certaines HE sont actives "in vitro" sur les champignons responsables de mycoses et sur les levures du genre *Candida*. Parmi ces HE on peut citer l'HE de *Melaleuca alternifolia* (tea tree), de *Syzygium aromaticum* (giroflier) ou encore de *Cinnamomum verum* (cannelle de Ceylan) (39).

Selon Shama Hmiri et al. les deux extraits végétaux *Eucalyptus camaldulensis* et de *Mentha pulegium* ont totalement inhibé la croissance d'*Alternaria alternata* et de *Penicillium expansum*. Cette activité antifongique est due essentiellement à la composition chimique des huiles essentielles (64).

Une étude réalisée sur le carvacrol et l'eugénol peuvent être considérés comme une base pour la mise au point d'une nouvelle génération d'agents antifongiques naturels pouvant être utilisés contre les infections rebelles aux agents antifongiques classiques (65).

Les trois huiles essentielles ont été testées à partir de plantes aromatiques et médicinales : thym (*Thymus saturejoides* L.), menthe pouliot (*Menthe pulegium* L.) et romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) présentent des activités inhibitrices sur la germination des spores ou des arthrospores de tous les dermatophytes testés à des concentrations allant de 0,001 à 4 % (66).

IX. TOXICITE DES HUILES ESSENTIELLES

Les huiles essentielles sont de plus en plus utilisées par les populations. La demande de produits naturels pour se soigner « autrement » augmente. Bien qu'en vente libre, y compris en dehors du circuit officinal, les huiles essentielles ne sont pas des produits anodins et présentent certains risques de toxicité.

Les monoterpènes sont irritants pour la peau et les muqueuses et nécessitent de ce fait, une dilution à 50% dans une huile végétale avant une utilisation cutanée (67).

Les sesquiterpènes ne présentent généralement aucune toxicité aux doses thérapeutiques. Contrairement aux monoterpènes, ils sont mieux tolérés au niveau cutané et ne provoquent pas d'irritation (68).

Les aldéhydes terpéniques sont irritants pour la peau et les muqueuses. De ce fait, il est important de les diluer dans une huile végétale avant toute utilisation par voie cutanée.

Les cétones terpéniques sont toxiques pour le système nerveux et sont donc contre-indiquées chez les patients neurologiquement fragiles (épileptiques, jeunes enfants et personnes âgées). Ces molécules possèdent également une action abortive et les HE les contenant sont donc contre-indiquées chez la femme enceinte ou allaitante (69).

Les oxydes terpéniques sont en général bien tolérés au niveau cutané et les HE les contenant pourraient, de ce fait, être appliquées pures sur la peau (sur une petite surface).

Le 1,8-cinéole est une molécule irritante, notamment au niveau des voies respiratoires, pouvant entraîner une crise d'asthme chez les personnes asthmatiques (22,67).

Les esters terpéniques possèdent généralement une bonne tolérance aux doses thérapeutiques (69,70). Cependant, de nombreux accidents ont été recensés aux Etats-Unis avec le salicylate de méthyle. Cet ester est particulièrement dangereux car bien résorbé au niveau cutané. Il peut également interagir avec les anticoagulants et potentialiser leur action. Une patiente traitée et stabilisée par de la warfarine a vu son INR augmenté à 12,2 suite à l'utilisation topique pendant 8 jours d'un gel antalgique à base de salicylate de méthyle. Les patients traités par des antivitamines K doivent donc être informés de ce risque (71).

Les phénols sont dermocaustiques. De ce fait, les huiles essentielles contenant des phénols nécessitent une dilution avant une utilisation par voie cutanée. A forte dose, les phénols peuvent s'avérer hépatotoxiques (69,70).

Les lactones terpéniques sont neurotoxiques (à fortes doses) mais sont finalement présentes uniquement à l'état de trace au sein des huiles essentielles obtenues par hydrodistillation. Les HE contenant les cétones, sont contre-indiquées chez les personnes neurologiquement fragiles (épileptiques, jeunes enfants et personnes âgées) ainsi que chez la femme enceinte ou allaitante (69,70).

Les aldéhydes aromatiques sont dermocaustiques. Il est donc impératif de les diluer dans une huile végétale avant une application cutanée (68).

Les furanocoumarines sont photosensibilisantes aussi bien par voie orale que en utilisation externe. Toute exposition solaire est donc contre indiquée après utilisation d'une HE riche en furanocoumarines (72).

X. APPLICATIONS

X.1. En cosmétologie

Les cosmétiques sont des produits du bien-être et non des médicaments. Ils ne nécessitent pas d'autorisation de mise sur le marché. Cependant, on peut constater des allégations excessives sur les bienfaits thérapeutiques des produits cosmétiques par la présence d'huiles essentielles incorporées. L'Afssaps reste très vigilante sur cette pratique (34).

X.2. En pharmacie

Ce sont principalement les propriétés antiseptiques et antifongiques qui sont reconnues par les autorités sanitaires. Différentes spécialités pharmaceutiques sont sur le marché. La tendance actuelle serait l'utilisation de cette activité antiseptique, notamment, pour purifier l'air atmosphérique dans les centres de soins (hôpitaux, clinique) et aussi dans les maisons individuelles par diffusion d'huiles essentielles dans l'air. Des travaux récents soulignent l'apport des huiles essentielles face aux infections nosocomiales bactériennes dont les souches sont résistantes aux antibiotiques utilisés traditionnellement. Souvent, les huiles essentielles sont rajoutées dans la formulation des spécialités pharmaceutiques, pour masquer le mauvais goût des médicaments et pour donner un caractère plus agréable à leur consommation (1,2).

X.3. Dans les industries agro-alimentaires

Certaines drogues sont utilisées en nature (épices et aromates), d'autres sous forme d'huiles essentielles ou de résinoïdes disperses, capsules ou complexes. Si la réfrigération et d'autres moyens de conservation se sont substitués aux épices pour assurer la conservation des aliments, le développement de nouvelles pratiques culinaires (plats préparés, surgelés), le goût pour l'exotisme et les qualités

gustatives, conduisent à une rapide augmentation de la consommation de ce type de produits. On note leur intégration dans : les boissons non alcooliques, les confiseries, les produits laitiers ou carnes, les soupes, les sauces, les snacks, les boulangeries, ainsi que la nutrition animale (73).

X.4. Dans l'industrie chimique

L'huile essentielle est un mélange très complexe. Il est possible d'isoler des molécules d'intérêt, soit pour un usage ultérieur en tant que produit naturel présent sous une forme énantiomorphe, soit pour la réalisation d'hémisynthèse avec l'obtention finale de nouvelles molécules, économiquement plus rentables que la synthèse chimique classique qui présente des rendements faibles au bout de nombreuses étapes réactionnelles (34).

XI. Travaux antérieurs sur *Melaleuca leucadendra*

XI.1. Botanique

XI.1.1. Classification botanique

Melaleuca leucadendra est un arbre de la famille des myrtaceae, originaire d'Australie et d'Indonésie. La variante orthographique *Melaleuca leucadendron* a été autrefois utilisée. Depuis 1966, elle est bannie (74), car contraire au code international de la nomenclature botanique.

Jusqu'à la révision taxonomique du complexe *Melaleuca leucadendra* par Blake basée sur la morphologie florale et le type d'indumentum (poil), le nom a été utilisé dans un sens très large pour décrire l'un quelconque de plusieurs melaleucas à feuilles larges étroitement apparentés. Cette espèce a souvent été confondue avec des espèces proches, aux feuilles larges comme *Melaleuca viridiflora*, *Melaleuca quinquenervia* (niaouli) ou *Melaleuca cajuputi* (cajeput). Le botaniste australien Lyn Craven (75), spécialiste des mélaleucas australiens, considère que c'est un peu

ironique que ces espèces proéminentes dans le paysage australien, connues sous le nom local de « broad-leaved paperbark », mélaleuques à larges feuilles, et si utiles pour leur bois et surtout les huiles essentielles que fournissent leurs feuilles, aient donné tant de fil à retordre aux botanistes pour être classées.

La famille des Myrtacées comprend environ 140 genres et plus de 3000 espèces dont un grand nombre est aromatique.

La classification botanique du *Melaleuca Leucadendra* est la suivante

- Règne : Plantea
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Myrtales
- Famille : Myrtaceae
- Genre : *Melaleuca*

XI.1.2. Habitat et distribution géographique

M. leucadendra est originaire d'Australie (Australie-Occidentale, territoire du Nord, Queensland), des Moluques, de Papouasie-Nouvelle-Guinée et sur les îles de l'est de l'Indonésie (76).

Il croît partout où les eaux souterraines sont abondantes, le long des cours d'eau en Australie du nord, dans les zones marécageuses et dans la forêt tropicale humide (77). Ils tolèrent les sols acides et infertiles. La formation de racines adventives est observée lorsqu'elles poussent dans des zones inondées. Les arbres présentent également une bonne tolérance au feu (78). Il est aussi cultivé dans les parcs et le long des rues.

XI.1.3. Description botanique

M. leucadendra est un grand arbre, pouvant faire jusqu'à 40 m de haut (79), à écorce blanchâtre, formée de plusieurs couches s'exfoliant en larges bandes. En raison de ses minces rameaux et feuilles retombantes, il est nommé « weeping tea tree », mélaleuca pleureur. Les jeunes rameaux sont couverts d'une pubescence blanchâtre (77).

Les feuilles étroitement lancéolées, très longues, de 7,5 à 27 cm de long (79), soit de 3,5 à 16 fois plus longues que larges, représentent parmi les plus longues du genre. Elles sont parcourues par 5 nervures longitudinales.

Les inflorescences sont des épis cylindriques, groupant les fleurs par trois. Les fleurs blanches possèdent de nombreuses étamines de 7 à 16 mm de long, rassemblées en 5 faisceaux opposés aux pétales. L'hypanthium est glabre alors que ceux du cajepout et du niaouli sont pubescents.

Le fruit est une capsule ligneuse, glabre, de plus de 4 mm de diamètre.



Figure 6: Planche botanique de *Melaleuca leucadendra* (79)

XI.2. Utilisations thérapeutiques

M. leucadendra a été introduit en Inde et pousse dans les jardins et les parcs comme arbres d'ornement. Les feuilles de fraîches lors de la distillation donnent une huile essentielle communément appelée huile de cajuput et trouve une utilisation en médecine. L'huile est utilisée comme expectorant dans les laryngites et bronchites chroniques, également carminatives, les surdoses provoquent une irritation gastro-intestinale. La plante est également utilisée comme anthelminthique, en particulier contre les vers ronds (80).

En Indonésie, *M. leucadendra* est principalement planté pour la production d'huile essentielle à partir de ses feuilles. Cette huile est utilisée dans les remèdes à base de plantes, y compris les antiseptiques, les antispasmodiques, les antineuralgiques et les antirhumatismaux, et dans la fabrication de cosmétiques (4).

Cependant, il a été reboisé au Sénégal, plus particulièrement dans la région de Fatick pour lutter contre la salinisation des sols (81).

XI.3. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles de *M. leucadendra* a fait l'objet de plusieurs études ; portant en majeure partie sur les feuilles. Cette composition présente une variabilité chimique aussi bien qualitative que quantitative. Ainsi, à notre connaissance sept chémotypes ont été décrits dans la littérature :

✓ méthyleugénol

En 1988, Brophy et al. ont rapporté le méthyleugénol (99,0%) comme constituant principal des feuilles de *M. leucadendra* récoltées dans plusieurs localités du nord du Queensland en Australie (82). Cette forte teneur en méthyleugénol (96,6%) a été également décrite dans les huiles essentielles en provenance du Brésil (83). Tout récemment, Siddique et al. (2020) ont rapporté ce chémotype (95,4%) dans l'huile essentielle de Pakistan (10).

✓ méthylisoeugénol

Brophy et al. (1988) ont aussi rapporté dans leur étude le méthylisoeugénol (88,0%) comme seul constituant des huiles essentielles de feuilles de *M. leucadendra* (82).

✓ P-cymène/-pinène

Un chémotype riche en p-cymène (23,7%) et en -pinène (13,1%) a été signalé dans l'huile essentielle de feuilles en provenance du Vietnam (84).

✓ 1,8-cinéole

En Indonésie, les huiles essentielles de feuilles de *M. leucadendra* à différents âges (5, 10 et 15 ans) étaient dominées par le 1,8-cinéole (44,76–60,19%), l' α -terpinéol (5,93–12,45%), le limonène (4,45–8,85%) et le β -caryophyllène (3,78–7,64%) [54]. En Egypte, le 1,8-cinéole (64,30%) était également le principal constituant de l'huile essentielle des feuilles de *M. leucadendra*, suivi de l' α -terpinéol (11,02%) [60]. L'huile de *M. leucadendra* du Brésil était constituée de monoterpènes, dans lesquels le 1,8-cinéole était largement prédominant (49%), suivi de l' α -terpinéol (7,6%) et du terpinène-4-ol (4,3%)(85).

✓ viridiflorol/1,8 cinéole

Les principaux composés volatils identifiés dans l'huile de feuilles de *M. leucadendra* de Cuba ont été le viridiflorol (38,2%) et le 1,8-cinéole (21,3%) (86).

✓ 1,8-cinéole/ β -eudesmol/ α -eudesmol

Le 1,8-cinéole (19,9%), le β -eudesmol (15,8%), l' α -eudesmol (11,3%), le viridifloral (8,9%) et le guaiol (9,0%) étaient les principaux constituants des huiles essentielles de feuilles d'Inde (80).

✓ 1,8-cinéole/épiglobulol/-pinène

Une seule étude existe sur la composition en huile essentielle de *M. leucadendra* du Sénégal, qui rapporte le 1,8-cinéole (28,87%), l'épiglobulol (15,8%), le \square -pinène(12,22%) comme principaux constituants(87).

XI.4. Propriétés biologiques des huiles essentielles

L'évaluation des activités biologiques de l'huile essentielle de *M. leucadendra* a fait l'objet de quelques études.

Pujiarti et al. (2011) ont évalué les effets antioxydants, antifongiques et physiologiques de l'huile essentielle de *M. leucadendron* riche en 1,8-cinéole (53,90%). Le test antioxydant in vitro avait montré que cette huile essentielle possédait une activité antioxydante (IC₅₀: 4,24 mg/ml). Le test antifongique in vitro avait montré une activité antifongique relativement forte de cette huile contre les champignons phytopathogènes de *F. oxysporum* (IC₅₀: 0,44 mg/ml), *T. cucumeris* (IC₅₀: 0,97 mg/ml) et *R. oryzae* (IC₅₀: 7,71 mg/ml). L'enquête sur l'effet de l'odeur de l'huile de *M. leucadendron* dans cette étude avait également montré le parfum fonctionnel de cette huile pour contrôler le comportement physiologique humain (9).

Farag et al. (2004) ont montré que l'huile essentielle de *M. leucadendron* riche en 1,8-cinéole (64,30%) possédait des activités antimicrobiennes, antivirales, antifongiques et antioxydantes (88).

En 2020, Saddique et al. ont évalué les activités antibactériennes et antioxydantes de l'huile essentielle de *M. leucadendra* principalement constituée de méthyleugénol (95,4%). Des études antibactériennes in vitro ont été effectuées par méthode de diffusion et de microdilution sur puits d'agar et les huiles essentielles testées ont présenté des effets bactériostatiques et bactéricides contre les agents pathogènes d'origine alimentaire testés à 4–8 µg/ml. Le dosage temporel avait montré un effet bactéricide significatif de l'huile pendant quatre semaines. Le potentiel antioxydant a été évalué par l'activité de piégeage des radicaux libres. L'huile avait montré une forte activité antioxydante avec environ 89,0–89,5% d'inhibition du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 2 : DETERMINATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DES ACTIVITES ANTIBACTERIENNES ET ANTI-INFLAMMATOIRES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *MELALEUCA LEUCADENDRA L.*

I. MATÉRIELS ET MÉTHODES

I.1. Cadre d'étude

Cette étude a été réalisée au sein du Laboratoire de Chimie Thérapeutique de la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontologie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar et Laboratoire des Produits naturels de l'Université de Corse (France).

I.2. Echantillonnage

Dix échantillons de feuilles fraîches de *M. leucadendra* ont été collectés dans deux localités de Fatick-Sénégal (14 ° 20'24.99 "N, 16 ° 23'1.284'O). Chaque échantillon de feuilles a été prélevé sur le même arbre. Les arbres ont environ 25 ans d'âge. Le matériel végétal a été identifié par les techniciens du département de botanique de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN) de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

I.3. Extraction de l'huile essentielle

Le matériel végétal a été séché à l'air pendant 14 jours à température ambiante. Les échantillons ont été hydrodistillés (5 h) à l'aide d'un appareil de type Clevenger selon la méthode recommandée dans la Pharmacopée européenne (89). Les rendements en huiles essentielles (p / p, calculés sur la base du poids sec) sont donnés dans le tableau I.

I.4. Méthodologie d'analyse du laboratoire

I.4.1. Analyse GC et GC/MS

Les analyses chromatographiques ont été effectuées à l'aide d'un appareil GC Perkin-Elmer Autosystem XL (Waltham, MA, USA) équipé d'un système de détection à double ionisation de flamme (FID) et de colonnes capillaires en silice fondue, à savoir Rtx-1 (polydiméthylsiloxane) et Rtx- cire (polyéthylèneglycol) (60 m × 0,22 mm de diamètre intérieur; épaisseur de film 0,25 µm). La température du four a été programmée de 60 à 230 ° C à 2 ° C / min puis maintenue isotherme à 230 ° C pendant 35 min: l'hydrogène a été utilisé comme gaz vecteur (1 ml / min). Les températures de l'injecteur et du détecteur ont été maintenues à 280 ° C et des échantillons ont été injectés (0,2 µL d'huile pure) en mode fractionné (1:50). Les indices de rétention (RI) des composés ont été déterminés par rapport aux temps de rétention d'une série de n-alcanes (C5 – C30) par interpolation linéaire en utilisant l'équation de Van den Dool et Kratz (1963) à l'aide d'un logiciel de Perkin-Elmer (Navigateur Total Chrom). Les pourcentages relatifs des constituants pétroliers ont été calculés à partir des zones de pic GC, sans application de facteurs de correction. Les échantillons ont également été analysés avec un détecteur de masse Perkin-Elmer Turbo (quadripôle) couplé à un Perkin-Elmer Autosystem XL, équipé de colonnes capillaires en silice fondue Rtx-1 et Rtx-Wax. La température du four a été programmée de 60 à 230 ° C à 2 ° C / min puis maintenue isotherme à 230 ° C (35 min): l'hydrogène a été utilisé comme gaz vecteur (1 ml / min). Les conditions chromatographiques suivantes ont été utilisées: volume d'injection, 0,2 µL d'huile pure; température de l'injecteur, 280 ° C; rapport de split, 1/80; température de la source d'ions, 150 ° C; énergie d'ionisation, 70 eV; MS (EI) acquise sur la gamme de masse, 35–350 Da; taux de balayage, 1 s.

L'identification des composants était basée sur: (a) la comparaison de leurs indices de rétention GC (RI) sur des colonnes non polaires et polaires, déterminés à partir des temps de rétention d'une série de n-alcane à interpolation linéaire, avec ceux de composés authentiques ou donnés de la littérature; (b) sur l'appariement par ordinateur avec les bibliothèques commerciales de spectres de masse (44,45,90) et la comparaison des spectres avec ceux de notre bibliothèque personnelle; et (c) comparaison des données spectrales RI et MS des composés authentiques ou des données de la littérature.

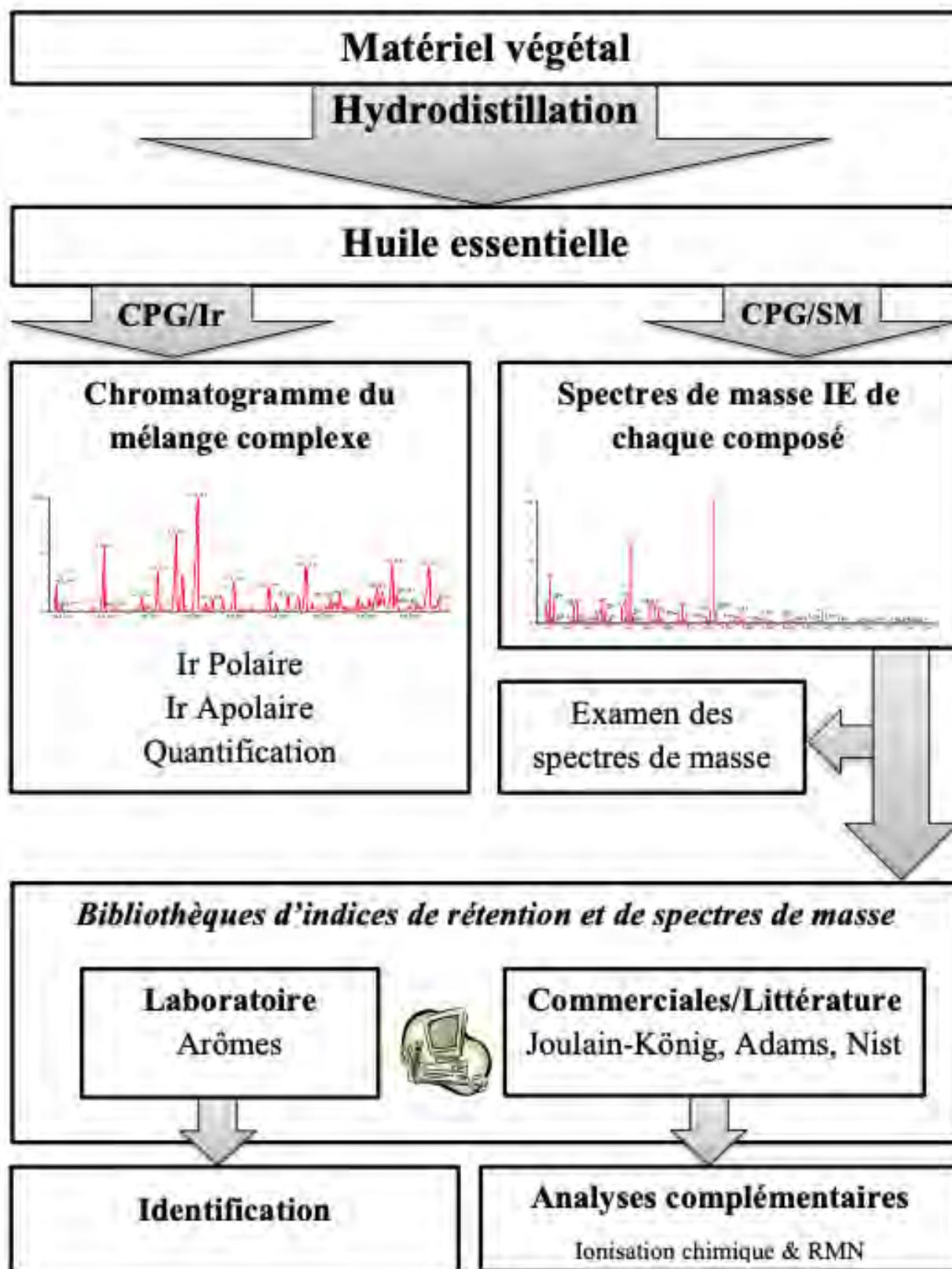


Figure 7 : Identification des constituants volatils par CPG et CPG/SM.

I.5. Matériels pour la détermination des activités biologiques

I.5.1. Activité antibactérienne

a. Souches bactériennes

Les micro-organismes utilisés dans la présente enquête comprenaient des souches de référence de l'American Type Culture Collection (ATCC): *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 29213, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *E. faecalis* ATCC 29212. Toutes les souches ont été cultivées sur Gélose Mueller Hinton pour les bactéries.

b. Mode opératoire

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *M. leucadendra* a été évaluée en utilisant la méthode de diffusion sur disque d'Agar (91). Les inocula ont été préparés en diluant des cultures pendant une nuit dans du bouillon Mueller-Hinton (MHB; Oxoid) à environ 10⁶ UFC/ml. Des disques de papier filtre (disque Whatman, 6 mm de diamètre) ont été imprégnés de 20 µl d'huile essentielle et placés sur les boîtes de Pétri inoculées contenant de la gélose Mueller – Hinton 2. De plus, des disques de référence sans huile ni chloramphénicol (30 µg / disque) ont été utilisés pour la comparaison. Après incubation à 37 ± 1 ° C pendant 18 à 24 h pour les bactéries, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés (mm) et enregistrés en tant que moyenne ± écart-type. Chaque test a été effectué en triple exemplaire séparé. Selon la largeur du diamètre de la zone d'inhibition exprimée en mm, les résultats ont été appréciés comme suit: non sensible (-) pour un diamètre égal ou inférieur à 8,0 mm, modérément sensible (+) pour un diamètre compris entre 8,0 et 14,0 mm, sensible (++) pour un diamètre compris entre 14,0 et 20,0 mm et extrêmement sensible (+++) pour un diamètre égal ou supérieur à 20,0 mm.

I.5.2. Activité anti-inflammatoire

c. Animaux de laboratoire

Des rats Wistar (120-180 g) des deux sexes ont été élevés dans le laboratoire de pharmacologie et de pharmacodynamie de la Faculté de médecine et de pharmacie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Les animaux ont été répartis au hasard dans des groupes et maintenus dans des boîtes en plastique à température ambiante contrôlée (25-28 °C) avec libre accès à la nourriture et à l'eau, selon un cycle lumière / obscurité de 12 h 12. Toutes les procédures expérimentales ont été réalisées pendant la journée (de 08h00 à 17h00) et étaient conformes aux directives de soins aux animaux établies par le comité d'éthique de la recherche de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar pour l'utilisation des animaux en Recherche menée conformément aux principes internationalement acceptés pour l'utilisation et les soins des animaux de laboratoire. Les animaux soumis à l'administration orale de l'EOML ou des médicaments ont été mis à jeun pendant 12 h avant les expériences et acclimatés pendant au moins 2 h avant les expériences.

d. Mode opératoire

L'œdème de patte de rat induit par le carraghénane est largement utilisé comme modèle de travail de l'inflammation dans la recherche de nouveaux anti-inflammatoires. L'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *M. leucadendra* a été évaluée par la méthode de l'œdème de la patte de rat induite par le carraghénane (92).

Les rats ont été divisés en 5 groupes de 5 animaux chacun. L'huile essentielle de *M. leucadendra* (EOML) a été dissoute dans une solution de NaCl à 0,9% et administrée per os à différents niveaux de dose. Les rats du groupe I ont reçu une solution saline normale (10 ml / kg, pc) et ont été traités comme témoins négatifs. Des rats du groupe II ont reçu de l'acide acétylsalicylique (100 mg / kg, pc) et ont

été considérés comme standard. Des rats du groupe III au groupe V ont reçu des doses croissantes de solution d'huile essentielle de *M. leucadendra* (25, 50, 100 mg / kg, pc). Un œdème aigu de la patte a été induit par l'injection de 0,1 ml d'une solution de carraghénane à 1% (p / v), préparée dans une solution saline normale. Après 1 h, 0,1 ml, une suspension de carraghénane à 1% dans une solution de NaCl à 0,9% a été injectée dans le tissu sous-plantaire de la patte arrière gauche. La circonférence linéaire de la patte sera mesurée à intervalle horaire pendant 5 h. L'œdème accru a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse numérique 60, 180 et 300 min (T1h, T3h et T5h) après l'injection de carraghénane.

L'importance de l'œdème a été évaluée en déterminant l'augmentation moyenne en pourcentage (% AUG) du diamètre de la patte linéaire selon la formule suivante:

$$\%AUG = \frac{Dt - Do}{Do \times 100}$$

Dt, diamètre de patte au moment t; Do, Diamètre initial de la patte.

e. Analyse statistique

Les moyennes des contorsions dans les groupes traités ont été comparées au contrôle avec le test t de Student. Une valeur de $p < 0,05$ avait été considérée comme significative et $n = 5$ représente le nombre de rats dans chaque groupe. Les moyennes des volumes de pattes postérieures de rat ont été comparées par une analyse de variance (ANOVA), afin de prouver l'homogénéité entre les groupes. Les moyennes des pourcentages de variation de l'œdème de la patte arrière du rat à 1 h et 5 h ont également été comparées au groupe témoin avec test t. Une valeur de $p < 0,05$ avait été considérée comme significative et $n = 5$ représente le nombre de rats dans chaque groupe. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide d'un logiciel GraphPad Prism.

II. RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Composition chimique des huiles essentielles

Ces résultats sur la composition des huiles essentielles de feuilles de *M. leucadendra* diffèrent fondamentalement de ceux déjà signalés sur l'échantillon sénégalais (85) pour lesquels la présence de méthyleugénol a été détectée à l'état de traces. Un problème de synonymie botanique entre *M. quinquinervia* et *M. leucadendra* est à l'origine de cette contradiction. En effet, jusqu'à la révision taxonomique du complexe *Melaleuca leucadendra* par Blake (qui l'appelait *M. leucadendron*), ce dernier nom a été utilisé dans un sens très large pour décrire l'un des nombreux *Melaleuca* à feuilles larges étroitement apparentés. Un article complet sur la nomenclature botanique initialement confuse, y compris la synonymie, peut être trouvé dans l'article de Blake (93). Par conséquent, la plupart des articles précédemment publiés sur les huiles essentielles de *M. leucadendra* ont en fait traité des huiles d'une des espèces incluses dans le complexe. Ainsi, le présent travail est le premier à se concentrer sur *M. leucadendra* du Sénégal et leur composition d'huile avec du méthyleugénol comme constituant ultra-majeur est similaire à ceux d'échantillons d'huile brésiliens et australiens précédemment publiés (82,83). Le méthyleugénol est très connu pour sa propriété d'attractivité paraphéromonale vis-à-vis des mouches mâles du genre *Bractocera*, nuisibles aux fruits (12–14).

Tableau I : Composition chimique des huiles essentielles de feuilles de *M. leucadendra*

N ^a	Compounds	IRIa ^b	RIa ^c	RIp ^d	Bare tannes					Herbaceous tannes					
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Methyleugenol	1369	1367	2009	99,5	99,2	99,5	99,4	99,3		99,1	99,3	98,4	99,5	99,0
2	Trans-methyliso-eugenol	1463	1461	2175	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3	Germacrene D	1491	1490	1695	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2		0,5	0,3	0,8	0,3	0,5
4	Bicyclogermacrene	1494	1493	1712	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1		0,2	0,2	0,4	0,1	0,3
	Phenylpropanoids				99,6	99,3	99,6	99,5	99,4		99,2	99,4	98,5	99,6	99,1
	Hydrocarbon sesquiterpenes				0,4	0,6	0,4	0,5	0,3		0,7	0,5	1,2	0,4	0,8
	Total identifié (%)				100	99,9	100	100	99,7		99,9	99,9	99,7	100	99,9
	Rendements				2,49	1,78	2,37	2,75	2,12		1,94	1,64	1,92	2,35	1,83
	^a L'ordre d'éluion est donné sur la colonne apolaire (Rtx-1).														
	^b Indices de rétention de la littérature sur la colonne apolaire (IRIa).														
	^c Indices de rétention sur la colonne apolaire Rtx-1 (RIa).														
	^d Indices de rétention sur la colonne polaire Rtx-Wax (RIp).														

II.2. Activité antibactérienne

Le criblage antibactérien de l'huile essentielle de *M. leucadendron* a été réalisé par la méthode de diffusion discale contre quatre bactéries: *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 29213, *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *E. faecalis* ATCC 29212. Les résultats ont montré que les zones d'inhibition moyennes (ZI) de l'huile essentielle étaient inférieurs à ceux du témoin positif, le chloramphénicol (30 µg / disque) (tableau II). L'huile essentielle de *M. leucadendra* a montré une activité modérée contre *S. aureus*, *E. coli* ($IZ = 13,1 \pm 0,3$ et $IZ = 12,5 \pm 0,9$, respectivement). Cependant, l'huile n'a présenté aucune activité contre les souches d'*E. Faecalis* et de *P. aeruginosa*.

Auparavant, le potentiel antimicrobien de diverses *Melaleuca* spp a été établi contre une variété de souches bactériennes résistantes aux médicaments, vérifiant leur utilisation dans des agents antimicrobiens topiques. Les huiles essentielles du genre *Melaleuca* à forte activité antimicrobienne se caractérisent par une forte proportion de monoterpénoïdes (notamment 1,8-cinéole et terpinène-4-ol), sesquiterpénoïdes (principalement (E)-nerolidol et viridiflorol) et phénylpropanoïdes (eugénol)(10,82,83,94–97). De plus, des rapports antérieurs sur les huiles essentielles riches en phénylpropanoïdes (eugénol et méthyleugénol) ont révélé que le méthyleugénol avait moins d'activité que l'eugénol (98). La teneur élevée en méthyleugénol et le rôle synergique mineur des autres composés dans l'huile sénégalaise de *M. leucadendra* ont contribué à sa très faible activité antibactérienne par rapport aux huiles essentielles de diverses espèces de *Melaleuca*.

Tableau II : Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *M. leucadendra*

Microorganismes	Zone d'inhibition (mm)	
	Huile Essentielle (20 μ L/disc)	Chloramphénicol (30 μ g/disc)
<i>E. coli</i> ATCC 25922	12,5 \pm 0,9	30.2 \pm 1.2
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	13,1 \pm 0,3	29.6 \pm 0.9
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	NS	28.5 \pm 1.6
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	NS	14.3 \pm 0.9

a La concentration d'huile essentielle était de 20 μ l / disque.

b La concentration de chloramphénicol était de 30 μ g / disque.

c Concentration inhibitrice minimale.

NS: Non Sensible

II.3. Activité anti-inflammatoire

Les résultats de l'activité anti-inflammatoire in vivo de l'huile essentielle de *M. leucadendra* sur l'œdème induit par le carraghénane sur la patte de rat sont présentés à la figure 7. L'injection intraplantaire de carraghénane chez le rat a augmenté le diamètre de la patte au fil du temps. Cependant, un traitement avec de l'huile de *M. leucadendra* a réduit l'œdème de la patte d'une manière non dépendante à 1, 3 et 5 h après une injection de carraghénane.

Au cours de la première heure, l'administration d'huile essentielle de *M. leucadendra* (25, 50, 100 mg / kg, pc) et d'acide acétylsalicylique (AAS) en tant que médicament standard n'a montré aucune réduction significative de l'œdème par rapport au groupe témoin du véhicule. Cependant, toutes les doses d'huile essentielles ont significativement inhibé l'œdème aux 3^{ème} et 5^{ème} heures ($p < 0,001$ et $0,0001$, respectivement). Bien qu'il n'y ait pas de différence claire d'intensité d'activité entre les trois doses d'huile essentielle dans la plupart des expériences, l'AAS (100 mg / kg, pc) a significativement ($P < 0,0001$) réduit l'œdème de la patte aux 3^e et 5^e heures par rapport à l'huile de *M. leucadendra*.

Ce travail est une étude expérimentale témoin randomisée. Le carraghénane utilisé ici agit comme un agent phlogistique. Le développement d'un œdème de la patte après l'injection de carraghénane a été caractérisé comme un événement biphasique dans lequel divers médiateurs sont impliqués pour générer une réponse inflammatoire (99). La phase aiguë de l'œdème (0–2,5 h) contribue à la libération d'histamine, de 5- hydroxytryptamine et de bradykinine, qui ne sont pas inhibées par les anti-inflammatoires non stéroïdiens (100). Cependant, une phase d'inflammation retardée est corrélée à une surproduction de prostaglandines dans les tissus, médiée par la COX-2 (101). L'effet anti-inflammatoire de l'huile de *M. leucadendra* sur l'œdème de patte de rat induit par la carraghénine est particulièrement significatif dans la deuxième phase de l'inflammation, suggérant

une éventuelle prévention de la production d'eicosanoïdes de ces prostaglandines, probablement par inhibition de la COX-2.

Le méthyleugénol est un composé naturel intéressant avec des effets antiallergiques, antianaphylactiques, antinociceptifs et anti-inflammatoires. Il s'agit également d'une diminution de la phosphorylation de la phospholipase A2 cytosolique (cPLA2) et de la 5-lipoxygénase (5-LO) et de l'expression de la cyclooxygénase-2 (COX-2) (36). L'huile essentielle de citronnelle riche en méthyleugénol (méthyleugénol 73,17%) possède IC50 38,00 µg / mL, méthyleugenol 36,44 µg / mL et sodium diclofenac 22,76 µg / mL, dans un test anti-inflammatoire in vitro (test de dénaturation de l'œuf albumine)(102).

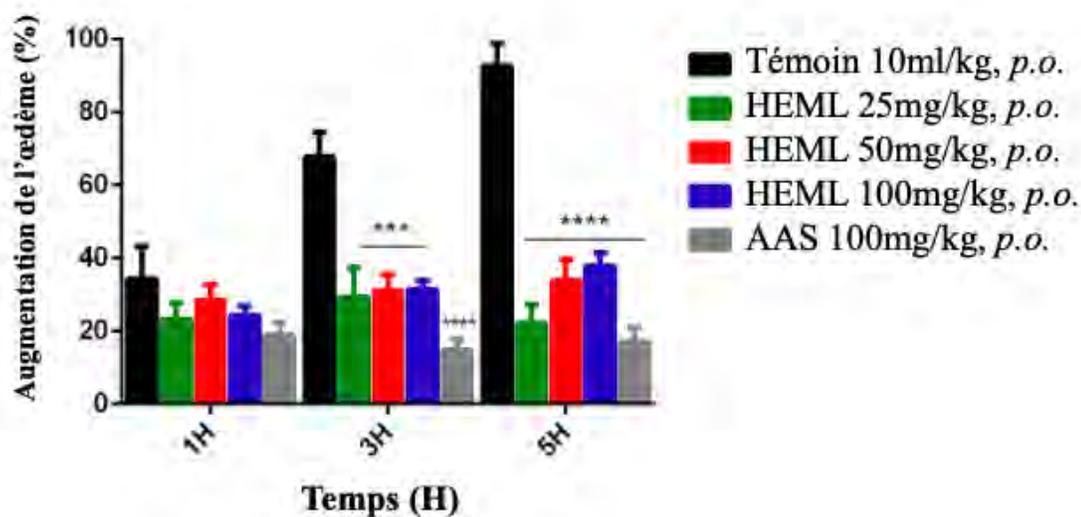


Figure 8 : Effet de l'huile essentielle de *M. leucadendra* sur l'épaisseur de l'œdème de la patte de rat dans le modèle carraghénine. ** p <0,01, * p <0,001, **** p <0,0001 par rapport au groupe témoin. EOML: huile essentielle de *M. leucadendra*; ASA: acide acétylsalicylique**

CONCLUSION

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes constitués de plusieurs dizaines, voire de plus d'une centaine de composés, principalement des terpènes et de composés aromatiques qui peuvent être rencontrés dans une large variété de plantes. Ces produits naturels présentent un grand intérêt comme matières premières destinées à différents secteurs d'activité tels que l'industrie pharmaceutique, l'agroalimentaire, les cosmétiques et la parfumerie.

Dans ce contexte, la valorisation des ressources végétales du Sénégal, en particulier des espèces aromatiques et médicinales, pourraient être un levier du développement économique du pays. Le Sénégal possède une flore spécifique qui constitue une richesse à condition qu'elle soit mise en valeur et insérée dans le contexte local. La valorisation des plantes à parfum, aromatiques et médicinales (PPAM) est un secteur économique à fort potentiel de développement dans les zones rurales et agricoles du Sénégal, notamment, par la densité des végétaux potentiellement exploitables.

La diversification de la production d'huiles essentielles ne peut être envisagée que si la caractérisation de ces substances naturelles est réalisée et celle-ci passe par la connaissance de la composition chimique, qui constitue un facteur déterminant en vue de leur commercialisation. Ainsi, l'accès à des données complètes et fiables constitue un des objectifs prioritaires car les substances végétales se présentent, pratiquement toujours, sous forme de mélanges complexes de molécules volatiles ou non.

Le but de nos travaux est d'étudier la composition chimique et les activités antibactériennes et anti-inflammatoires de l'huile essentielle de *Melaleuca leucadendra*. Les feuilles sont utilisées depuis des siècles pour la préparation de toniques. Elle entre également dans la composition du "Baume du tigre rouge", onguent de la Pharmacopée chinoise qui soulage les contractures musculaires. Elle est utilisée aussi dans le traitement traditionnel de divers troubles tels que

infections respiratoires, bronchites, sinusites, varices, hémorroïdes, varicelle, herpès. Au Sénégal, *M. leucadendra* a été largement planté pour prévenir le phénomène de salinisation des sols notamment à Fatick au cours des années 1970 dans le cadre des recherches d'afforestation des sols salés.

Les feuilles récoltées dans la région de Fatick ont permis d'effectuer l'étude de la composition chimique et des activités biologiques de l'huile essentielle. La détermination de la composition chimique, le rendement, a nécessité l'utilisation de différentes méthodes d'analyses. L'extraction par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger a permis d'obtenir un rendement compris entre 1,64-2,75% .

La caractérisation par CPG/SM nous a permis d'identifier principalement 4 composés représentant plus de 99% des compositions chimiques totales de l'huile essentielle de *M. leucadendra*. Methyl Eugenol (98,4 - 99,5%) était le constituant majoritaire présent dans les échantillons. Outre ce composé, le Trans-methylisoeugenol (0,1%), Germacrene D (0,2-0,8%) et le Bicyclogermacrene (0,1-0,4%) ont également été trouvés.

La détermination de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *M. leucadendron* a été réalisée par la méthode de diffusion discale contre quatre bactéries: *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 29213, *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *E. faecalis* ATCC 29212. Les résultats ont montré que les zones d'inhibition moyennes (ZI) de l'huile essentielle étaient inférieurs à celui du chloramphénicol utilisé comme témoin actif.

L'activité anti-inflammatoire in vivo de l'huile essentielle de *M. leucadendra* a été évaluée en induisant un œdème par le carraghénane sur la patte de rat. Un traitement avec de l'huile de *M. leucadendra* a réduit l'œdème de la patte d'une manière non dépendante à 1, 3 et 5 h après une injection de carraghénane, comparé

à l'Acide Acétyle Salicylique qui a significativement réduit l'œdème de la patte aux 3^e et 5^e heures.

Cette étude a rapporté pour la première fois la composition chimique, les activités antibactériennes et anti-inflammatoires des huiles essentielles de *M. leucadendra* du Sénégal. Le méthyleugénol constituant principal de cette huile a montré une activité modérée contre *S. aureus* et *E. coli* et de notables propriétés anti-inflammatoires. Au Sénégal, ce composé pourrait être utilisé par les producteurs de manguiers comme arme pour la lutte biologique contre les infestations de mouches des arbres cultivés entraînant des pertes importantes de récolte. En effet, les pièges à mouches commerciaux imprégnés de méthyleugénol synthétique sont trop chers pour les producteurs de mangues sénégalais et l'huile essentielle locale de *M. leucadendra* devrait leur être plus accessible.

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

1. **Semple AJ, Fabbri I.** African medicinal plants setting priorities at the interface between conservation and primary healthcare. In 1993.
2. **Cq Z, Yh L, Gn Z.** Detection and characterization of benzimidazole resistance of *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables. *Eur J Plant Pathol.* 2010 Apr 1;126(4):509–15.
3. **Doskotch RW, Cheng HY, Odell TM, Girard L.** Nerolidol: An antifeeding sesquiterpene alcohol for gypsy moth larvae from *Melaleuca leucadendron*. *J Chem Ecol.* 1980;6(4):845–851.
4. **Pujiarti R, Ohtani Y, Ichiura H.** Physicochemical properties and chemical compositions of *Melaleuca leucadendron* leaf oils taken from the plantations in Java, Indonesia. *J Wood Sci.* 2011;57(5):446–451.
5. **Boland DJ, Brooker MIH, Chippendale GM, Hall N, Hyland B.** Forest trees of Australia. Melbourne: Nelson: CSIRO; 1984.
6. **Kaire M.** Importance de la biodiversité agroforestière dans les agrosystèmes du Bassin arachidier du Sénégal. *Sustain Agric Syst Drylands.* 2005;211.
7. **Sadio S.** Pédogénèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du Sine Saloum, Sénégal [Ph.D. Thesis,]. 1989.
8. **Willis JC.** A dictionary of the flowering plants and ferns. 4th ed., rev.rewritten. Cambridge: The University Press,; 1919. 788 p.
9. **Pujiarti R, Ohtani Y, Widowati TB, Kasmudjo K.** Utilization of *Melaleuca leucadendron* Essential Oil. *Wood Res J.* 2011;2(2):94–99.
10. **Siddique S, Parveen Z, Mazhar S.** Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oils from leaves of three *Melaleuca* species of Pakistani flora. *Arab J Chem.* 2020;13(1):67–74.

11. **Zhang J, Wu H, Jiang D, Yang Y, Tang W, Xu K.** The antifungal activity of essential oil from *Melaleuca leucadendra* (L.) L. grown in China and its synergistic effects with conventional antibiotics against *Candida*. *Nat Prod Res.* 2018;33(17):1–4.
12. **Bakthavatsalam N.** Chapter 19 - Semiochemicals. In: Omkar, editor. *Ecofriendly Pest Manag Food Secur*, Academic Press, San Diegopp. 2016. p. 563–611.
13. **Diame L, Grechi I, Rey JY, Sane CAB, Diatta P, Vayssières JF.** Influence of *Oecophylla longinoda* Latreille, 1802 (Hymenoptera: Formicidae) on mango infestation by *Bactrocera dorsalis* (Hendel)(Diptera: Tephritidae) in relation to Senegalese orchard design and management practices. *Afr Entomol.* 2015;23(2):294–306.
14. **Diedhiou PM, Diop SAG, Mbaye N, Diedhiou I, Diallo Y, Djiba S.** Mango rotting in southern Senegal, a big phytosanitary challenge. *Int J Biosci IJB.* 2014;5(5):183–188.
15. **Ríos J-L.** Chapter 1 - Essential Oils: What They Are and How the Terms Are Used and Defined. In: Preedy VR, editor. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. San Diego: Academic Press; 2016. p. 3–10.
16. **Gerault G., Mary R.** *Le guide de l'aromathérapie*. Albin Michel. 2008. 384 p.
17. **Burt S.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *Int J Food Microbiol.* 2004 Aug 1;94(3):223–53.
18. **Santoyo S, Cavero S, Jaime L, Ibañez E, Señoráns FJ, Reglero G.** Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J Food Prot.* 2005 Apr;68(4):790–5.

19. **Kimbaris AC, Siatis NG, Daferera DJ, Tarantilis PA, Pappas CS, Polissiou MG.** Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrason Sonochem.* 2006 Jan;13(1):54–60.
20. **Grosjean N.** Les huiles essentielles: Se soigner par l'aromathérapie. Eyrolles; 2015. 225 p.
21. **Alessandra, Buronzo B.** Grand guide des huiles essentielles. HACHETTE Pratique; 2008.
22. **Baudoux D, Blanchard J-M, Malotaux A-F.** Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française : Soins palliatifs. Amyris. 2006. 318 p.
23. **Boutayeb A.** Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales -.
24. **Fabrice B.** La Médecine par les fleurs. Presses Pocket; 1976.
25. **Pedneault K, Léonhart S, Angers P, Gosselin A, Ramputh A.** Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la croissance et la concentration en composés secondaires des organes végétaux. 2001 Aug 8;
26. **Nzeyumwami JK.** Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : *Hyptis Spicigera*, *Pluchea Ovalis* et *Laggera Aurita* -.
27. **Small E, Catling PM.** Canadian medicinal crops. NRC Research Press; 2000.
28. **Franchomme P, Pénoël D.** L'aromathérapie exactement. Limoges: Roger Jollois; 2001. 490 p.
29. **Willem JP.** Les huiles essentielles: médecine d'avenir. Paris: Éditions du Dauphin; 2006.
30. **Sadiq L.** Les huiles essentielles et leurs utilisations thérapeutiques. [Dakar]: Université Cheikh Anta Diop de Dakar; 2008.
31. **Willem J-P.** Les Huiles essentielles : Médecine d'avenir. Paris: Editions du Dauphin; 2002. 311 p.

- 32. Evans W.** Trease and Evans' Pharmacognosy -. 16th ed. Saunders Ltd.; 2009. 616 p.
- 33. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M.** Biological effects of essential oils--a review. Food Chem Toxicol Int J Publ Br Ind Biol Res Assoc. 2008 Feb;46(2):446–75.
- 34. Kaloustian J, Hadji-Minaglou (auth.) F.** La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromatherapie: Entre science et tradition pour une application medicale raisonnee. Springer Paris; 2012. 226 p. (Collection Phytotherapie pratique).
- 35. Attou A.** Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Quatre Plantes Aromatiques de l'Ouest Algérien (Région d'Ain Témouchent) Etude de Leurs Activités Antioxydante et Antimicrobienne. Universite Abou Bekr Belkaid Tlemcen; 2017.
- 36. Hay RKM, Waterman PG.** Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production. Longman Scientific and Technical; 1993.
- 37. Zachariah TJ, Leela NK.** Volatiles from herbs and spices. In: Peter KV, editor. Handbook of Herbs and Spices. Woodhead Publishing; 2006. p. 177–218. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition).
- 38. Gershenzon J, Croteau R.** Regulation of Monoterpene Biosynthesis in Higher Plants. In: Towers GHN, Stafford HA, editors. Biochemistry of the Mevalonic Acid Pathway to Terpenoids. Boston, MA: Springer US; 1990. p. 99–160. (Recent Advances in Phytochemistry).
- 39. Bruneton J.** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 4e édition. Cachan: Tec & Doc Lavoisier; 2009.
- 40. Arpino P, Prévôt A, Serpinet J, Tranchant J, Vergnol A, Witier P, et al.** Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse. Paris; Milan; Barcelona: Masson; 1995.

- 41. Paolini J.** Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/SM(IE et IC) et RMN du carbone-13 de *Cistus albidus* et de deux Asteraceae endémiques de Corse: *Eupatorium cannabinum* subsp. *corsicum* et *Doronicum corsicum*. [phdthesis]. Université de Corse; 2005.
- 42. Kovats E.** Gas chromatographic characterization of organic substances in the retention index system. *Adv Chromatogr.* 1965;1:229–47.
- 43. Vandendool H, Kratz PD.** A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *J Chromatogr.* 1963 Aug;11:463–71.
- 44. Joulain D, König WA.** The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons. Hambourg: EB-Verlag; 1998.
- 45. Adams RP.** Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allured publishing corporation. Illinois: Carol Stream; 1995.
- 46.** International Organization of the Flavor Industry (I.O.F.I.). The identification of individual components in flavourings and flavoured foods. *Z Für Lebensm-Unters Forsch.* 1991 Jun 1;192(6):530–4.
- 47. Formáček V (Viktor), Kubeczka K-H (Karl-H.** Essential oils analysis by capillary gas chromatography and carbon-13 NMR spectroscopy. Wiley; 1982.
- 48. Bradesi P, Bighelli A, Tomi F, Casanova J.** L'analyse des mélanges complexes par RMN du Carbone-13. *ResearchGate.* 1996;41–50.
- 49. Tomi F, Bradesi P, Bighelli A, Casanova J.** Computer-aided identification of individual components of essential oils using carbon-13 NMR spectroscopy. *J Magn Reson Anal.* 1995;1:25–34.
- 50. Tomi F, Casanova J.** Contribution de la RMN du carbone-13 à l'analyse des huiles essentielles. *Annales Fals & Expertise Chim.* 2000;313–30.

- 51. Corticchiato M, Casanova J.** Analyse des mélanges complexes par RMN du carbone-13. Application aux huiles essentielles. *Analisis Mag.* 1992;20(1):M51-58.
- 52. Rezzi S, Bighelli A, Castola V, Casanova J.** Direct Identification and Quantitative Determination of Acidic and Neutral Diterpenes Using ¹³C-NMR Spectroscopy. Application to the Analysis of Oleoresin of *Pinus nigra*: *Appl Spectrosc.* 2002;56:312–7.
- 53. Castola V, Bighelli A, Casanova J.** Direct Qualitative and Quantitative Analysis of Triterpenes Using ¹³C NMR Spectroscopy Exemplified by Dichloromethanic Extracts of Cork. *Appl Spectrosc.* 1999 Mar 1;53(3):344–50.
- 54. Bighelli A, Tomi F, Casanova J.** Computer-aided carbon-13 NMR study of phenols contained in liquids produced by pyrolysis of biomass. *Biomass Bioenergy.* 1994 Jan 1;6(6):461–4.
- 55. Castola V, Bighelli A, Conti L, Scano G, Mascia S, Casanova J.** Identification and quantitation of anhydrosugars in biomass pyrolytic oils using carbon-13 NMR spectroscopy. *Can J Anal Sci Spectrosc.* 2000;45(4):102–7.
- 56. Mazzoni V, Bradesi P, Tomi F, Casanova J.** Direct qualitative and quantitative analysis of carbohydrate mixtures using ¹³C NMR spectroscopy: application to honey. *Magn Reson Chem.* 1997;35(13):S81–90.
- 57. Cavalli J-F.** Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar [phd thesis]. Université de Corse Pascal Paoli; 2002.
- 58. Lahlou M.** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytother Res.* 2004 Jun;18(6):435–48.
- 59. Toure D.** Études chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de côte d'ivoire. 2015 Jan 15;

- 60. Sadouni Y, Basli AK** (Encadreur), Ouali T. Evaluation in vitro des activités antioxydante et anti inflammatoire des huiles essentielles de l'écorce de Citrus limon. 2017 Jun 19;
- 61. Sfeir J, Lefrançois C, Baudoux D, Derbré S, Licznar P.** In Vitro Antibacterial Activity of Essential Oils against Streptococcus pyogenes. Evid-Based Complement Altern Med ECAM. 2013;2013:269161.
- 62. Andrade-Ochoa S, Nevárez-Moorillón GV, Sánchez-Torres LE, Villanueva-García M, Sánchez-Ramírez BE, Rodríguez-Valdez LM, et al.** Quantitative structure-activity relationship of molecules constituent of different essential oils with antimycobacterial activity against Mycobacterium tuberculosis and Mycobacterium bovis. BMC Complement Altern Med. 2015 Sep 23;15:332.
- 63. Lopez-Romero JC, González-Ríos H, Borges A, Simões M.** Antibacterial Effects and Mode of Action of Selected Essential Oils Components against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Evid-Based Complement Altern Med ECAM. 2015;2015:795435.
- 64. Hmiri S, Rahouti M, Habib Z, Satrani B, Ghanmi M, El Ajjouri M.** Évaluation du potentiel antifongique des huiles essentielles de Mentha pulegium et d'Eucalyptus camaldulensis dans la lutte biologique contre les champignons responsables de la détérioration des pommes en conservation. Bull Société R Sci Liège. 2011 Jan 1;
- 65. Chami F.** Evaluation in vitro de l'action antifongique des huiles essentielles d'origan et de girofle et de leurs composés majoritaires in vivo : Application dans la prophylaxie et le traitement de la candidose vaginale sur des modèles de rat et de souris immunodéprimés. 2005 Feb 12;

- 66. Ouraïni D, Agoumi A, Ismaïli-Alaoui M, Alaoui K, Cherrah Y, Amrani M, et al.** Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes. *Phytotherapie*. 2005 Aug;3(4):147–57.
- 67. Baudoux D.** L'aromathérapie - Se soigner avec les huiles essentielles. Amyris. 254 p.
- 68. Werner M, Braunschweig R von, Hatt H, Boghossian M.** L'Aromathérapie : Principes, Indications, Utilisations. Vigot.
- 69. Beylemans A.** L'aromathérapie dans le monde de l'officine. Université de Lille 2; 2013.
- 70. Faure A.** L'aromathérapie en Rhône-Alpes: exemples d'utilisation thérapeutique des huiles essentielles en soins palliatifs. [Lyon]: Université Claude Bernard (Lyon); 2013.
- 71. Monnier C.** *Gaultheria procubens* L. et son huile essentielle. [Nantes]: Université de Nantes. Faculté de pharmacie.; 2010.
- 72. Mailhebiau P.** La Nouvelle aromathérapie caractérologie des essences et tempéraments humains. 2nd ed. Jakin; 1999. 640 p.
- 73. Jean B.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Londres, New York: Tec et Doc-Lavoisier; 1993. 1 vol. (915 p.).
- 74. Southwell I, Lowe RTT.** The Genus *Melaleuca*. CRC Press; 2003.
- 75. Craven LA.** Behind the Names: The Botany of Tea Tree, Cajuput and Niaouli. *Tea Tree Genus Melaleuca*. 1999;9:11–28.
- 76. Williams C.** Medicinal Plants in Australia Volume 2: Gums, Resins, Tannin and Essential Oils. Vol. 2. Rosenberg Publishing; 2011.

- 77. Simmons MP, McKenna MJ, Bacon CD, Yakobson K, Cappa JJ, Archer RH, et al.** Phylogeny of Celastraceae Tribe Euonymieae Inferred from Morphological Characters and Nuclear and Plastid Genes. *Mol Phylogenet Evol.* 2012;62:9–20.
- 78. Turner CE, Center TD, Burrows DW, Buckingham GR.** Ecology and Management of *Melaleuca Quinquenervia*, an Invader of Wetlands in Florida, USA. *Wetl Ecol Manag.* 1997;5:165–178.
- 79. Brophy JJ, Craven LA, Doran JC.** *Melaleucas: Their Botany, Essential Oils and Uses.* Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR; 2013.
- 80. Kumar A, Tandon S, Yadav A.** Chemical Composition of the Essential Oil from Fresh Leaves of *Melaleuca leucadendron* L. from North India. *J Essent Oil Bear Plants.* 2005;8(1):19–22.
- 81. A.P.S. Fatick:** 4 hectares reboisés dans la forêt de Mahécor (Eaux et Forêts) | SEN360.SN [Internet]. Available from: <https://news.sen360.sn/actualite/fatick-4-hectares-reboises-dans-la-foret-de-mahecor-eaux-et-forets-336086.html>
- 82. Brophy JJ, Lassak EV.** *Melaleuca leucadendra* L. leaf oil: Two phenylpropanoid chemotypes. *Flavour Fragr J.* 1988;3(1):43–46.
- 83. Silva CJ, Barbosa LCA, Maltha CRA, Pinheiro AL, Ismail FMD.** Comparative study of the essential oils of seven *Melaleuca* (Myrtaceae) species grown in Brazil. *Flavour Fragr J.* 2007;22(6):474–478.
- 84. Motl O, Hodačová J, Ubik K.** Composition of Vietnamese Cajuput Essential Oil. *Flavour Fragr J.* 1990;5:39–42.
- 85. Siani AC, Nakamura MJ, Neves GP, Monteiro S, Ramos MFS.** Leaf essential oil from three exotic Myrtaceae species growing in the Botanical Garden of Rio de Janeiro. *Braz Am J Plant Sci.* 2016;7(6):834.

- 86. Pino J, Bello A, Urquiola A, Agüero J, Marbot R.** Chemical Composition of Cajuput Oil (*Melaleuca leucadendra* L.) from Cuba. *J Essent Oil Res.* 2002;14(1):10–11.
- 87. Fall R, Ngom S, Sall D, Sembène M, Samb A.** Chemical Characterization of Essential Oil from the Leaves of *Callistemon Viminalis* (DR) and *Melaleuca Leucadendron* (Linn. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2017;7:347–351.
- 88. Farag RS, Shalaby AS, El-Baroty GA, Ibrahim NA, Ali MA, Hassan EM.** Chemical and Biological Evaluation of the Essential Oils of Different *Melaleuca* Species. *Phytother Res.* 2004;18:30–35.
- 89. Europe C.** European pharmacopoeia. 3rd ed. Strasbourg: Council of Europe; 1997.
- 90. N. NIST** (National Institute of Standards and Technology. 2008.
- 91. Tine Y, Diop A, Diatta W, Desjobert JM, Boye CSB, Costa J.** Chemical Diversity and Antimicrobial Activity of Volatile Compounds from *Zanthoxylum zanthoxyloides* Lam. according to Compound Classes, Plant Organs and Senegalese Sample Locations. *Chem Biodivers.* 2017;14(1).
- 92. Winter CA, Risley EA, Nuss GW.** Carrageenin-Induced Edema in Hind Paw of the Rat as an Assay for Antiinflammatory Drugs. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1962;111(3):544–547.
- 93. Blake ST.** Revision of *Melaleuca leucadendron* and its allies (Myrtaceae. *Contrib Qld Herb.* 1:1–114 1968.
- 94.** Chemical and biological evaluation of the essential oils of different *Melaleuca* species. *Phytother Res.* 2004;18(1):30–35.
- 95. Padalia RC, Verma RS, Chauhan A, Chanotiya CS.** The essential oil composition of *Melaleuca leucadendra* L. grown in India: A novel source of (E)-nerolidol. *Ind Crops Prod.* 2015;69:224–227.

- 96. Barbosa LCA, Silva CJ, Teixeira RR, Meira RMSA, Pinheiro AL.** Chemistry and Biological Activities of Essential Oils from *Melaleuca L.* *Species Agric Conspec Sci.* 2013;78(1):11–23.
- 97. Goswami P, Verma SK, Chauhan A, Verma KVRS, Singh VR.** Chemical Composition and Antibacterial Activity of *Melaleuca bracteata* Essential Oil from India: A Natural Source of Methyl Eugenol. *Nat Prod Commun.* 2017;12(6):965 – 968.
- 98. Bassolé IHN, Juliani HR.** Essential Oils in Combination and Their Antimicrobial Properties. *Molecules.* 2012;17(4):3989–4006.
- 99. García MD, Fernández MA, Alvarez A, Saenz MT.** Antinociceptive and anti-inflammatory effect of the aqueous extract from leaves of *Pimenta racemosa* var. *ozua* (Mirtaceae). *J Ethnopharmacol.* 2004;91(1):69–73.
- 100. Maity TK, Mandal SC, Mukherjee PK, Saha K, Das J, Pal M.** Studies on antiinflammatory effect of *Cassia tora* leaf extract (fam. Legum). *Phytother Res.* 1998;12(3):221–223.
- 101. Gilligan JP, Lovato SJ, Erion MD, Jeng AY.** Modulation of carrageenan-induced hind paw edema by substance P. *Inflammation.* 1994;18(3):285–292.
- 102. Gogoi R, Loying R, Sarma N, Begum T, Pandey SK, Lal M.** Comparative in-vitro biological activities of methyl eugenol rich *Cymbopogon khasianus* Hack., leaf essential oil with pure methyl eugenol compound. *Curr Pharm Biotechnol.* 2020;

COMPOSITION CHIMIQUE ET ACTIVITES BIOLOGIQUES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE MELALEUCA LEUCADENDRA L. (MYRTACEAE) DE LA ZONE SALINE DE FATICK (SENEGAL)

RESUME

Melaleuca leucadendra L. (Myrtaceae) est un grand arbre originaire de Malaisie, des îles du Pacifique et d'Australie. Il pousse dans les plaines le long des rivières, des côtes ou des marécages saisonniers, dans les sols limoneux et sableux. Il est tolérant aux sols acides, salés, stériles et marécageux. Au Sénégal, M. leucadendra a été largement planté pour prévenir le phénomène de salinisation des sols.

Cette étude visait à déterminer la composition chimique, les activités antibactériennes et anti-inflammatoires des huiles essentielles de feuilles de Melaleuca leucadendra.

Dix échantillons de feuilles de M. leucadendra ont été collectés dans la zone salée de Fatick (Sénégal). Les huiles correspondantes ont été obtenues par hydrodistillation et analysées par GC / FID et GC / MS.

Les rendements en huile des feuilles séchées étaient compris entre 1,64 et 2,75%. Le composé presque exclusif de tous les échantillons d'huiles de M. leucadendra était le méthyleugénol (98,4 à 99,5%). L'huile essentielle a présenté une activité modérée contre S. aureus et E. coli et aucune activité contre E. faecalis ainsi que contre les souches de P. aeruginosa. Les propriétés anti-inflammatoires de l'huile essentielle (25, 100 et 150 mg / kg, pc) ont montré une inhibition significative de l'œdème de la patte de rat induit par la carraghénine à la 3ème et 5ème h ($p < 0,001$ et $0,0001$, respectivement) par rapport au contrôle et au standard médicament (acide acétylsalicylique).

L'étude expérimentale a révélé que l'huile essentielle de M. leucadendra, source naturelle de méthyleugénol, présente une remarquable activité anti-inflammatoire.

Mots clés : *Melaleuca leucadendra*, huile essentielle, méthyleugénol, activité antibactérienne, activité anti-inflammatoire & GC/MS.

