



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO

INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
D'ANTSIRABE - VAKINANKARATRA

-0-0-0-0-0-0-

MENTION ENVIRONNEMENT
PARCOURS GESTION ET VALORISATION
DES RESSOURCES NATURELLES

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME DE MASTER II

Présenté par :

Mr RAMAMINIRINA Henintsoa Jean Baptiste

**Contribution au recensement et à la valorisation chimique et
biologique des plantes aromatiques de Madagascar**

Soutenue publiquement le 31 Août 2022 à 10h

Devant la commission d'examen composée de :

Président : Mr. ANTSONANTENAINARIVONY Ononamandimby, Maître de Conférences

Rapporteurs : Mr. RASAMISON Vincent Emile, Directeur de Recherche Associé

Mr. RAKOTONANDRASANA Stéphan Richard, Maître de Recherche HDR

Examineurs : Mr. RAZAFIMAHEFA Solofoniaina Andriantiaray, Maître de Conférences

Mme FANJANIAINA Marie Lucia, Maître de Conférences



Année universitaire : 2019-2020



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO

INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
D'ANTSIRABE - VAKINANKARATRA

-0-0-0-0-0-0-

MENTION ENVIRONNEMENT
PARCOURS GESTION ET VALORISATION
DES RESSOURCES NATURELLES

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME DE MASTER II

Présenté par :

Mr RAMAMINIRINA Henintsoa Jean Baptiste

**Contribution au recensement et à la valorisation chimique et
biologique des plantes aromatiques de Madagascar**

Soutenue publiquement le 31 Août 2022 à 10h

Devant la commission d'examen composée de :

Président : Mr. ANTSONANTENAINARIVONY Ononamandimby, Maître de Conférences

Rapporteurs : Mr. RASAMISON Vincent Emile, Directeur de Recherche Associé

Mr. RAKOTONANDRASANA Stéphan Richard, Maître de Recherche HDR

Examineurs : Mr. RAZAFIMAHEFA Solofoniaina Andriantiaray, Maître de Conférences

Mme FANJANIAINA Marie Lucia, Maître de Conférences



Année universitaire : 2019-2020

CENTRE NATIONAL D'APPLICATION DE RECHERCHES PHARMACEUTIQUES

Le CNARP ou Centre National d'Application de Recherches Pharmaceutiques est l'un des huit centres du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESupReS), œuvrant la recherche sur la pharmacopée traditionnelle ainsi que toutes formes de valorisation. Pour accomplir ses missions, il est doté 6 départements techniques :



- **Ethnobotanique et botanique** : chargé de la connaissance, la conservation des plantes médicinales et aromatiques et l'approvisionnement en matière première pour des essais au laboratoire
- **Chimie** : responsable de l'extraction, isolement bio-guidé des principes actifs et contrôles qualités
- **Pharmacodynamie** : qui assure l'évaluation biologique et pharmacologique des produits isolés ou des extraits végétaux
- **Pharmacie galénique** : là où on fait la formulation des phytomédicaments
- **Expérimentation clinique** : qui conduit le test clinique des phytomédicaments chez l'Homme
- **Production** : production des phytomédicaments en grande quantité en coordination avec les autres départements

Cette institution ayant existé depuis 1976 n'a cessé de contribuer durant toutes ces années à la participation de la mise en valeur de la politique nationale en matière de recherche scientifique et technique, à assurer dans le cadre de cette politique nationale, la définition, l'innovation, la coordination et toutes les activités de recherches concernant les plantes médicinales (études ethnobotaniques, botaniques, chimiques, etc.), les produits d'origine animal et minérales ayant des propriétés thérapeutiques

Tout en acheminant ces recherches, le CNARP a pu par la même occasion créer deux produits pharmaceutiques utilisés dans le traitement des symptômes du COVID-19 qui suivent des normes internationales. Ces deux remèdes en question sont :

- ❖ NIAOULEE : antiseptique, rhume, congestion nasale, rhinites, écoulement nasale
- ❖ HEVOKINA : pour favoriser la respiration et pour empêcher les virus

FOIBEM-PIRENENA MOMBA NY FIKAROHANA AMPIHARINA AMIN'NY
FAMPANDROSOANA NY AMBANIVOHITRA

Le FOFIFA est un centre du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESupReS), œuvrant la recherche de l'application au développement rurale. Pour accomplir ses missions, il est divisé en 6 départements scientifiques : les Départements de Recherche Agronomique, de Recherche Développement, de Recherche Forestière et de la Gestion des Ressources Naturelles, de Recherche Technologique, de Recherche Rizicole et de Recherche Zootechnique, Vétérinaire et Piscicole.



Le FOFIFA a pour missions :

➤ **En matière de Recherche de :**

- contribuer à l'élaboration de la politique nationale de recherche ;
- mettre en œuvre la politique nationale de recherche en matière de développement rural et d'assurer la définition, la promotion, l'orientation la coordination et la capitalisation de toutes les activités de recherche ;
- développer la recherche thématique de base, pour générer des connaissances et techniques pour pouvoir anticiper les problèmes

➤ **En matière de Développement Rural de :**

- mettre en œuvre les documents de cadrage de la politique générale et des stratégies du Ministère chargé de l'Agriculture ;
- appuyer et d'accompagner les actions de valorisation et de diffusion des résultats de recherche auprès des bénéficiaires cibles.

Il est créé en 1974 à la suite du départ des instituts français de recherche agricole, le FOFIFA, placé sous la tutelle technique du Ministère auprès de la Présidence en charge de l'Agriculture et de l'Elevage et du Ministère chargé de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique est la principale institution de recherche agricole du Système National de Recherche Agricole à Madagascar

REMERCIEMENTS

Je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de cet ouvrage.

Mes sincères gratitude s'adressent à :

Monsieur ANTSONANTENAINARIVONY Ononamandimby, Directeur de l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV), qu'il m'a accordé et m'a autorisé à présenter ce mémoire. Il a bien voulu, malgré ses multiples obligations, accepter de faire partie de la commission de lecture et d'assurer la Présidence du Jury de ce Mémoire.

Madame RAKOTOSAONA Rianasoambolanoro, Docteur Habilité à Diriger des Recherches, Directeur du Centre National d'Application de Recherches Pharmaceutiques (CNARP), qui a bien voulu de me recevoir dans son établissement comme stagiaire.

Monsieur RAMANANTSOANIRINA Alain, Directeur régional du Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampanandrosoana ny Ambanivohitra (FOFIFA) à Antsirabe, qui nous a donné d'un laboratoire pour faire de travail de recherche.

Madame NIVOTIANA Marie Agnès, Chercheur assistante au Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampanandrosoana ny Ambanivohitra (FOFIFA) à Antsirabe, qui m'a initié aux tests insecticides.

Monsieur RASOLOARINIAINA Jean Robertin, Maître de conférences, Chef de la Mention en Environnement, Enseignant-Chercheur à l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe-Vakinankaratra (IES-AV) qui malgré ses multiples obligations a accepté de promouvoir cette formation.

Monsieur RAZAFIMAHEFA Solofoniaina Andriantiaray, Maître de Conférences, Chef du Parcours Entomologie Appliquée, Enseignant-Chercheur à l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe-Vakinankaratra (IES-AV) qui a bien voulu accepter d'examiner mon travail.

Madame FANJANIAINA Marie Lucia, Maître de conférences, Enseignante-Chercheur à l'Université de Fianarantsoa et Responsable des plantes à tubercules du Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana (FIFAMANOR) à Andranomanelatra Antsirabe, qui a bien voulu de juger ce travail.

Monsieur RAKOTONANDRASANA Stephan Richard, Maître de Recherche, Chercheur-Enseignant et Chef du Département Ethnobotanique et Botanique du Centre National d'Application de Recherches Pharmaceutiques (CNARP), mon Encadreur professionnel, qui s'est montré toujours disponible tout au long de la réalisation de ce travail. Ses nombreux conseils constructifs et encourageants me sont d'une grande importance.

Monsieur RASAMISON Vincent Emile, Directeur de Recherche Associé, Enseignant-Chercheur et Responsable du Laboratoire de Valorisation des Ressources Végétales et Animales à l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe-Vakinankaratra (IES-AV), mon Encadreur pédagogique, pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée dans l'accomplissement de ce Mémoire, notamment dans le domaine des études chimique et biologique des huiles essentielles.

Mes vifs remerciements vont aussi :

À l'équipe du Département Ethnobotanique et Botanique du Centre National d'Application de Recherches Pharmaceutiques (CNARP), qui m'a bien voulu aider lors la descente sur terrain et apporter ses suggestions et ses remarques.

Aux villageois de la Commune Rurale Manalalondo et la Commune Rurale Andranomiely (District Arivonimamo), aux villageois du Fokontany Mahamasina Betafo qui ont des accueils chaleureux pendant la collecte des matières végétales et des observations sur terrain.

À tous les enseignants de l'Institut d'Enseignement Supérieur Antsirabe-Vakinankaratra (IES-AV), et plus particulièrement les Professeurs de la mention Environnement.

À tous les étudiants de la mention Environnement, plus particulièrement du parcours Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles et du parcours Gestion de l'Environnement pour les échanges enrichissants pendant les cours théoriques, pour l'ambiance de travail encourageant durant notre étude universitaire.

Enfin, je n'oserais oublier de remercier également ma famille : mes parents, mes sœurs, mon frère et tous mes proches et amis, qui ont contribués moralement, financièrement et matériellement durant les années d'études et pendant l'élaboration de cet ouvrage.

RÉSUMÉ

Madagascar est un pays hot spot en biodiversité. Cette dernière abrite des plantes aromatiques (PA) qui ont une importance socio-économique. Ce travail se propose de contribuer à la valorisation des PA de Madagascar en procédant à leur recensement et en effectuant des études chimique et biologique sur les huiles essentielles (HE) d'*Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* (Asteraceae). Deux cent trente-deux publications parues entre 1959 et 2021 ont été consultées pendant les travaux de recensement des PA. Les données rassemblées ont été soumises à des analyses statistiques grâce aux logiciels XLSTAT 2018 et R 386 3.0.0. Les HE ont été obtenues par hydrodistillation et/ou entraînement à la vapeur puis analysées par chromatographie en phase gazeuse. Leur activité insecticide a été évaluée par fumigation envers *Sitophilus zeamais*, un insecte nuisible des grains de maïs.

Au total, 650 espèces de PA réparties dans 68 familles et 231 genres ont été recensées. Parmi ces espèces, 61,41% sont endémiques et 47,03% sont des arbustes. Les familles les plus riches en PA sont Asteraceae (171 espèces) et Rutaceae (92 espèces). Quant au genre, *Helichrysum* (109 espèces) et *Cryptocarya* (42 espèces) prédominent. Analamanga (214 espèces), Diana (199 espèces) sont les Régions les plus riches en PA. Les espèces décrites dans l'UICN sont au nombre de 272.

Les espèces les plus utilisées en médecine traditionnelle sont *Psiadia altissima*, et *Harungana madagascariensis*. Les Maladies de l'Appareil Digestif et Certaines Maladies Infectieuses et Parasitaires figurent parmi les maladies les plus soignées avec les PA. Concernant les données chimiques, β -caryophyllène, α - et β -pinènes et limonène sont les composés majoritaires les plus cités dans les HE des PA recensées.

Pour les HE des 3 espèces d'*Helichrysum*, α -pinène (22,28%) et α -humulène (7,02%) sont les plus abondants dans *H. benthamii* ; 1,8-cinéole (30,00%) et α -humulène (14,50%) dans *H. bracteiferum* ; β -caryophyllène (23,23%) et α -humulène (11,56%) dans *H. manopappoides*. L'HE d'*H. bracteiferum* a montré une activité insecticide envers *Sitophilus zeamais* avec une valeur de CL₅₀ égale à 213,79 μ L/L.

Mots clés : Plantes aromatiques ; Huiles essentielles ; *Helichrysum* ; Madagascar

ABSTRACT

Madagascar is a biodiversity hot spot in the Indian Ocean. It has many medicinal and aromatic species that are very important in the daily life of the Malagasy people. This study aims at contributing to the valorization of aromatic species from Madagascar by taking their census and performing the chemical and biological investigations of the essential oils (EO) from *Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* and *H. manopappoides* (Asteraceae). To do this, 232 publications published between 1959 and 2021 were consulted. The data gathered were subjected to statistical analyses through XLSTAT 2018 and R 386 3.0.0 software. The EOs were obtained by hydrodistillation and/or water steam distillation and analyzed by gas chromatography. Their insecticidal activity was evaluated against *Sitophilus zeamais* by fumigation, a pest of maize seeds.

A total of 650 species of APs divided into 68 families and 231 genera have been inventoried through an extensive bibliographical search. Among these species, 61.41% are endemic and 47.03% are shrubs. The richest families are Asteraceae with 171 species, Rutaceae with 92 species and Lauraceae with 62 species, while the richest genera are *Helichrysum* with 109 species, *Cryptocarya* with 42 species and *Ivodea* with 28 species. Leaves are the main organs containing EO with a percent of 77.12%. The Analamanga (214 species), Diana and Vakinankaratra (199 and 197 species, respectively) are the richest Regions while the subhumid bioclimat (488 species) is the most favoured for APs. The number of species described in the IUCN are 272. Most of them are found in the Regions of Alaotra-Mangoro (71 species), (Analamanga (69 species) and Diana (68 species).

The species mostly used in traditional medicine are *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* and *Lantana camara*. Diseases of digestive system, Infectious and parasitic diseases and Traumatic complications, poisoning and unspecified effects of external causes are the most treated by plants. The chemical families such as hydrocarbons monoterpenes, hydrocarbons sesquiterpenes and oxygenated monoterpenes predominate in EOs from Madagascar APs. Caryophyllene, pinene and limonene were the most cited constituents. The EO from *H. benthamii* contains α -pinene (22.28%), α -humulene (7.02%) and caryophyllene oxide (6.22%) as major constituents. 1,8-cineol (30.00%), α -humulene (14.50%) and β -pinene (14.00%) predominate in the EO from *H. bracteiferum*. The major components in the EO from *H. manopappoides* are β -caryophyllene (23.23%), α -humulene (11.56%) and linalool (4.45%). The EO of *H. bracteiferum* demonstrated insecticidal activity by fumigation against *Sitophilus zeamais* with an LC₅₀ value of 213.79 μ L/L.

Keywords : Aromatics plants; Essential oils; *Helichrysum*; Madagascar

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	i
RÉSUMÉ.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES CARTES	ix
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ANNEXES.....	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xi
GLOSSAIRES.....	xiii
INTRODUCTION.....	1
Chapitre I. GÉNÉRALITÉS BIBLIOGRAPHIQUES	3
I. MILIEU D'ÉTUDE	3
I.1. Milieu abiotique.....	3
I.1.1. Localisation de Madagascar	3
I.1.2. Géologie et pédologie.....	3
I.1.3. Climat et Région.....	4
I.1.4. Relief	5
I.2. Milieu biotique.....	5
I.2.1. Flore et végétaux	5
I.2.1.1. Flore	5
I.2.1.2. Végétation	6
I.2.2. Faune	8
II. PLANTES AROMATIQUES.....	8
II.1. Définition des plantes aromatiques.....	8
II.2. Plantes aromatiques dans le monde	8
II.3. Plantes aromatiques à Madagascar	8
III. HUILES ESSENTIELLES	9
III.1. Définition des huiles essentielles	9
III.2. Localisation des huiles essentielles dans la plante	9
III.3. Caractéristiques des huiles essentielles	9
III.4. Rôles biologiques des huiles essentielles	9
III.5. Composition chimique des huiles essentielles	10
III.5.1. Les composés terpéniques.....	10
III.5.2. Les composés aromatiques.....	10
III.5.3. Propriétés biologiques des huiles essentielles.....	11
III.6. Utilisations des huiles essentielles	11

III.7. Situation économique des huiles essentielles dans le monde.....	11
III.8. Situation économique de la filière huile essentielle à Madagascar.....	12
III.9. Extraction des huiles essentielles.....	12
III.9.1. Techniques traditionnelles.....	12
III.9.1.1. Hydrodistillation.....	12
III.9.1.2. Entraînement à la vapeur.....	12
III.9.1.3. Hydrodiffusion.....	13
III.9.2. Techniques modernes.....	13
III.9.2.1. Extraction par solvant.....	13
III.9.2.2. Extraction par micro-ondes.....	13
IV. CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE.....	14
V. IMPORTANCE DES HUILES ESSENTIELLES OU PLANTES AROMATIQUES EN MÉDECINE TRADITIONNELLE À MADAGASCAR.....	14
VI. PRÉSENTATION DES ESPÈCES AROMATIQUES ÉTUDIÉES.....	14
VI.1. Genre <i>Helichrysum</i>	14
VI.2. Description botanique des espèces étudiées.....	15
VI.2.1. <i>Helichrysum bracteiferum</i> (DC.) Humbert.....	15
VI.2.2. <i>Helichrysum benthamii</i> R. Vig. & Humbert.....	15
VI.2.3. <i>Helichrysum manopappoides</i> Humbert.....	16
VI.3. Utilisations en médecine traditionnelle.....	17
VII. PRÉSENTATION DE <i>Sitophilus zeamais</i>	17
Chapitre II. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	18
I. RECENSEMENT ET IDENTIFICATION DES ESPÈCES AROMATIQUES.....	18
I.1. Matériels.....	18
I.2. Méthodes.....	18
I.2.1. Elaboration d'une base de données.....	18
I.2.1.1. Recherche de familles de plantes aromatiques dans le monde.....	18
I.2.1.2. Pré sélection des familles aromatiques.....	18
I.2.1.3. Identification et vérification.....	19
I.2.1.4. Documentation sur la biologie et l'écologie.....	19
I.2.1.5. Documentation sur les utilisations traditionnelles.....	19
I.2.1.6. Documentation sur les constituants chimiques.....	20
I.2.2. Analyse des données.....	20
I.2.2.1. Richesse des plantes aromatiques.....	20
I.2.2.2. Fréquence de citation.....	20
I.2.2.3. Niveau de fidélité.....	20

I.2.3. Traitement des données	21
I.2.3.1. Analyse factorielle de correspondance	21
II. ÉTUDE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE D'HUILES ESSENTIELLES	21
II.1. Matériels	21
II.1.1 Matériels biologiques	22
II.1.1.1. Matériels végétaux	22
II.1.1.2. Matériel animal	22
II.1.2. Matériels non biologiques	22
II.1.2.1. Extracteur semi-pilote	22
II.1.2.2. Extracteur à l'échelle laboratoire	23
II.1.2.3. Chromatographe en phase gazeuse	24
II.2. Méthodes	24
II.2.1. Extraction par entraînement à la vapeur	24
II.2.2. Extraction par hydrodistillation	24
II.2.3. Détermination du rendement en huile essentielle	24
II.2.4. Analyse par chromatographie en phase gazeuse	25
II.2.5. Test insecticide par fumigation	25
Chapitre.III. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS	26
I. TAXONOMIE DES PLANTES AROMATIQUES DE MADAGASCAR	26
I.1. Richesse en plantes aromatiques	26
I.2. Familles plus diversifiées	26
I.3. Genres plus diversifiés	27
I.4. Endémicité et formes biologiques des plantes aromatiques	27
II. ÉCOLOGIE DES PLANTES AROMATIQUES DE MADAGASCAR	28
II.1. Répartition des plantes aromatiques par Région	28
II.2. Répartition des plantes aromatiques par type bioclimatique	30
II.3. Statut de conservation des plantes aromatiques à Madagascar	31
III. ETHNOBOTANIQUE DES PLANTES AROMATIQUES À MADAGASCAR	32
III.1. Parties de plantes	32
III.2. Taxa les plus utilisés en médecine traditionnelle	32
III.3. Maladies traitées avec les plantes aromatiques	34
III.4. Niveau de fidélité	34
III.5. Relation entre les parties de plantes et les utilisations en médecine traditionnelle	35
III.6. Relation entre familles botaniques et parties de plantes utilisées	36
IV. CONSTITUANTS VOLATILES DES PLANTES AROMATIQUES À MADAGASCAR	38
IV.1. Familles chimiques et constituants majoritaires des plantes aromatiques	38

IV.2. Relation entre les parties de plantes et les constituants majoritaires.....	39
IV.3. Relation entre constituants majoritaires et familles botaniques.....	40
V. PROFIL CHIMIQUE ET POUVOIR INSECTICIDE DES HUILES ESSENTIELLES d' <i>H. benthamii</i> , <i>H. bracteiferum</i> et <i>H. manopappoides</i>	42
V.1. Rendement en huiles essentielles	42
V.2. Compositions chimiques des huiles essentielles	43
V.3. Activité insecticide des huiles essentielles	45
V.3.1. Pouvoir insecticide de l'huile essentielle d' <i>H. bracteiferum</i>	45
V.3.2. Pouvoir insecticide de l'huile essentielle d' <i>H. benthamii</i>	46
Chapitre IV. DISCUSSIONS	46
I. APPROCHE MÉTHODOLOGIE.....	46
II. RICHESSE EN PLANTES AROMATIQUES.....	46
III. DIVERSITÉ DES FAMILLES ET GENRES AROMATIQUES	48
IV. ENDÉMICITÉ, FORME BIOLOGIQUE ET PARTIES DES PLANTES AROMATIQUES	48
V. ÉCOLOGIE DES PLANTES AROMATIQUES	48
VI. UTILISATIONS EN MÉDECINE TRADITIONNELLE DES PLANTES AROMATIQUES	50
VII. FAMILLES CHIMIQUES ET CONSTITUANTS MAJORITAIRES DES PLANTES AROMATIQUES.....	50
VIII. ETHNOPHARMACOLOGIQUE D' <i>H. benthamii</i> , <i>H. bracteiferum</i> ET <i>H. manopappoides</i>	51
IX. ACTIVITÉ INSECTICIDE DES HUILES ESSENTIELLES D' <i>H. benthamii</i> ET <i>H. bracteiferum</i>	52
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	54
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	57
WEBOGRAPHIQUES.....	60
ANNEXES	I

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Carte de localisation de Madagascar.....	3
Carte 2 : Cartographie bioclimatique de Madagascar et les 22 Régions à Madagascar.....	5

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure chimique de l'isoprène (a), exemple de monoterpène (b) acyclique à gauche (myrcène) et d'un monoterpène cyclique à droite (p-cimène) et structure générale d'un sesquiterpènes (c)	10
Figure 2 : Exemples de structures de composés dérivés du phénylpropane	11
Figure 3 : Schéma de l'entraînement à la vapeur	23
Figure 4 : Histogramme des 20 premières familles diversifiées en plantes aromatiques.....	27
Figure 5 : Histogramme des 20 premiers genres diversifiés en plantes aromatiques.....	27
Figure 6 : Diagramme d'endémicité et formes biologiques des plantes aromatiques.....	28
Figure 7 : Histogramme de répartition des plantes aromatiques par Région	29
Figure 8 : AFC de la répartition de l'endémicité des plantes aromatiques par Région.....	29
Figure 9 : Histogramme de répartition des plantes aromatiques par bioclimat.....	30
Figure 10 : AFC de la répartition de l'endémicité des plantes aromatiques par bioclimat.....	30
Figure 11 : Histogramme de statut de conservation des plantes aromatiques.....	31
Figure 12 : Histogramme de statut de conservation des plantes aromatiques par Région	31
Figure 13 : Diagramme des parties de plantes aromatiques	32
Figure 14 : Histogramme des types de maladies traités avec les plantes aromatiques	34
Figure 15 : AFC entre les parties aromatiques et les utilisations en médecine traditionnelle..	36
Figure 16 : AFC entre les familles botaniques et les parties de plantes utilisées.....	37
Figure 17 : Histogramme des familles chimiques des plantes aromatiques.....	38
Figure 18 : Histogramme 10 premiers constituants majeurs des plantes aromatiques.....	39
Figure 19 : AFC entre les parties aromatiques et les constituants majoritaires	40
Figure 20 : AFC entre les constituants majoritaires et familles botaniques	41
Figure 21 : Variation du taux de mortalité en fonction de la concentration.....	45

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : <i>Helichrysum bracteiferum</i> : adulte (a), rameau feuillé (b) et fleur jaune (c).....	15
Photo 2 : <i>Helichrysum benthamii</i> : adulte (a) et rameau feuillé (b)	16
Photo 3 : <i>Helichrysum manopappoides</i> : adulte (a), rameau feuillé (b) et fleurs (c)	16
Photo 4 : <i>Sitophilus zeamais</i> adulte	17
Photo 5 : Récolte d' <i>H. bracteiferum</i>	22
Photo 6 : Alambic sur l'extraction des huiles essentielles	23
Photo 7 : Extracteur à l'échelle laboratoire	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau de contingence	21
Tableau 2 : Répartition des plantes aromatiques de Madagascar dans les grands groupes des végétaux	26
Tableau 3 : Rendements en huiles essentielles d' <i>Helichrysum benthamii</i> , <i>H. bracteiferum</i> et <i>H. manopappoides</i>	43
Tableau 4 : Constituants identifiés dans les huiles essentielles d' <i>H.benthamii</i> , <i>H. bracteiferum</i> et <i>H. manopappoides</i>	44
Tableau 5 : Taux de mortalité (%) de <i>S. zeamais</i> soumis à l'huile essentielle d' <i>H. bracteiferum</i>	45
Tableau 6 : Taux de mortalité (%) de <i>S. zeamais</i> soumis à l'huile essentielle d' <i>H. benthamii</i>	46

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Liste global de plantes aromatiques de Madagascar.....	I
Annexe 2 : Relation entre endémicités des plantes aromatiques et Régions de Madagascar ...	X
Annexe 3 : Relation entre les espèces aromatiques, l'endémicité et les bioclimats.....	XI
Annexe 4 : Les 30 premières espèces les plus utilisés en médecine traditionnelle.....	XIX
Annexe 5 : Les maladies traités par les plantes aromatiques, parties utilisés, préparation, mode d'emploi et indice de fidélité (IF).....	XX
Annexe 6 : Relation entre les parties aromatiques et les types de maladies	XXIV
Annexe 7 : Relation entre les parties des plantes aromatiques et les familles botaniques .	XXIV
Annexe 8 : Les 3 constituants majeurs avec leur rendement de certaines parties des plantes aromatiques prouvé	XXV
Annexe 9 : Caractéristiques chimiques des familles botaniques.....	XXXIV
Annexe 10 : Caractéristiques chimiques de genres botaniques.....	XXXVI
Annexe 11 : Relation entre les constituants majoritaires et les parties aromatiques.....	XL
Annexe 12 : Relation entre les constituants chimiques et familles botaniques.....	XLI
Annexe 13 : Profils caractéristiques d'échantillon d'huile essentielle des rameaux feuillés d' <i>H. benthamii</i>	XLIII
Annexe 14 : Profils caractéristiques d'échantillon d'huile essentielle des rameaux feuillés d' <i>H.bracteiferum</i>	XLIII
Annexe 15 : Profils caractéristiques d'échantillon d'huile essentielle des rameaux feuillés d' <i>H. manopappoides</i>	XLIII

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- **AE** : Autochtones endémiques
- **ANE** : Autochtones non endémiques
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- **ANSM** : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé
- **CNARP** : Centre National d'Applications et de Recherches Pharmaceutiques
- **CD** : Conservation dependent
- **CR** : En danger critique
- **CPZ** : Chromatographie en phase gazeuse
- **CSB** : Centre de santé de base
- **DD** : Données insuffisantes
- **E** : Endémicité
- **EC** : Etat de connaissance
- **EDBM** : Economic Development Board of Madagascar
- **EN** : En danger
- **FIFAMANOR** : Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana
- **FOFIFA** : Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampandrosoana ny Ambanivohitra
- **H** : Humide
- **HE** : Huile essentielle
- **I** : Introduite
- **INC** : Inclassable
- **ISO** : Organisation Internationale de Normalisation
- **UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
- **GAP** : Grossesse, accouchement et puerpéralité
- **LC** : Préoccupation mineure
- **M** : Montagne
- **MAD** : Maladies de l'appareil digestif
- **MAG** : Maladies de l'appareil génito-urinaire
- **MAR** : Maladies de l'appareil respiratoire
- **MEN** : Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques
- **MIP** : Certaines maladies infectieuses et parasitaires
- **MOA** : Maladies de l'œil et de ses annexes

- **MPT** : Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané
- **MSN** : Maladies du système nerveux
- **MSO** : Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire
- **NE** : Non évaluée
- **NP** : Non prouvé
- **NT** : Quasi-menacée
- **ORA** : Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde
- **P** : Prouvé
- **PA** : Plantes aromatiques
- **PM** : Plantes médicinales
- **S** : Sec
- **Sb** : Subaride
- **Sh** : Subhumide
- **SOA** : Maladies de l'appareil circulatoire, Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif
- **SYMP** : Symptômes, signes et résultats anormaux d'examen clinique et de laboratoire, non classés ailleurs
- **TEC** : Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe
- **TMC** : Troubles mentaux et du comportement
- **TUM** : Tumeurs
- **VU** : Vulnérable

GLOSSAIRES

- **Plante médicinale** : une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques pour la santé humaine voire animale.
- **Médecine traditionnelle** : une méthode très ancienne. C'est la somme de toutes les connaissances, compétences et pratiques reposant sur les théories, croyances et expériences propres à différentes cultures, qu'elles soient explicables ou non, et qui sont utilisées dans la préservation de la santé, ainsi que dans la prévention, le diagnostic, l'amélioration ou le traitement de maladies physiques ou mentales.
- **Vulnérable (VU)** : un taxon est vulnérable lorsqu'il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.
- **En danger (EN)** : un taxon est en danger lorsqu'il est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.
- **En danger critique d'extinction (CR)** : un taxon est dit en danger critique d'extinction lorsqu'il est confronté à un risque d'extinction extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.
- **Quasi-menacée (NT)** : un taxon est quasi menacé lorsqu'il est près de remplir les critères correspondants aux catégories du groupe menacé ou qu'il les remplira probablement dans un proche avenir.
- **Préoccupation mineure (LC)** : un taxon est dit de préoccupation mineure lorsqu'il ne remplit pas les critères des catégories CR, EN, VU. Dans cette catégorie sont inclus les taxons à largement répandus et abondants.
- **Données insuffisantes (DD)** : un taxon entre dans les catégories données insuffisantes lorsqu'on ne dispose pas d'assez de données pour évaluer le risque d'extinction.

INTRODUCTION

Madagascar est un paradis terrestre réputé pour son immense diversité biologique. Séparé du continent africain à la fin de l'ère secondaire, son isolement géographique et ses reliefs très disparates ont favorisé le développement d'une faune et d'une flore caractérisées par une grande diversité et un taux d'endémisme particulièrement élevé (de Wit, 2003). De nombreuses espèces végétales et animales sont découvertes à Madagascar chaque année (MNHN, 2012). Ainsi, le pays est considéré comme un point chaud ou « hot spot » en diversité biologique (Myers et *al.*, 2000).

Concernant spécifiquement les plantes, 11 220 plantes vasculaires sont recensées à Madagascar et 82% d'entre elles sont endémiques (Callmander et *al.*, 2011). La synthèse des données résultant des travaux d'inventaires des plantes médicinales a révélé 3245 espèces dont 60% sont endémiques (Rafidison et *al.*, 2019). Par contre, le potentiel en flore aromatique est encore mal connu si on se réfère aux travaux de recensement qui leur sont dédiés. En effet, le dernier recensement des plantes aromatiques à Madagascar remonte à 1996 et fait état de 110 espèces réparties dans 33 familles, parmi lesquelles 58 sont autochtones et 52 introduites (Rakotovo et Randrianjohany, 1996). De plus, 30 types d'huiles essentielles sont proposés sur le marché national et international (EDBM, 2018).

Les données suscitées concernant les plantes aromatiques et les huiles essentielles seraient très en deçà des possibilités réelles à l'image, d'une part de la richesse exceptionnelle de la flore malgache, et d'autre part des nombreux articles scientifiques publiés ces dernières années. Cet effort vers la connaissance des plantes aromatiques doit être soutenu car l'insuffisance des informations scientifiques et techniques y afférentes constitue un handicap majeur à leur valorisation. De plus, les pressions d'origine anthropique qui s'exercent constamment sur la biodiversité malgache et le dérèglement climatique constituent une grave menace pour les espèces aromatiques dont certaines risquent de disparaître avant qu'elles ne soient étudiées et valorisées sur les plans scientifique, économique et socio-écologique.

Eu égard à ces constats, les espèces aromatiques font l'objet de ce Mémoire de Master II intitulé : «Contribution au recensement et à la valorisation chimique et biologique des plantes aromatiques de Madagascar». L'objectif général de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance scientifique et la valorisation des espèces aromatiques de Madagascar. Les objectifs spécifiques consistent à connaître :

- la richesse et la diversité des plantes aromatiques de Madagascar par le biais d'intenses

travaux de documentation ;

- leurs répartitions géographiques ;
- leurs constituants chimiques et utilisations en médecine traditionnelle ;
- les constituants chimiques et l'activité insecticide des huiles essentielles de *H. bracteiferum*, *H. benthamii* et *H. manopappoides* par des analyses chromatographiques et des tests de toxicité par fumigation sur *Sitophilus zeamais*, respectivement.

Les hypothèses à justifier sont les suivantes :

- les espèces aromatiques sont diverses et varient suivant les régions et les bioclimats ;
- des relations existent entre les utilisations, les parties utilisées et les constituants majoritaires ;
- une grande variabilité chimique interspécifique existe à l'intérieur du genre *Helichrysum* ;
- le pouvoir insecticide des huiles essentielles étudiées est fonction de leur composition chimique et de la dose utilisée.

Par souci de clarté, le présent document comporte quatre grandes parties : la première partie est consacrée aux généralités bibliographiques en rapport avec le thème traité, la deuxième partie présente les matériels et les méthodes mis en œuvre pour réaliser les travaux scientifiques prévus dans cette étude, la troisième partie a trait aux résultats assortis d'interprétations et la quatrième partie concerne la discussion des résultats obtenus.

Chapitre I. GÉNÉRALITÉS BIBLIOGRAPHIQUES

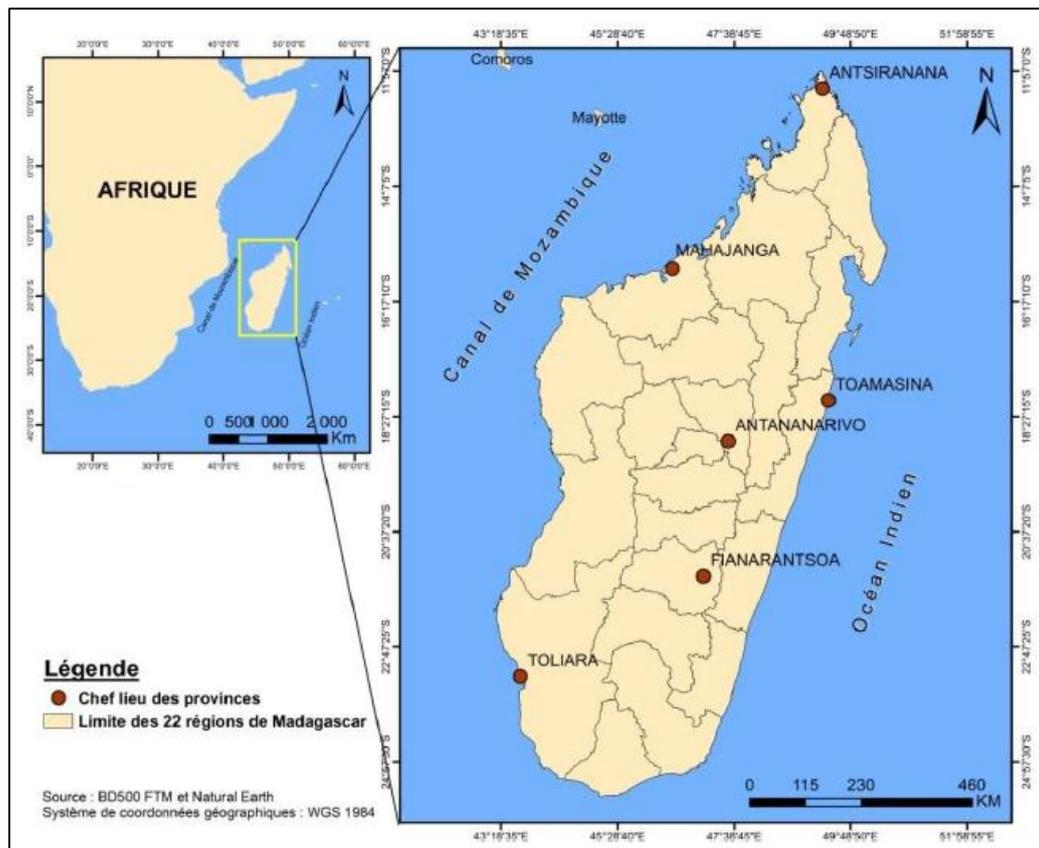
Ce chapitre rassemble les informations relevées dans la littérature concernant les trois principaux domaines touchés par la présente étude, à savoir le milieu d'étude, les plantes aromatiques et les huiles essentielles.

I. MILIEU D'ÉTUDE

I.1. Milieu abiotique

I.1.1. Localisation de Madagascar

Madagascar est une grande île qui se situe dans l'hémisphère Sud entre la latitude 11° 57'-25° 37' et la longitude 43° 14'-50° 27'. Elle mesure 1 570 km du Nord au Sud et 575 km de l'Est à l'Ouest avec une superficie de 587 040 km² (Donque, 1973). Elle se trouve dans l'Océan indien et est séparée de la côte Sud-Est de l'Afrique par le canal du Mozambique à une distance de 400 km (Battistini, 1996). Elle est traversée par le tropique du Capricorne dans la province de Tuléar (Carte 1).



Carte 1 : Carte de localisation de Madagascar

I.1.2. Géologie et pédologie

Le socle basal de l'île est formé d'une formation cristalline précambrienne dans les Hautes Terres Centrales vers l'Est. La géologie est formée des roches magmatiques qui sont

très fréquentes autour d'Ankaratra et Tsaratanana, et est constituée de roches métamorphiques comme les migmatites et les schistes cristallins. Des quartzites associés quelques fois à des marbres forment les massifs d'Itremo et d'Ibity ainsi que les chaînes de montagne au fond de la baie d'Antongil. Les massifs montagneux du Nord et du Centre ont des stigmates d'un volcanisme ancien et de quelques volcans plus récents (Battistini, 1996 ; Du Puy et Moat, 1996). Les formations sédimentaires se trouvent généralement dans l'Ouest, le Sud et le Nord de Madagascar. Les grés siliceux sont principalement composés de sables érodés du socle précambrien depuis le Permien. Les formations de calcaires comme les karsts ou Tsingy et les plateaux Mahafaly proviennent par contre de la régression marine au cours du Mésozoïque. Enfin, les sables quaternaires des plaines de l'Ouest, du Sud ainsi que dans l'étroite bande côtière de l'Est constituent les dépôts récents. Les alluvions de l'Ouest et du Sud ainsi que les dépôts lacustres de Hautes Terres et surtout dans l'Alaotra sont également attribués à cette catégorie. (Battistini, 1996 ; Du Puy et Moat, 1996). Madagascar est connu pour être «l'Île rouge» en raison de la nature latéritique de son sol qui occupe plus des deux-tiers de l'île (Hervieu, 1967).

I.1.3. Climat et Région

Le climat de Madagascar est de type tropical avec des variations régionales. Elle possède 5 types de bioclimat selon Cornet (1974), dont les caractéristiques sont tirées de Koechlin et *al.*, (1974) et Bégué (1966) :

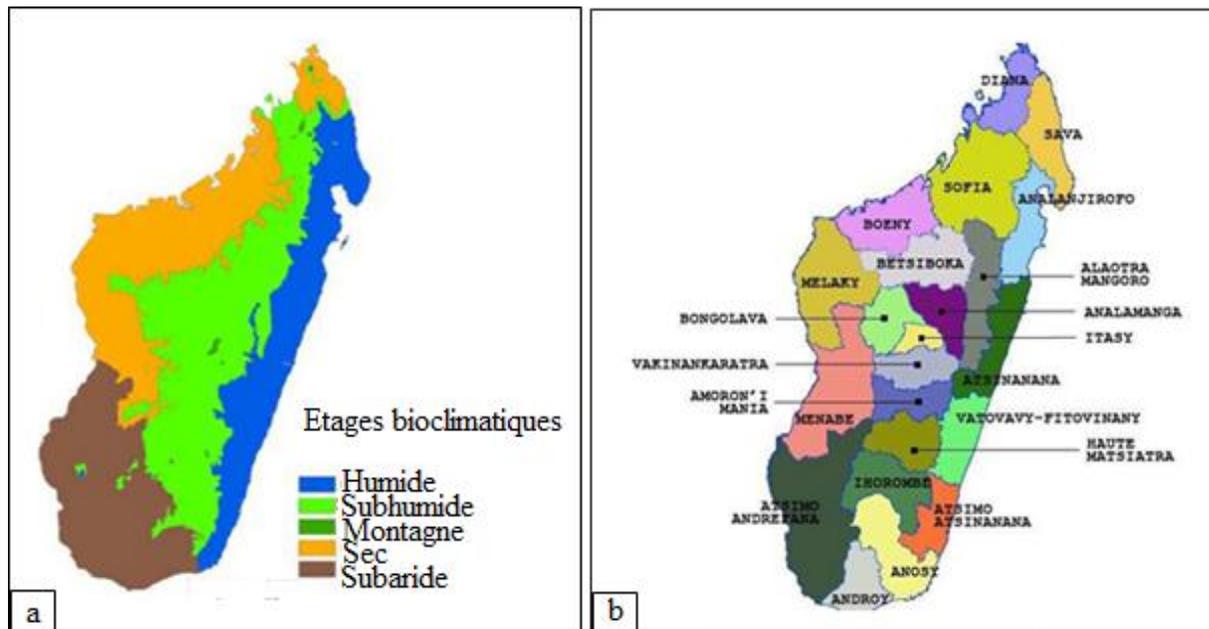
- Bioclimat humide avec une pluviométrie plus de 2000 mm et une température de 19 à 30°C. Ce bioclimat se trouve dans la partie orientale de l'île. Les pluies arrosent abondamment et tout au long de toute l'année.

- Bioclimat subhumide caractérisé par la saison sèche et saison humide. La pluviométrie est moins de 2000mm et une température de 18 à 27°C. La saison sèche varie selon les régions. Elle correspond aux Domaine du Centre, Hautes Terres et de Sambirano.

- Bioclimat sec structuré par 7 mois de saison sèche. La pluviométrie annuelle est comprise entre 500 à 900mm et une température généralement plus de 20°C. Il correspond au Domaine de l'Ouest de basse altitude vers le Sud.

- Bioclimat montagnard caractérisée par une pluviométrie de plus de 2000mm et une température de 5 à 10°C. Il comprend essentiellement les massifs montagneux.

- Bioclimat subaride avec une pluviométrie faible et inégalement répartie de 322 à 783mm avec une longue saison sèche de 8 à 11 mois. La température ambiante oscille autour de 24°C. Il regroupe les Sud et Sud-Ouest de Madagascar. Ces bioclimats sont variés suivant les Régions existant à Madagascar (Carte 2).



Carte 2 : Cartographie bioclimatique de Madagascar et les 22 Régions à Madagascar

I.1.4. Relief

Madagascar est une île montagneuse. Du Nord au Sud, le pays est traversé par le massif de Maromokotra avec 2876m (Tsaratanana), le massif de Marojejy avec 2137m, le massif de Tsiafajavona avec 2643m (Ankaratra) et le pic Boby avec 2658m (Andringitra) d'altitude (Donque, 1973 ; Begué, 1966). Le relief est dominé par un plateau central montagneux et partiellement volcanique à Maromokotra, dans le massif de Tsaratanana au Nord, la chaîne de l'Ankaratra, près de la ville d'Antananarivo. À l'Est, le terrain s'abaisse en pente raide vers une étroite bande côtière en bordure de l'océan Indien. Il décline doucement à l'Ouest vers une plaine côtière plus large, bordant le canal de Mozambique. Les terres les plus fertiles se trouvent le long de la côte et dans les vallées fluviales du plateau central. Le massif volcanique de l'Androy, le plateau calcaire Mahafaly et par le cordon côtier de l'extrême Sud sont caractérisés par une pénéplaine. (Battistini, 1996).

I.2. Milieu biotique

I.2.1. Flore et végétaux

I.2.1.1. Flore

La flore de Madagascar est une des plus riches du monde. Elle compte 12000 espèces avec un taux d'endémisme estimé à 81% (Kœchlin et *al.*, 1974). En 2011, Callmander et collaborateurs ont inventorié 11220 espèces de plantes vasculaires réparties dans 64 ordres, 243 familles, 1730 genres avec un taux endémiques 82%. Parmi ces espèces, 95% sont des Angiospermes (10650 espèces), 8 espèces de Gymnospermes dont 7 endémiques et 563 espèces de Ptéridophytes avec un taux d'endémisme de 45% (Rakotondrainibe, 2003). Les éléments remarquables de la flore de

Madagascar sont nombreux comme les Baobabs, les Palmiers les Orchidées (Rakotoarinivo et *al.*, 2013 ; Bosser et Lecoufle, 2011).

I.2.1.2. Végétation

Les travaux de Faramalala et Rajeriarison (1999) ont permis d'appréhender la répartition des formations végétales de Madagascar.

Zone écofloristique orientale de basse altitude (0-800m) : elle s'étend de Vohémar à Fort-Dauphin. Cette zone constitue la forêt dense ombrophile orientale de basse altitude (0-800m) correspondant à la série Myristicaceae et *Anthostema* de Humbert (1965). Elle constitue aussi la forêt dense humide sempervirente de basse altitude de Koechlin et *al.* (1974). Elle comporte 3 étages ou strates : la strate supérieure dominée par des arbres de 25-30m et entremêlée par des lianes (Apocynaceae, Menispermaceae, Bambous...), la strate moyenne constituée d'arbustes représentés par les Euphorbiaceae, les Ochnaceae, les Poaceae sciaphiles,... et la strate inférieure caractérisée par la prédominance des fougères acaules. Cette dernière strate est aussi riche en épiphytes comme les Orchidaceae, les Melastomacaceae, les Ptéridophytes. On y rencontre également la forêt littorale sur une bande sableuse riche en *Cerbera venenifera*, *Uapaca* sp, *Diospyros* spp... Les formes de dégradation sont les savoka et les savanes.

Zone écofloristique occidentale de basse altitude (0-800m) : cette zone correspond au domaine de l'Ouest (Humbert, 1965), à la forêt dense sèche de l'Ouest (Koechlin et *al.*, 1974) formée par les espèces de *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hildegardia* (Humbert, 1965). Elle présente des variétés édaphiques : forêt sur les argiles latéritiques, forêt des sols arénacés, forêt des plateaux, forêt des alluvions et forêt des marais (Humbert, 1965 ; Koechlin et *al.*, 1974 ; Faramalala et Rajeriarison, 1999). Les familles des Fabaceae, Burseraceae, Anacardiaceae, etc... y prédominent. Le sous-bois est constitué par les Euphorbiaceae, Rubiaceae, Malvaceae, Sphaerosepalaceae, etc... Ces forêts abritent également de nombreuses plantes adaptées à la sécheresse comme les Apocynaceae, Crassulaceae, Asphodelaceae etc...

Zone écofloristique orientale de moyenne altitude (800-1800m) : cette zone correspond à la forêt dense ombrophile du domaine du centre, à l'étage orientale, à série à *Tambourissa* et *Weinmannia* (Humbert, 1965) et à la forêt dense humide de moyenne altitude (1974). Elle est (Koechlin et *al.*, 1974). Elle est composée de 3 strates : une strate supérieure avec une futaie de 20-25m de hauteur caractérisée par *Tambourissa* et *Weinmannia* avec des taxa comme Malvaceae, Fabaceae,... une strate moyenne constituée par des arbres de 10-15m de hauteur et composée par des Malvaceae, Myrsinaceae, Rubiaceae,... puis une strate inférieure formée par des plantes herbacées appartenant aux familles des Acanthaceae, Balsaminaceae,

Lamiaceae etc... Les formes de dégradation sont les savoka et les savanes.

Zone écofloristique occidentale de moyenne altitude (800-1800m) : cette zone correspond à la forêt basse sclérophylle du domaine du centre, sur la pente occidentale, appartenant à la série à *Uapaca bojeri* et Sarcolaenaceae (Humbert, 1965) et à la forêt sclérophylle de moyenne altitude (Koechlin et al., 1974). Elle est composée par 2 strates dont la strate supérieure est dominée par *Uapaca bojeri* avec des espèces des familles Sarcolaenaceae, Asteropeiaceae, Anacardiaceae etc... et la strate inférieure caractérisée par des Asteraceae, Poaceae, Ericaceae,... La forme de dégradation est la savane.

Zone écofloristique particulière de Sambirano (0-800m) : c'est une enclave rencontrée dans le Nord-Ouest de Madagascar. Cette zone correspond au domaine de Sambirano à la série à Myristicaceae, Sarcolaenaceae et *Anthostema* (Humbert, 1965). Elle est composée par 3 strates dont la strate supérieure est composée par des grands arbres et arbustes à feuilles larges et coriaces et la strate inférieure par des petits arbustes à feuilles de myrte. La troisième strate est composée par des plantes herbacées. Les espèces caractéristiques de cette strate sont des arbres comme *Sarcolaena modochlamys*, *Leptolaena bernieri*, *Schizolaena viscosa* (Sarcolaenaceae). *Gluta tourtour* (Anacardiaceae), *Adansonia za* (Malvaceae),... Les formes de dégradation sont les savoka et les savanes.

Zone écofloristique méridionale de basse altitude (0-300m) : cette zone correspond au domaine du Sud à la série Didiereaceae et *Euphorbia* (Humbert, 1965), à la végétation xérophile du Sud-Ouest (Koechlin et al., 1974). Ce domaine est occupé par des végétations xérophiles à l'exception des bords de cours d'eau. Les végétaux dominants sont les Didiearaeaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Poaceae,... Les formes de dégradation sont les forêts secondaires et les savanes.

Le domaine du Sud se divise en deux secteurs (Humbert, 1965) : le secteur Mahafaly qui est celui des plantes xérophiles à feuilles réduites ou absentes à cause d'une sécheresse très accusée. Le secteur Antandroy qui borde les Montagnes et jouit d'un peu de pluies. Il est constitué de petits arbres et arbustes.

Zone écofloristique montagnarde (1800-2000m) : cette zone correspond au sylve à lichen du domaine du centre à l'étage montagnarde (Humbert, 1965) et à la forêt dense sclérophylle de montagne (Koechlin et al., 1974). Elle est composée d'une strate de futaie de 10-12m de hauteur. Elle est riche en Asteraceae, Rubiaceae, Ericaceae,...

Zone écofloristique des hautes montagnes (supérieur à 2000m) : cette zone correspond au fourré dense et savane d'altitude du domaine des hautes montagnes (Humbert, 1965), ou fourré de montagne (Koechlin et al., 1974). Elle est composée d'une seule strate

dominée par les Ericaceae, Asteraceae, Poaceae,... Les espèces les plus caractéristiques sont *Dicoryphe viscoïdes*, *Tina isoneura*, *Razafimandimbisonia minor*, *Baronia taratana*. Les formes de dégradations sont provoquées par des incendies.

I.2.2. Faune

La faune de Madagascar présente un niveau d'endémisme plus élevé que la flore. Elle s'étend jusqu'à la superfamille et à la famille pour certains groupes taxinomiques. Madagascar abrite 155 espèces de Mammifères dont 92% sont endémiques, 310 espèces d'Oiseaux dont 58% sont endémiques, 384 espèces de Reptiles dont 95% sont endémiques, 235 espèces d'Amphibiens dont 99% sont endémiques, 164 espèces de Poissons d'eau douce dont 59% sont endémiques et 5800 espèces d'Invertébrées dont 86% sont endémiques (WWF, 2011). Les études les plus importantes concernent les lémuriers, les amphibiens, les papillons, et autres insectes en particulier les fourmis (Vieites, 2009 ; Thalmann, 2007 ; Fisher, 2005).

II. PLANTES AROMATIQUES

II.1. Définition des plantes aromatiques

Les plantes aromatiques (PA) sont des plantes utilisées en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent, et les huiles essentielles que l'on peut en extraire (www.encyclopedia.fr).

Ce sont des végétaux qui contiennent suffisamment de molécules aromatiques dans un ou plusieurs organes producteurs tels que les feuilles, fleurs, tiges, fruits, écorces, racines (Neffati et Sghaier, 2014).

II.2. Plantes aromatiques dans le monde

Le nombre d'espèces végétales existant dans le monde est estimé à 350 000. Environ 5% de ces espèces sont aromatiques, soit 17 500 espèces (Tisserand et al., 2014).

II.3. Plantes aromatiques à Madagascar

Les travaux d'inventaire des plantes de Madagascar réalisés par plusieurs auteurs tels que Boiteau (1974, 1979), Debray et al. (1971), Pernet et Meyer (1957) et Terrac (1947) renferment très peu d'informations sur les espèces aromatiques. La première étude relative au recensement des espèces aromatiques a été menée par Rakotovao et Randrianjohany (1996). Ces auteurs ont répertorié 110 espèces aromatiques se répartissant dans 33 familles. Elles comprennent 58 espèces autochtones dont 86% sont endémiques, et 52 espèces introduites. Ces dernières sont originaires de diverses régions tropicales, 60% proviennent des terres orientales comme l'Inde, la Malaisie, l'Asie tropicale et l'Australie, 20% d'Europe, 9% d'Afrique et 11% d'Amérique du Sud.

III. HUILES ESSENTIELLES

III.1. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges extraits de plantes aromatiques, ou plus précisément un extrait concentré et hydrophobe élaboré par des cellules spécialisées localisées dans les racines, les écorces, les feuilles, les fruits, les graines, les fleurs, les tiges et la peau de fruits (Rakotomalala, 2004 ; Padrini et Lucheroni, 1997). Ce sont des liquides huileux formés par un mélange de composés volatils produits par le métabolisme secondaire des plantes aromatiques (Herman et *al.*, 2019).

III.2. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Suite à la photosynthèse au niveau des chloroplastes, l'énergie produite sous forme de glucides, NADPH et d'ATP contribue au développement de la plante et indirectement à la biosynthèse de multiples métabolites secondaires parmi lesquels figurent les huiles essentielles (Narishetty et Panchagnula, 2004). Ces dernières sont localisées dans le cytoplasme de certaines cellules végétales sécrétrices qui se situent dans un ou plusieurs organes de la plante (Bruneton, 1993).

III.3. Caractéristiques des huiles essentielles

Les composés présents dans les huiles essentielles sont volatils, liposolubles, totalement solubles dans l'alcool et les solvants organiques, mais insolubles dans l'eau. Elles se différencient des autres huiles par leur volatilité, leurs propriétés organoleptiques (aspect, couleur, saveur, odeur), leurs propriétés physiques (densité, indice de réfraction, solubilité dans l'alcool, pouvoir rotatoire), ainsi que leurs propriétés chimiques (composition chimique, indices d'acides, etc.). À la température ambiante, les huiles essentielles se présentent sous forme de liquides incolores ou peu colorés en jaune pâle, vert, rouge ou bleu. Les huiles essentielles sont incolores si la teneur en hydrocarbures est élevée mais elles sont colorées si les produits oxygénés prédominent par rapport aux autres constituants (Rouillier, 1990 ; Pinder, 1960). Leurs densités sont inférieures celle de l'eau sauf pour les huiles essentielles de girofle, de cannelle et de saffran (Mahendra et Kateryna, 2013).

III.4. Rôles biologiques des huiles essentielles

Plusieurs constituants des huiles essentielles ont diverses fonctions écologiques. Ils peuvent agir comme des molécules d'interactions ou comme agents pollinisateurs (Harrewjin et *al.*, 2001) ou comme moyen de défense contre les animaux nuisibles phytophages ou les prédateurs, voir les microorganismes ou les champignons (Rakotomalala, 2004).

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et d'assurer leur protection contre les parasites et les prédateurs (Taleb-Toudert, 2015 ; Houel,

2011). Certaines huiles essentielles ont une action neurotoxique qui inhibe le système enzymatique des insectes, ce qui permet à la plante de se protéger contre les herbivores (Ketho et *al.*, 2008 ; Enan, 2001).

III.5. Composition chimique des huiles essentielles

Les composés qui constituent majoritairement les huiles essentielles sont classés en 2 groupes : les hydrocarbures terpéniques et les composés aromatiques. Les huiles essentielles peuvent contenir plus de 300 composés différents (Sell, 2006). Les facteurs écologiques et biologiques peuvent influencer la composition chimique d'une huile essentielle (Fekih, 2014 ; Vasconcelos et *al.*, 1999). Les huiles essentielles à chémotypes différents présentent non seulement des activités différentes mais également des toxicités très variables (Piochon, 2008).

III.5.1. Les composés terpéniques

Les terpènes sont des hydrocarbures divisés en plusieurs classes en fonction du nombre d'unités pentacarbonées ramifiées qui les composent : monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20), triterpènes (C30), tétraterpènes (C40). Ils dérivent de l'isoprène (C₅H₈) (Figure 1). Les molécules les plus fréquemment rencontrées dans les huiles essentielles sont les mono- et sesquiterpènes. Ils peuvent être oxygénés (alcools, esters, éthers, aldéhyde, cétone, acide) ou non. Les composés oxygénés varient selon les huiles essentielles. Ce sont les composés oxygénés qui donnent le goût et l'odeur des huiles essentielles (Samate, 2002).

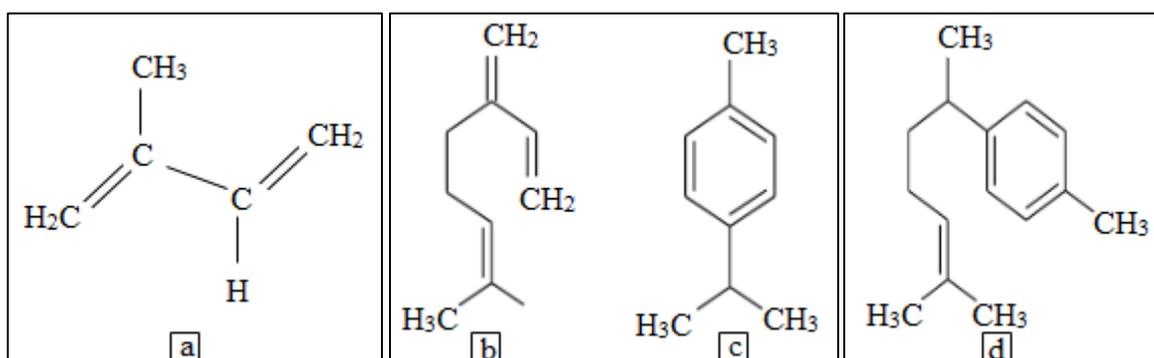


Figure 1 : Structure chimique de l'isoprène (a), exemple de monoterpène (b) acyclique à gauche (myrcène) et d'un monoterpène cyclique à droite (p-cimène) et structure générale d'un sesquiterpènes (c)

III.5.2. Les composés aromatiques

Les composés aromatiques sont moins abondants que les terpènes dans les huiles essentielles. Ils sont caractéristiques de certaines essences comme celles du girofle, de la muscade, de la cannelle (eugénol, myristicine, asarone) (Djibo, 2000). Ils sont des dérivées de phénylpropane C₆-C₃ (Figure 2).

D'autres composés peuvent se retrouver dans certaines huiles essentielles. Ils sont acycliques, non terpéniques et de poids moléculaire faible (aldéhyde, alcools, cétones, etc.). Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras et de terpènes (Mebarka, 2010).

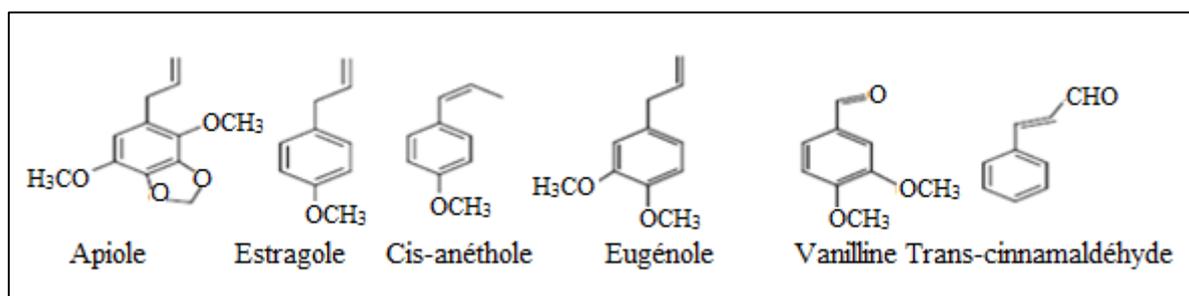


Figure 2 : Exemples de structures de composés dérivés du phénylpropane

III.5.3. Propriétés biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés organiques. Elles sont douées de nombreuses propriétés biologiques attribuables à ces constituants. L'activité antibactérienne a été largement étudiée pour beaucoup d'huiles essentielles. Les autres propriétés sont principalement antifongique, antivirale, anticancéreuse, antioxydante et anti-inflammatoire (Léon-Méndez et al., 2019). De nombreux travaux ont également mis en évidence les potentiels insecticides, insectifuges et acaricides des huiles essentielles (Pinto et al., 2016 ; Kanko et al., 2017 ; Asmae et al., 2018 ; Tia et al., 2019).

III.6. Utilisations des huiles essentielles

La recherche scientifique moderne a démontré que l'huile essentielle est potentiellement active avec des propriétés médicinales remarquables (Worwood, 1991). La gamme d'applications est vaste. Elles sont utilisées dans le secteur médical comme l'industrie pharmaceutique, l'allopathie, la phytothérapie, l'homéopathie et l'aromathérapie. Elles sont employées en cosmétique et en parfumerie, dans le secteur chimique comme détergents, colorants, vernis, feux d'artifice. Elles sont employées aussi dans le secteur agroalimentaire surtout les produits peu transformés tels que plantes à infusion, épices et aromates secs etc. (Lubbe et Verpoorte, 2011 ; Schippmann et al., 2006).

III.7. Situation économique des huiles essentielles dans le monde

Les huiles essentielles sont des matières premières importantes pour la parfumerie, la cosmétique et l'industrie des arômes. Dans l'industrie pharmaceutique, ces substances volatiles sont utilisées comme sources de substances actives pour l'aromatization de divers produits (Moretti et al., 2002). Les pays comme l'Europe de l'Ouest, les États-Unis et le Canada détiennent 35 milliards d'euros du marché mondial des huiles essentielles. Les 49% sont

importées et les 65% sont exportées vers l'Europe de l'Ouest et seulement 15% en exportation vers les Etats-Unis et Canada (USAID, 2008).

III.8. Situation économique de la filière huile essentielle à Madagascar

Madagascar dispose d'un potentiel particulièrement riche en produits aromatiques. Plus de 30 types des huiles essentielles sont mis en vente sur le marché aussi bien national qu'international (Razafimahay, 2012). Les 95% soit 44 000 tonnes de la production ont été exportées en 2017. L'exportation des huiles essentielles de girofle atteint 70% et assure le besoin mondial. La production annuelle d'Ylang-ylang est estimée à 25t/an dont 25% sont vendus sur le marché international. Le pays est reconnu pour les autres huiles essentielles comme le géranium, l'hélichryse, le néaouli, le vétiver, le patchouli, le saro, le gingembre. Les pays principaux clients sont : Indonésie (20%), France (17%), Inde (15%), Suisse (15%), Italie (8%), Chine (7%), Espagne (6%), Etats-Unis (4%), Allemagne (4%), Autres (6%). L'exportation des huiles essentielles constitue une source importante de devises pour Madagascar et de revenus supplémentaires pour les producteurs agricoles qui se lancent dans la filière huiles essentielles (EDBM, 2018).

III.9. Extraction des huiles essentielles

L'extraction concerne soit la plante entière, soit une partie de la plante. La composition chimique est spécifique d'un organe. Les techniques utilisées pour obtenir les HE peuvent être groupées en deux catégories : les techniques dites traditionnelles et les techniques dites modernes.

III.9.1. Techniques traditionnelles

III.9.1.1. Hydrodistillation

C'est la méthode la plus ancienne. Le matériel végétal à extraire est mélangé avec de l'eau puis porté à ébullition en chauffant par le bas en vue d'une distillation. Les poches à essences, soumises à l'action de l'humidité et de la chaleur, éclatent. Les vapeurs d'eau entraînent avec elles l'essence. Entraîné vers le système de refroidissement, le mélange d'eau et d'essence se condense. À la sortie du condenseur, il y a séparation des deux liquides par différence de densité (Cazzola et Doublet, 2015).

III.9.1.2. Entraînement à la vapeur

Cette méthode est de loin la plus utilisée en milieu industriel car le matériel d'extraction est relativement moins onéreux que celui utilisé dans les autres techniques. Le végétal est supporté dans l'alambic par une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée, mais pas avec l'eau bouillante. Les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui sera transportée vers le

condenseur. Un essencier ou vase florentin recueille les deux liquides constitués par l'eau et l'huile essentielle. Les composés volatils se dissolvant difficilement dans l'eau, ainsi, l'huile essentielle dont la densité est souvent inférieure à celle de l'eau, est séparée par décantation du Distillat après refroidissement (Samate, 2002).

III.9.1.3. Hydrodiffusion

Cette technique consiste à introduire du haut la vapeur d'eau sous pression pour passer à travers la matière végétale dans l'alambic. Celle-ci a pour rôle d'accélérer la sortie des produits aromatiques avec un effet différent de l'hydrodistillation c'est-à-dire sans risque de brûler la plante. Les produits à traiter seront mis dans un panier perforé. Actuellement, les usines d'extraction combinent cette technique avec l'entraînement à la vapeur et l'hydrodistillation pour améliorer le rendement et la qualité des huiles essentielles (Randriamiharisoa, 1995).

III.9.2. Techniques modernes

III.9.2.1. Extraction par solvant

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence faible ou pour les essences que l'on ne peut pas extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les composants des huiles essentielles. Dans ce procédé, un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé concrète. La concrète est ensuite traitée par l'alcool absolu et conduit à l'absolue. Les solvants les plus utilisés sont les hydrocarbures aliphatiques : l'éther de pétrole, l'hexane, le propane ou le butane liquide et l'éthanol. L'extraction par les solvants présente des contraintes, l'une des plus grands inconvénients est la toxicité des solvants et leur présence sous forme de traces résiduelles dans l'extrait final qui impose une purification ultérieure (Samate, 2002).

III.9.2.2. Extraction par micro-ondes

Les applications du chauffage par microonde sont très répandues, non seulement dans le domaine de l'agro-alimentaire, mais aussi pour l'élaboration de matériaux avancés comme les composites, pour la stérilisation, pour la synthèse chimique et dans les procédés d'extraction. L'efficacité des micro-ondes repose sur le fait que la production de chaleur se développe toujours à l'intérieur de la matière qui absorbe l'énergie électromagnétique fournie par ces micro-ondes. Par ailleurs, la bande de fréquence d'absorption de l'eau correspond à celle des micro-ondes. L'air environnant les produits n'absorbant pas cette énergie, reste alors toujours froide et tend à refroidir même la surface extérieure de la matière par convection naturelle. L'extraction par micro-ondes réduit le temps d'extraction (Mebarka, 2010).

IV. CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode d'analyse physico-chimique qui consiste à séparer les constituants d'un mélange homogène grâce au partage (distribution) sélectif de ces composés (solutés ou constituants) entre deux phases : la phase mobile constituée par un gaz (d'où l'appellation chromatographie en phase gazeuse) et la phase stationnaire formée par un film liquide fixé sur un solide inerte.

La chromatographie en phase gazeuse est une technique d'analyse courante caractérisée par sa grande sensibilité. Les molécules à analyser doivent être à l'état gazeux, ce qui implique que l'opération chromatographique en CPG est réalisée à une température compatible avec cet état sans provoquer leur destruction. Etant des produits qui se volatilisent sous l'effet de la température, les HE sont analysables par la technique de chromatographie en phase gazeuse.

V. IMPORTANCE DES HUILES ESSENTIELLES OU PLANTES AROMATIQUES EN MÉDECINE TRADITIONNELLE À MADAGASCAR

Depuis plusieurs siècles, les malgaches utilisent les plantes médicinales dans leur quotidien. Et même actuellement, les plantes médicinales ou «*raok'andro*» sont toujours consommées par toutes les couches de la population, aussi bien rurales qu'urbaines. Avant l'arrivée des colons à Madagascar, les plantes médicinales étaient principalement utilisées par les tradipraticiens et les guérisseurs, pour soigner les membres de leurs communautés d'appartenance. D'après Michat (2006), la médecine malgache associait l'utilisation des plantes, la religion, la magie et la thérapeutique pendant cette époque. Elle s'appuie beaucoup sur l'expérience vécue et les connaissances et pratiques ancestrales, parfois inexplicables, transmises de génération en génération. Elle avait un rôle social important. En effet, c'est elle qui permettait de guérir l'individu, la maladie étant parfois assimilée à l'œuvre du démon et des mauvais esprits, ou la conséquence d'un acte quelconque.

VI. PRÉSENTATION DES ESPÈCES AROMATIQUES ÉTUDIÉES

Trois espèces appartenant au genre *Helichrysum* (Asteraceae) ont été étudiées sur les plans chimique et biologique. Ce sont *H. bracteiferum*, *H. benthamii* et *H. manopappoides*. Ces espèces ont été choisies pour les 3 raisons suivantes : appartenance à un genre voire une famille aromatiques, endémicité et peu ou pas d'études chimique et biologique antérieures.

VI.1. Genre *Helichrysum*

Dans le monde, *Helichrysum* compte plus de 400 espèces dont 112 espèces sont trouvés dans la flore de Madagascar (Ratsimandresy, 2019).

Selon Humbert en 1962, ce genre a pour classification :

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : *Helichrysum*

VI.2. Description botanique des espèces étudiées

VI.2.1. *Helichrysum bracteiferum* (DC.) Humbert

C'est un arbuste de 1 à 3m de hauteur (Photo 1), à rameaux ultimes couverts d'un tomentum brun-fauve dense, formé de petits poils crépus très fins. Feuilles sessiles atténuées à la base, obtuses ou subaiguës, petites de 20-30 x 4-5mm, progressivement réduites sous et dans les corymbes, tomenteuses sur les deux faces, à tomentum grisâtre, pâle, en dessus, brun-fauve et plus dense en dessous, trinerves dès la base, les 3 nervures principales saillantes sous le tomentum à la face inférieure, les autres indistinctes. Les fleurs sont aux nombres de 2-3, toutes femelles (Humbert, 1962).

Cette espèce est connue sous le nom de Rambiazina, Rambiazina lahy et Ahipotsy. Elle est répartie dans les Régions Analamanga, Vakinankaratra, Itasy, Diana, Vatovavy-Fitovinany, Sofia, Alaotra-Mangoro et Anosy. La plante est développée après abandon de la culture (jachère) et dans la formation savanicoles.

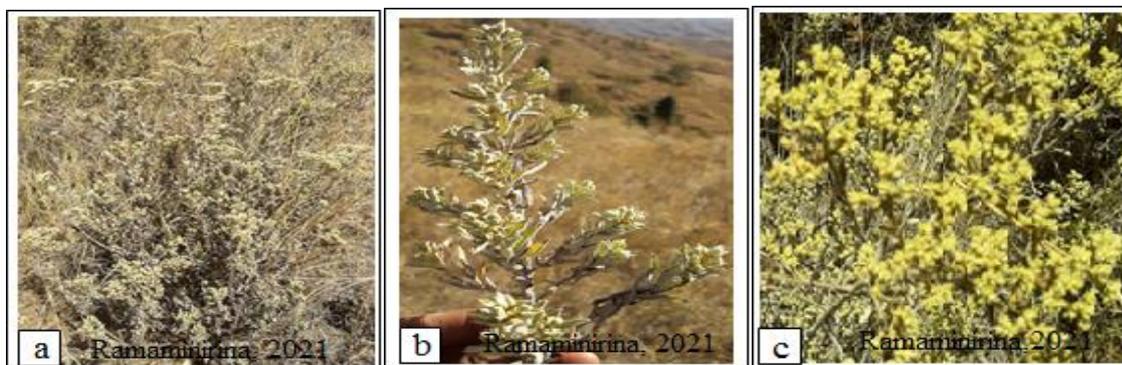


Photo 1 : *Helichrysum bracteiferum* : adulte (a), rameau feuillé (b) et fleur jaune (c)

VI.2.2. *Helichrysum benthamii* R. Vig. & Humbert

C'est un arbrisseau éricoïde à port élancé de 8-12dm en sous-bois (Photo 2), ou plante suffrutescente éricoïde très rameuse en touffes basses et compactes de 2-4dm dans les lieux découverts (crêtes rocheuses, prairie secondaire), à rameaux grêles, tomenteux. Feuilles plus ou moins appliquées, étroitement deltoïdes, aiguës de 3-8mm long, 0,5-1mm de larges à la base, 1-3 nerves, carénées par la nervure dorsale très forte, opprimées, très rapprochées jusqu'aux capitules, pourvues de quelques d'un tomentum grisâtre très dense à la face supérieure (interne),

lâche à la face inférieure (externe), entremêlé avec celui des rameaux. Les fleurs sont au nombre de 10-20 dont plusieurs femelles (Humbert, 1962).

Cette espèce est localement connue sous les noms de Rambiazina, Tsimonomonona, Monomona, Omondromondro et Sava. Elle est rencontrée dans les Régions Analamanga, Vakinankaratra, Itasy, Diana, Ihorombe, Haute Matsiatra, Amoron'i Mania et Anosy. La plante vit dans la forêt basse sclérophylle ou sylvie à lichens.



Photo 2 : *Helichrysum benthamii* : adulte (a) et rameau feuillé (b)

VI.2.3. *Helichrysum manopappoides* Humbert

C'est une plante suffrutescente de 8-12dm rameuse, à rameaux et feuilles recouverts d'un tomentum blanc aranéeux. Feuilles petites membraneuses, sessiles, étroitement linéaires révoltés de 10-35 x 0,5-5mm, obtusiciscules, étalées à la base puis redressées, arquées et couvertes de même tomentum sur les deux faces. Elles sont très rapprochées sur les rameaux stériles qu'elles masquent presque entièrement, un peu espacés et dressées sur les rameaux florifères (Photo 3 b). Les fleurs sont environ de 20, toutes femelles (Photo 3 c) (Humbert, 1962).

Cette espèce est connue sous les noms vernaculaires Rambiazina, Tsatsamaitra, Kelimandrà, Belohakely. On la rencontre principalement dans les Régions Vakinankaratra, Itasy et Amoron'i Mania. La plante se multiplie dans la formation savanicole.



Photo 3 : *Helichrysum manopappoides* : adulte (a), rameau feuillé (b) et fleurs (c)

VI.3. Utilisations en médecine traditionnelle

Les utilisations en médecine traditionnelle des espèces étudiées sont diverses. *H. benthamii* et *H. bracteiferum* sont utilisées comme antibiotique et désinfectante. Elles sont employées pour traiter la toux, la syphilis, les blessures et les plaies (Razafimahatratra, 2018 ; Safidiniaina, 2018 ; Rakotonandrasana, 2013 ; Boiteau et *al.*, 1999 ; Boiteau, 1978, 1986 ; Randriamahefa et *al.*, 1979). *H. benthamii* est particulièrement utilisée comme antivénéérienne. En outre, elle est préconisée contre l'albuminurie, l'analgésique, les cystites, la blennorragie, le diabète et la maladie de moelle épinière. *H. bracteiferum* est utilisée comme stimulant aromatique et en aromathérapie. Elle est indiquée contre la fatigue, les maux de ventre, les maux de dents et les vers intestinaux (Safidiniaina, 2018 ; Boiteau et *al.*, 1999 ; Boiteau, 1986 ; Randriamahefa et *al.*, 1979 ; Debray et *al.*, 1971). Aucune utilisation n'est enregistrée pour *H. manopappoides*.

VII. PRÉSENTATION DE *Sitophilus zeamais*

L'insecte *Sitophilus zeamais* Motschulsky, connu sous le nom vernaculaire de Fozoka, a été utilisé pour évaluer l'activité insecticide des HE. *S. zeamais* est un insecte ravageur des céréales stockées (Photo 4). Il attaque non seulement le maïs, mais également d'autres céréales comme le blé, riz, sorgho, etc., ainsi que les produits dérivés de farine et certaines denrées stockées comme les crossettes de manioc (BioNET-EAFRINET, 2013).



Photo 4 : *Sitophilus zeamais* adulte

La classification de *S. zeamais* selon Motschulsky (1855) est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Curculionidae

Genre : *Sitophilus*

Espèce : *zeamais*

La présentation des matériels et méthodes mis en œuvre dans cette étude fait l'objet du chapitre qui suit.

Chapitre II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les matériels et méthodes sont des outils indispensables pour obtenir les résultats de recherche. Ils ont été choisis en fonction des objectifs à atteindre et de leur disponibilité dans le laboratoire où l'expérience a été menée. Les méthodologies appliquées pour le recensement des espèces aromatiques et l'étude chimique et biologique des huiles essentielles sont décrites successivement dans le présent chapitre.

I. RECENSEMENT ET IDENTIFICATION DES ESPÈCES AROMATIQUES

I.1. Matériels

Le recensement des espèces aromatiques est rendue possible grâce à d'intenses travaux de documentation. Outre le matériel informatique, plusieurs sortes de documents ont été recherchées pour obtenir les informations nécessaires. Pendant la collecte des données, 232 publications scientifiques parues entre 1959 et 2021 ont été consultées. Elles sont réparties en 17 ouvrages, 74 articles, 140 thèses et mémoires et 1 rapport. La documentation a été obtenue au CNARP ou via Internet.

I.2. Méthodes

I.2.1. Elaboration d'une base de données

Pendant l'élaboration d'une base de données sur les espèces aromatiques de Madagascar, la recherche de familles des plantes aromatiques (PA) dans le monde a été faite en premier lieu afin de présélectionner les familles aromatiques mondiales et celles de Madagascar. Elle a été suivie de l'identification des espèces aromatiques et la documentation sur la biologie, l'écologie, les utilisations traditionnelles et les constituants chimiques.

I.2.1.1. Recherche de familles de plantes aromatiques dans le monde

Des recherches bibliographiques et webographiques sont effectuées pour connaître les familles des plantes aromatiques dans le monde. Elle consiste à regrouper tous les documents et les données concernant principalement les plantes aromatiques et les huiles essentielles. L'article de Raut et Karuppaiyil (2014) sur les propriétés médicinales des huiles essentielles est la référence de départ. Toutes les familles aromatiques dans le monde ont été notées.

I.2.1.2. Pré sélection des familles aromatiques

La superposition de la liste des familles aromatiques mondiales avec celle de Madagascar permet d'obtenir une pré-liste des familles aromatiques de l'île. En outre, les évaluations des végétaux aromatiques au sein des flores autochtones et introduites à Madagascar faites par Decary en 1955, Perrier De La Bathie en 1923 et Gattefosse en 1921 facilitent la sélection des familles aromatiques.

I.2.1.3. Identification et vérification

Pour chaque famille identifiée, deux méthodes d'identification des espèces sont appliquées. Chaque espèce de la pré liste fait l'objet d'une recherche dans «googlescholar» en tapant le nom de l'espèce suivi de «essential oil components», par exemple «*Helichrysum gymnocephalum* essential oil components pdf». La documentation dans la flore de Madagascar est effectuée si l'espèce y est décrite.

I.2.1.4. Documentation sur la biologie et l'écologie

Les informations sur la biologie et l'écologie de chaque espèce ont été documentées dans «Catalogue of the plants from Madagascar» et «Red List IUCN» (www.uicn.org). Les régions qui ont plus de 40 espèces sont considérées comme des régions très riches en statut de conservation. Ainsi pour chaque espèce, ont été notées les :

- Nom de la famille botanique ;
- Nom scientifique de l'espèce ;
- Nom (s) vernaculaire(s) cité(s) dans la publication ;
- Distributions phytogéographiques de la plante ;
- Forme biologique de l'espèce :
 - Arbre (A) : Végétaux ligneux d'au moins 7m de hauteur (Ramade, 2008) ;
 - Arbuste (a) : Végétaux ligneux dont la taille est inférieure à 7m (Ramade, 2008) ;
 - Liane (L) : Végétaux ligneux grimpant (Ramade, 2008) ;
 - Herbe (H) : Végétaux non ligneux (dictionnaire.reverso.net) ;
- Références bibliographiques du document où l'on a collecté ces données ;
- Statut de conservation : CR, DD, EN, LC, NE, NT, VU ;
- Endémicité : autochtone endémique, autochtone non endémique, introduite ;
- Répartition bioclimatique : sec, humide, subhumide, subaride, montagne

I.2.1.5. Documentation sur les utilisations traditionnelles

Les utilisations traditionnelles de chaque espèce aromatique identifiée sont tirées de la base de données de plantes médicinales du CNARP (Rafidison et *al* 2019). Les informations suivantes ont été enregistrées :

- Maladies soignées avec la (les) plante(s) ;
- Différentes façons de préparer les remèdes y afférents ;
- Manières dont les informateurs utilisent les remèdes issus des préparations ou les modes d'emploi ;
- Les parties utilisées

I.2.1.6. Documentation sur les constituants chimiques

Les constituants chimiques des huiles essentielles des espèces aromatiques identifiées sont consultés dans les mémoires et les articles publiés dans le site d'internet (googles scolaires, thèses malgaches en ligne). Les informations suivantes ont été notées pour chaque publication :

- Etat de connaissance : «prouvé» pour les espèces dont l'huile essentielle a déjà fait l'objet d'études chimique et/ou biologique et «non prouvé» dans le cas contraire.
- Organe(s) contenant l'huile essentielle : feuilles, tiges, écorces, racines, fleurs, fruits, graines ;
- Les familles chimiques majoritaires et les 3 premiers constituants majeurs

I.2.2. Analyse des données

I.2.2.1. Richesse des plantes aromatiques

Le dénombrement de la richesse des plantes aromatiques de Madagascar, leurs distributions phytogéographiques, les taxa (familles et genres) les plus diversifiés et leurs formes biologiques sont évalués à partir des fonctions statistiques de Microsoft office Excel.

I.2.2.2. Fréquence de citation

Les espèces les plus utilisées sont déterminées en calculant leur fréquence de citation. C'est le pourcentage du nombre d'informateurs citant l'espèce, par rapport au nombre total d'espèces connues. La fréquence de citation (FC) est calculée selon la formule de Molares et Ladio (2012) :

$$FC\% = (NIE/NE) * 100$$

Avec FC% : Fréquence de citation, NIE : Nombre d'informateur citant l'espèce et NE : Nombre total des informateurs.

I.2.2.3. Niveau de fidélité

Le calcul du niveau de fidélité (FL) permet d'identifier les espèces aromatiques les plus importantes pour traiter une maladie donnée. C'est le pourcentage du nombre d'informateurs qui citent l'espèce pour une maladie sur le nombre total d'informateurs citant l'espèce pour n'importe quelle maladie (Friedman et *al.*, 1986).

$$FL\% = (Np/Nu) * 100$$

Avec FL% : Niveau de fidélité, Np : Nombre d'informateurs qui citent l'espèce pour une maladie donnée et Nu : Nombre total d'informateurs citant la plante pour n'importe quelle maladie.

Durant les analyses et les interprétations des résultats, seuls NP et NU supérieurs à 3 et FL supérieur à 50% sont considérés.

I.2.3. Traitement des données

I.2.3.1. Analyse factorielle de correspondance

L'Analyse Factorielle de Correspondance ou AFC est une méthode d'analyse des données lorsque les variables à étudier sont de nature qualitative ou à la fois qualitative et quantitative (Benzécri, 1985). Elle repose sur l'étude de la liaison (Khi-deux) entre les deux variables. Cette analyse permet de connaître la relation entre «les régions et l'endémicité des plantes aromatiques», «les bioclimats et les plantes aromatiques», «l'endémicité et les bioclimats», «les parties aromatiques et les utilisations en médecines traditionnelles», «les parties aromatiques et les constituants majoritaires», «les constituants et les familles botaniques», «les familles botaniques et les parties utilisées» et «les familles botaniques et les maladies». Le logiciel XLSTAT 2018 a été utilisé.

Les deux variables qualitatives V1 et V2 sont recodés en deux tableaux disjonctifs Z1 et Z2. Pour chaque modalité de la variable Vj, une colonne est créée dans Zj (Tableau 1). A chaque fois qu'une modalité n de la variable Vj correspond à un individu, on affecte 1 à X1(i,n). Les autres valeurs de Z1 et Z2 sont nulles.

Tableau 1 : Tableau de contingence

		Z1					
		Modalité 1	.....	Modalité j	.....	Modalité n2	Total
Z2	Modalité 1	n(1,1)	.....	n(1,j)	.....	n(1,n)	n1
	
	Modalité i	n(i,1)	.....	n(i,j)	.....	n(i,n)	ni
	
	Modalité n1	n(n,1)	.....	n(n,j)	.....	n(n,n)	nn
Total		n1		nj		nn	N

$n(i,j)$: fréquence des observations présentant à la fois la caractéristique i pour la variable V1, et la caractéristique j pour la variable V2.

II. ÉTUDE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE D'HUILES ESSENTIELLES

II.1. Matériels

Les matériels pour l'étude chimique et biologique des huiles essentielles peuvent être classés en matériels biologiques et matériels non biologiques.

II.1.1 Matériels biologiques

Les matériels biologiques sont constitués par 3 espèces végétales et une espèce animale.

II.1.1.1. Matériels végétaux

Les rameaux feuillés d'*Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* ont été récoltées au mois d'Octobre 2021 dans la Commune rurale Manalalondo, District d'Arivonimamo, Région Itasy (Photo 5). Ils ont été extraits à l'état frais et découpés en petits morceaux avant leur traitement dans les extracteurs.



Photo 5 : Récolte d'*H. bracteiferum*

II.1.1.2. Matériel animal

Des adultes âgés de 14 jours de *Sitophilus zeamais* ont été utilisés lors de l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles. Ils proviennent du Laboratoire du FOFIFA à Tsivatrnikamo, Antsirabe.

II.1.2. Matériels non biologiques

Dans ce paragraphe figurent les matériels d'extraction et d'analyse des huiles essentielles.

II.1.2.1. Extracteur semi-pilote

L'extracteur semi-pilote se trouve au Laboratoire d'Extraction du Centre National de Recherches Pharmaceutiques et représenté dans la figure 3 et par la photo 6. La source d'énergie est le feu de bois. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse le matériel végétal placé au-dessus de la grille dans l'alambic. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel végétal, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange «eau + huile essentielle». Le mélange est ensuite véhiculé vers le col de cygne, le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique constituée par «l'huile essentielle». Ces phases sont décantées dans une ampoule à décanter pour éliminer l'eau.

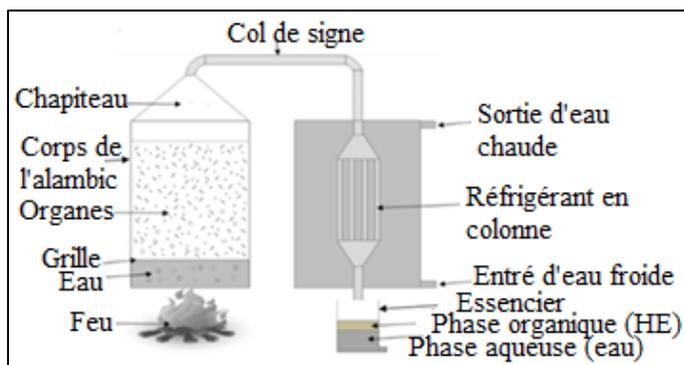


Figure 3 : Schéma de l'entraînement à la vapeur

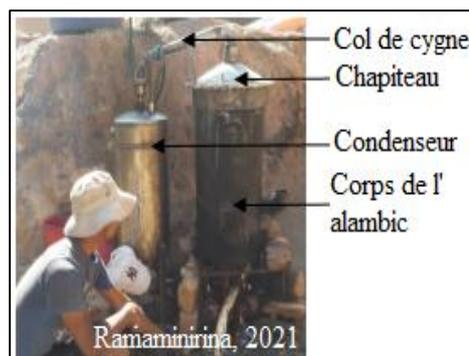


Photo 6 : Alambic sur l'extraction des huiles essentielles

II.1.2.2. Extracteur à l'échelle laboratoire

Le Laboratoire de Valorisation des Ressources Végétales et Animales (LVRVA) mis à la disposition de l'IES-AV par le FOFIFA à Antsirabe est doté d'un extracteur à l'échelle laboratoire qui permet de conduire l'extraction des plantes aromatiques ou la purification des huiles essentielles (Photo 7).

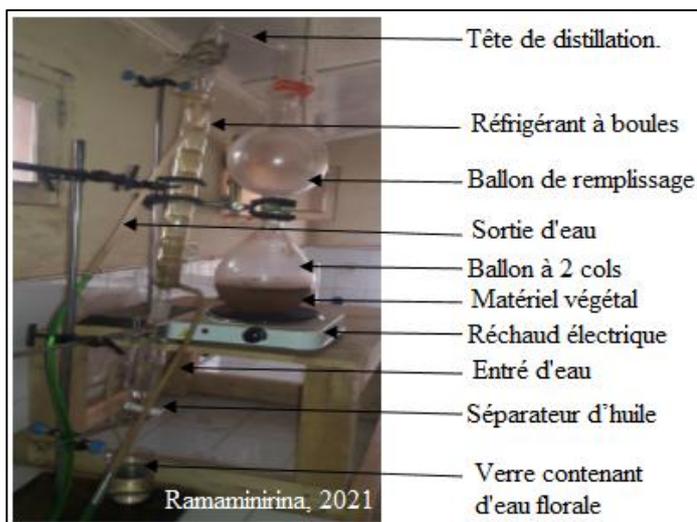


Photo 7 : Extracteur à l'échelle laboratoire

L'appareil est constitué d'un ballon à 2 cols de 2 litres surmonté d'un ballon de remplissage de 2 litres. Le matériel végétal peut fonctionner en mode hydrodistillation ou entraînement à la vapeur selon que le matériel végétal est introduit dans le ballon à 2 cols ou dans le ballon de remplissage. L'eau de distillation étant toujours introduit dans le ballon à 2 cols dans les 2 cas. La source d'énergie est un réchaud électrique. Les vapeurs d'eau formées sous l'action du chauffage forment un mélange azéotrope avec les vapeurs d'huiles essentielles extraites du matériel végétal. Ce mélange arrive dans le réfrigérant par

l'intermédiaire de la tête de distillation. Le séparateur d'huile placé à la sortie du réfrigérant est destiné à recueillir l'huile essentielle séparée de l'eau de distillation par différence de densité.

II.1.2.3. Chromatographe en phase gazeuse

Les analyses en chromatographie en phase gazeuse ont été réalisées au Laboratoire de Contrôle des Pesticides (LCP) à Nanisana, Antananarivo sur un appareil de Marque SHIMADZU CG-14 A. Il est équipé d'une colonne capillaire renfermant une phase stationnaire apolaire du type BP5 (5% de phényle et 95% de diméthylepolysiloxane, 30m, 0,32mm, 0,5µm) et d'un détecteur à ionisation de flamme. Le gaz vecteur est constitué par l'azote U.

II.2. Méthodes

II.2.1. Extraction par entraînement à la vapeur

La première méthode utilisée pour obtenir les huiles essentielles dans cette étude est l'entraînement à la vapeur au moyen de l'extracteur semi-pilote. Dix kilogrammes des rameaux feuillés d'*H. bracteiferum* et *H. benthamii* sont traités séparément. L'extraction a duré 2h. L'huile essentielle est recueillie dans un flacon préalablement taré.

II.2.2. Extraction par hydrodistillation

La méthode d'extraction par hydrodistillation est appliquée pour purifier les huiles essentielles d'*H. bracteiferum* et *H. benthamii* obtenues précédemment par le biais de l'extracteur à l'échelle laboratoire. L'huile essentielle est introduite dans le ballon à 2 cols contenant 500mL d'eau distillée. Le tout est chauffé à ébullition pendant 2h. L'huile essentielle purifiée est récupérée dans un flacon préalablement taré.

La même méthode et le même appareil ont été utilisés pour extraire les rameaux feuillés d'*H. manopappoides*. Environ 2kg (10 x 200g) du matériel végétal préalablement découpé en petits morceaux sont introduits dans le ballon à 2 cols contenant de 1300mL d'eau distillée. La durée de l'extraction est de 2h. L'huile essentielle purifiée est récupérée dans un flacon préalablement taré.

II.2.3. Détermination du rendement en huile essentielle

La première quantification est celle du rendement en huile essentielle obtenue par les techniques d' d'extraction par entraînement à la vapeur et hydrodistillation. Ce rendement (R) est calculé à partir du poids de l'huile essentielle obtenue et le poids du matériel végétal traité (p/p). Il est donné par la formule suivante :

$$R\% = \alpha / \beta \times 100$$

Avec R% : rendement en huile essentielle, α : masse de l'huile essentielle obtenue (g) et β : masse du matériel végétal traité (g).

II.2.4. Analyse par chromatographie en phase gazeuse

Les huiles essentielles obtenues sont analysées par CPG afin de connaître le profil chimique, notamment en ce qui concerne les constituants majoritaires. La température du four est initialement maintenue à 60°C pendant 4,5mn avant de monter jusqu'à 230°C à raison de 3°C par minute. Les températures du détecteur et de l'injecteur sont maintenues constantes à 280°C et 260°C, respectivement. Le gaz vecteur est délivré avec un débit de 3ml/mn. Une solution dans l'hexane de volume 1µL de l'échantillon à analyser est injectée dans l'appareil au niveau de l'injecteur.

Les teneurs en chacun des constituants ont été déterminées à partir des pourcentages d'aires. L'identification des pics a été réalisée par comparaison des temps de rétention trouvés, d'une part avec ceux observés sur le chromatogramme d'une huile essentielle déjà connue dans le laboratoire d'analyse comme l'huile essentielle d'*H. gymnocephalum* (Asteraceae), et d'autre part avec ceux publiés dans la littérature pour l'huile essentielle étudiée.

II.2.5. Test insecticide par fumigation

L'activité insecticide des huiles essentielles d'*H.benthamii* et *H. bracteiferum* a été évaluée sur les adultes de *Sitophilus zeamais*. L'huile essentielle d'*H. manopappoides* n'a pu être testée faute de quantité suffisante. Les insectes ont été mis en élevage sur des grains de maïs dans des boîtes en plastique de capacité 3 litres, transparentes et maillées. L'ensemble est placé dans une étuve dont la température est de 25°C. Vingt (20) adultes de *S. zeamais* ont été placés dans des bocaux en verre de 250mL contenant des grains de maïs pesant 200g. Les huiles essentielles ont été appliquées sur du papier filtre mesurant 3 x 3cm qui est attaché à la partie inférieure du couvercle du bocal. Le bocal a été bien fermé pour éviter la fuite des huiles essentielles. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque concentration. Les lots témoins sont constitués de bocaux contenant le même nombre d'insectes et la même quantité de grains de maïs, mais sans huiles essentielles.

Les volumes des huiles essentielles utilisés pour les tests sont 20, 40, 60 et 80µL, ce qui correspond à des concentrations équivalentes à 80, 160, 240 et 320µL/L d'air dans les bocaux, respectivement. Les comptages des insectes vivants et morts sont faits après 24h, 48h et 72h d'exposition. Toutes les données collectées ont été soumises à des traitements statistiques avec le logiciel R 386 3.0.0 pour les analyses de variances (ANOVA) au seuil de significativité de 5%. Le test de la différence vraiment significative (HSD) de Tukey a été utilisé pour la ségrégation des moyennes en cas de différence significative au seuil de 5%. La régression du logarithme de la dose en fonction des probits des mortalités a permis de déterminer les concentrations en huiles essentielles causant 50% de mortalité (CL₅₀).

Chapitre.III. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les résultats obtenus se rapportent aux travaux de recensement des plantes aromatiques par le biais d'intenses travaux de recherches bibliographiques et webographiques, et à la détermination du profil chimique ainsi que l'évaluation du pouvoir insecticide des huiles essentielles d'*Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* par des analyses chimique et biologique appropriées.

I. TAXONOMIE DES PLANTES AROMATIQUES DE MADAGASCAR

I.1. Richesse en plantes aromatiques

Au total, 650 espèces réparties dans 231 genres et 68 familles sont des plantes aromatiques recensées à Madagascar (Tableau 2). Les dicotylédones sont les plus riches en espèces. Elles sont réparties en 596 espèces, 207 genres et 59 familles. Puis suivent les monocotylédones qui sont représentés par 44 espèces distribuées dans 19 genres et 07 familles. Les Gymnospermes constituent le groupe le plus pauvre en espèces aromatiques avec seulement 10 espèces distribuées dans 05 genres et 02 familles. À l'exception de *Nelumbo nucifera* qui est une espèce aquatique, toutes les autres espèces correspondent à des plantes terrestres. La liste globale de ces espèces avec leur statut de conservation, leur état de connaissance, ainsi que leur endémicité est reportée dans l'Annexe 1 du présent document. Parmi les 650 espèces, 357 espèces (54,52%) ont déjà fait l'objet de publications concernant leurs constituants volatiles.

Tableau 2 : Répartition des plantes aromatiques de Madagascar dans les grands groupes des végétaux

TAXA GROUPES	ESPÈCES	GENRES	FAMILLES
Dicotylédones	596	207	59
Monocotylédones	44	19	07
Gymnospermes	10	05	02
Total	650	231	68

I.2. Familles plus diversifiées

Les plantes aromatiques recensées appartiennent à 68 familles botaniques. Les 20 premières familles plus représentées sont rassemblées dans la figure 4. Les Asteraceae sont les plus riches en espèces aromatiques avec 171 espèces (26,31%), suivies par les Rutaceae avec 92 espèces (14,15%), Lauraceae avec 62 espèces (9,54%). Les Lamiaceae, Myrtaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae totalisent 130 espèces (20%).

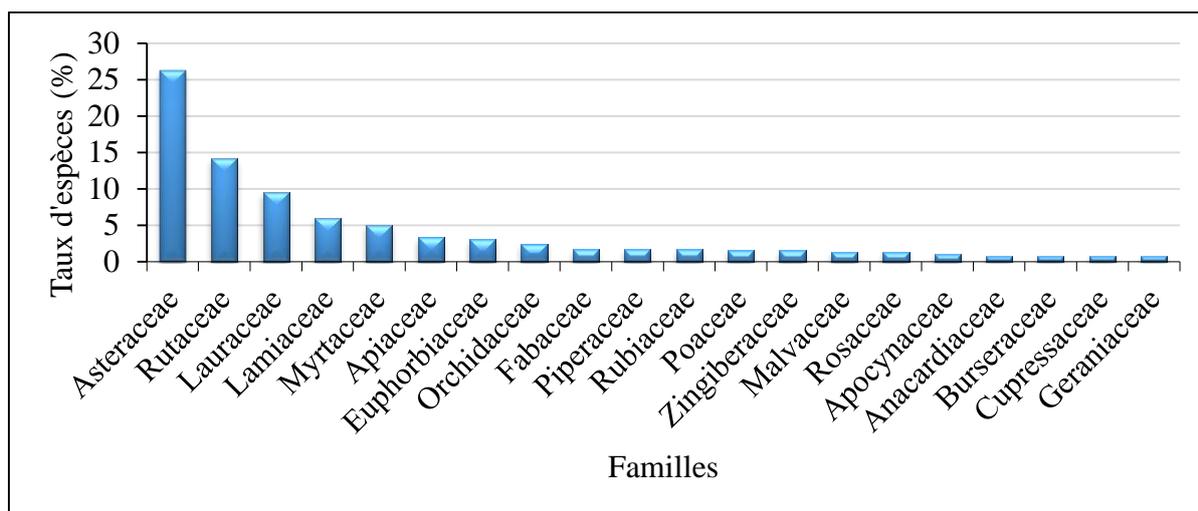


Figure 4 : Histogramme des 20 premières familles diversifiées en plantes aromatiques

I.3. Genres plus diversifiés

L’histogramme des 20 premiers genres les plus riches en espèces aromatiques est présenté dans la figure 5. Il montre que parmi les 231 genres répertoriés, *Helichrysum* est le plus riche avec 109 espèces (16,77%). Puis viennent *Cryptocarya* avec 42 espèces (6,46%), *Ivodea* avec 28 espèces (4,31%) et *Vepris* avec 27 espèces (4,15%).

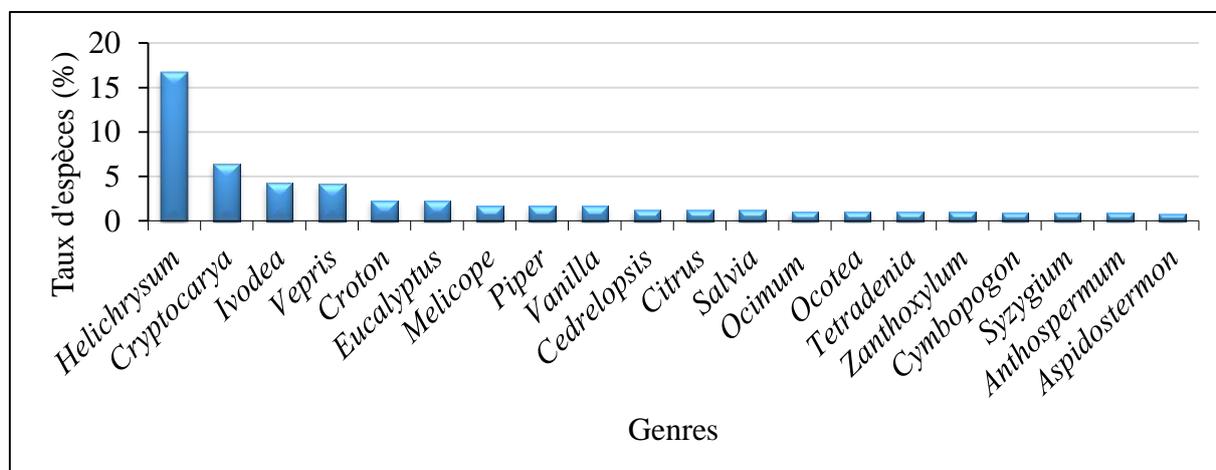


Figure 5 : Histogramme des 20 premiers genres diversifiés en plantes aromatiques

I.4. Endémicité et formes biologiques des plantes aromatiques

Le diagramme de l’endémicité des plantes aromatiques de Madagascar est présenté dans la figure 6a. Parmi les plantes recensées, les espèces autochtones endémiques (AE) prédominent avec un pourcentage de 61,41%. Les espèces introduites (I) ont un taux de 29,10%. Les espèces autochtones non endémiques (ANE) ne forment que 9,49% des espèces recensées.

Quant aux formes biologiques, la figure 6b montre que les plantes aromatiques recensées à Madagascar sont constituées surtout par des arbustes (a). Elles occupent la première

place et rassemblent 47,03% des espèces recensées. Les herbes (H) et les arbres (A) ont des proportions pratiquement identiques 24,83 et 23,28%, respectivement. Les lianes (L) sont les moins représentées avec un pourcentage de 4,48%.

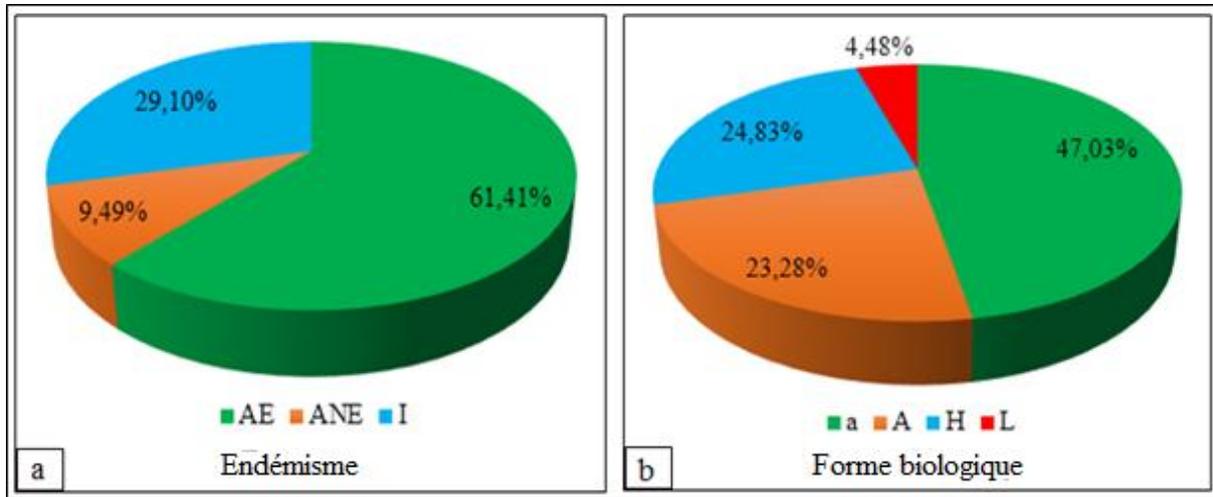


Figure 6 : Diagramme d'endémicité et formes biologiques des plantes aromatiques

Conclusion partielle

Le nombre des plantes aromatiques recensées s'élève à 650 espèces réparties dans 68 familles et 231 genres. Les dicotylédones sont les plus nombreuses en totalisant 596 espèces. Les Asteraceae (171 espèces, 26,31%), Rutaceae (92 espèces, 14,15%) et Lauraceae (62 espèces, 09,54%) sont les 3 premières familles plus diversifiées. Les genres plus diversifiés sont *Helichrysum* (109 espèces, 16,77%), *Cryptocarya* (42 espèces, 6,46%) et *Ivodea* (28 espèces, 4,31%). Les espèces autochtones endémiques, introduites et autochtones non endémiques coexistent avec des taux de 61,41, 29,10 et 9,49%, respectivement. Les arbustes prédominent avec un taux d'abondance de 47,03%. Les herbes et les arbres ont des proportions égales à 24,83 et 23,28%, respectivement.

II. ÉCOLOGIE DES PLANTES AROMATIQUES DE MADAGASCAR

II.1. Répartition des plantes aromatiques par Région

La répartition des espèces des plantes aromatiques par Région est présentée dans la figure 7. Analamanga est la Région la plus riche en plantes aromatiques avec 214 espèces recensées (8,71%). Puis suivent les Régions Diana et Vakinankaratra qui correspondent à 199 (8,10%) et 197 (8,02%) espèces, respectivement. Les Régions les plus pauvres en plantes aromatiques sont Menabe avec 44 espèces (1,79%), Betsiboka avec 39 espèces (1,59%), Bongolava avec 38 espèces (1,55%) et Itasy avec 37 espèces (1,51%). La liste de la répartition par Région des plantes aromatiques est illustrée dans l'Annexe 2.

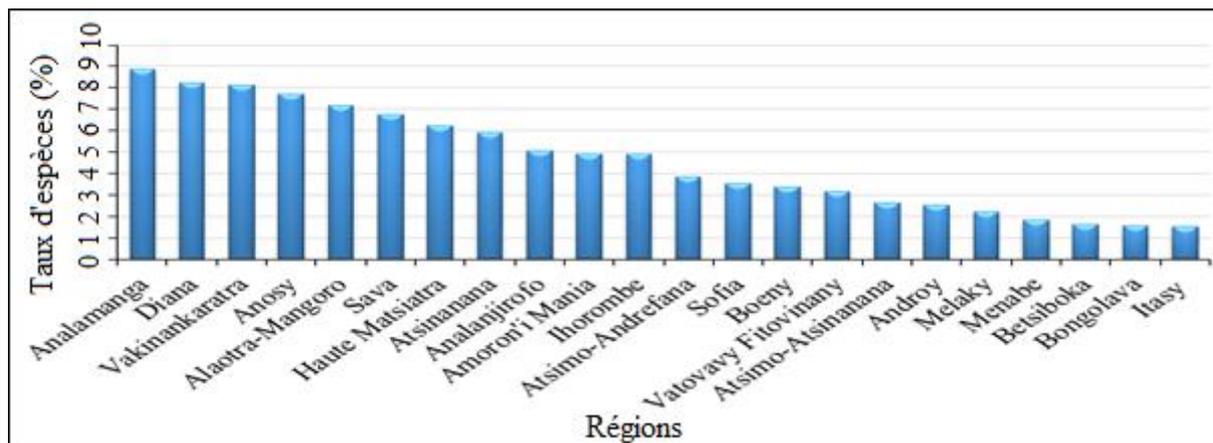


Figure 7 : Histogramme de répartition des plantes aromatiques par Région

Cependant, l'AFC dans le plan 1-2 (100% de variabilité totale) de la répartition de l'endémicité des plantes aromatiques par Région (Figure 8) montre que :

- Les espèces aromatiques non endémiques (groupe G1) sont localisées dans les Régions Betsiboka, Boeny et Bongolava.
- Les espèces aromatiques introduites (groupe G2) sont surtout présentes dans les Régions Analamanga, Melaky, Atsinanana, Itasy et Vakinankaratra.
- Les espèces aromatiques endémiques (groupe G3) sont rencontrées dans les Régions Alaotra-Mangoro, Analanjirofo, Atsimo-Atsinanana, Atsimo-Andrefana, Sofia, Sava, Diana, Vatovavy Fitovinany, Haute Matsiatra, Amoron'i Mania, Anosy, Androy, Ihorombe et Menabe.

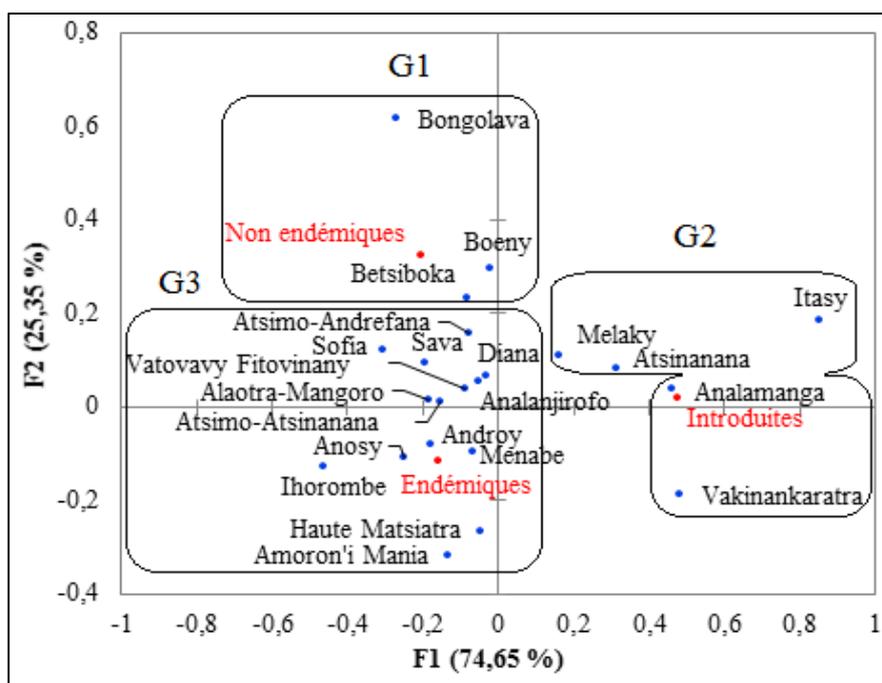


Figure 8 : AFC de la répartition de l'endémicité des plantes aromatiques par Région

II.2. Répartition des plantes aromatiques par type bioclimatique

Concernant la répartition des plantes aromatiques par bioclimatique (Figure 9, Annexe 3), les plantes aromatiques sont surtout présentes dans les bioclimats subhumide (488 espèces, 41,75%) et humide (299 espèces, 25,68%). Les bioclimats sec (145 espèces, 12,40%), subaride (126 espèces, 10,78%) et de montagne (111 espèces, 9,50%) sont les moins nantis en plantes aromatiques à Madagascar.

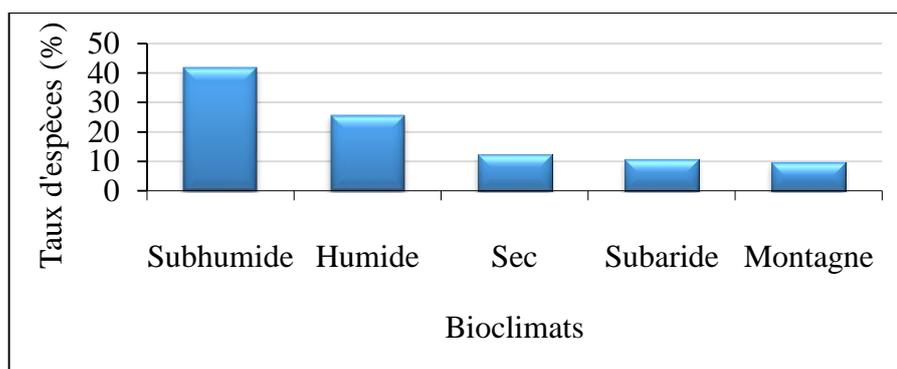


Figure 9 : Histogramme de répartition des plantes aromatiques par bioclimat

Pour les résultats en AFC, dans le plan 1-2 (Figure 10), de la répartition de l'endémicité des plantes aromatiques par bioclimat, il apparaît que les plantes aromatiques non endémiques (groupe G1) sont surtout rencontrées dans les bioclimats sec et subaride. Les plantes aromatiques endémiques (groupe G2 et G3) sont à la fois plus représentées dans le bioclimat de montagne et les bioclimats humide et subhumide. Ces deux derniers sont également riches en plantes aromatiques introduites.

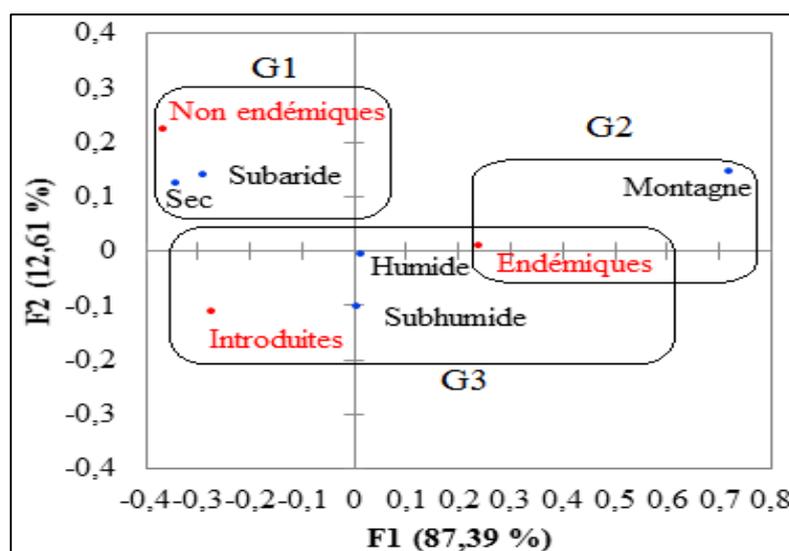


Figure 10 : AFC de la répartition de l'endémicité des plantes aromatiques par bioclimat

II.3. Statut de conservation des plantes aromatiques à Madagascar

Parmi les 650 espèces aromatiques recensées, 272 espèces réparties dans 49 familles ont déjà un statut de conservation selon l'UICN. L'histogramme représentant les taux des espèces qui sont déjà évaluées par l'UICN (Figure 11) montre que les espèces aromatiques en danger (EN) occupent 22,71% des espèces totales, les espèces vulnérables (VU) 12,82% et celles en danger critique (CR) 10,99%, soit un total de 46,52%. Les espèces quasi-menacées (NT), les espèces dont les données qui les concernent sont insuffisantes (DD) et les espèces non évaluées (NE) représentent 6,62, 3,31 et 1,10% des espèces totales, respectivement.

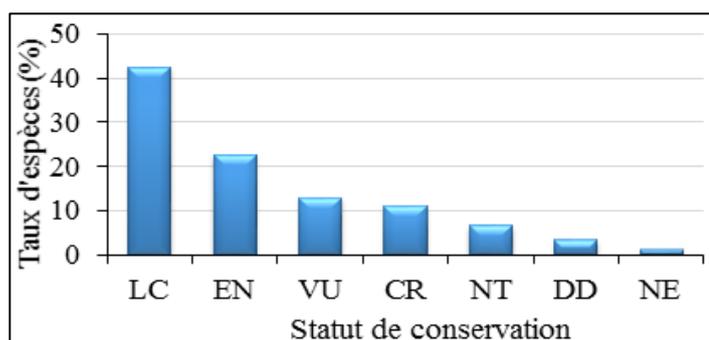


Figure 11 : Histogramme de statut de conservation des plantes aromatiques

Les 6 premières Régions riches en plantes aromatiques décrites dans le statut de conservation de l'UICN (Figure 12) sont : Alaotra-Mangoro avec 71 espèces (8,18%), Analamanga avec 69 espèces (7,95%), Diana avec 68 espèces (7,83%), Sava avec 61 espèces (7,03%), Anosy et Atsinanana avec 60 espèces chacune (6,91%). Les Régions moins citées sont Bongolava et Itasy avec 8 espèces (0,92%) chacune.

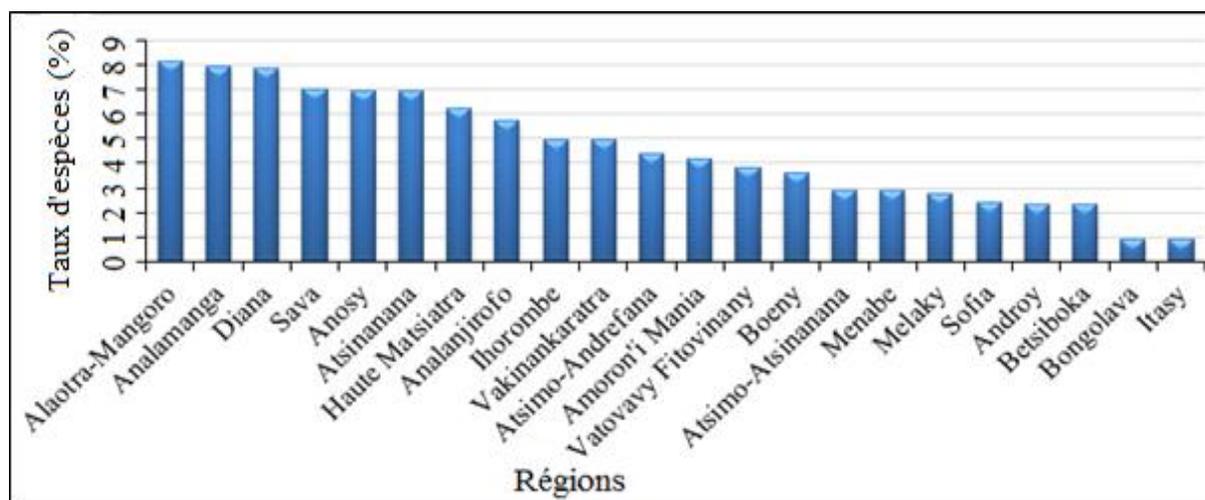


Figure 12 : Histogramme de statut de conservation des plantes aromatiques par Région

Conclusion partielle

Analamanga (214 espèces, 8,71%), Diana (199 espèces, 8,10%) et Vakinankaratra (197 espèces, 8,02%) sont les 3 premières Régions riches en plantes aromatiques. Les Régions Bongolava (38 espèces, 1,55%) et Itasy (37 espèces, 1,51%) en sont les plus pauvres. Des quatre bioclimats humide, subhumide, sec et de montagne, celui subhumide est le plus riche en plantes aromatiques avec 488 espèces (41,75%) recensées. En ce qui concerne le statut de conservation, 272 espèces aromatiques réparties dans 49 familles sont décrites dans l'UICN, dont 22,71% sont en danger, 12,82% vulnérables et 10,99% en danger critique. Les espèces menacées prédominent dans les Régions Alaotra-Mangoro (71 espèces, 8,18%), Analamanga (69 espèces, 7,95%), et Diana (68 espèces, 7,83%).

III. ETHNOBOTANIQUE DES PLANTES AROMATIQUES À MADAGASCAR

III.1. Parties de plantes

La figure 13 montre la répartition des organes végétaux aromatiques. Les feuilles sont les plus citées avec un pourcentage le plus élevé (77,12%). Les tiges (5,69%), fleurs (4,08%), écorces (3,19%), graines (2,36%), racines (1,94%) et fruits (1,66%) sont les organes les moins cités.

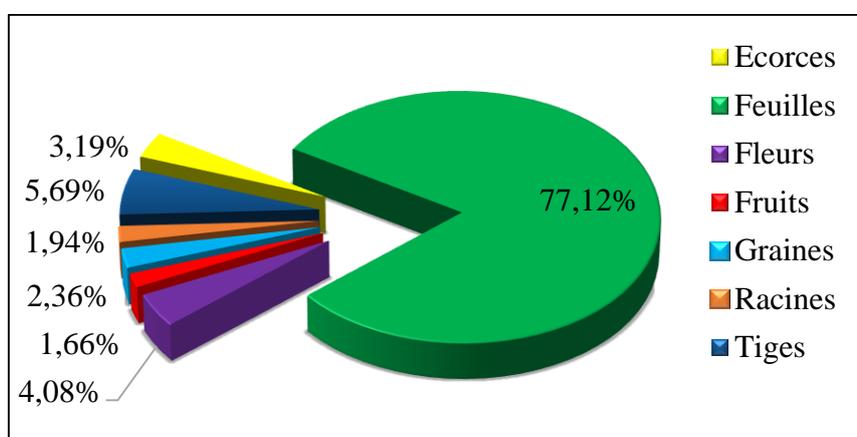


Figure 13 : Diagramme des parties de plantes aromatiques

III.2. Taxa les plus utilisés en médecine traditionnelle

Parmi les 650 espèces des plantes aromatiques répertoriées à Madagascar, 279 espèces réparties dans 152 genres et 68 familles ont des utilisations en médecine traditionnelle. Les 30 espèces les plus utilisées sont illustrées dans l'Annexe 4.

L'espèce autochtone endémique *Psiadia altissima* connue sous le nom vernaculaire de Dingadingana, est la plus citée avec une fréquence de citation 40,48%. Cette espèce est préconisée pour le traitement de 12 types de maladies comme Certaines maladies infectieuses

et parasitaires (MIP), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe (TEC), Inclassable (INC), Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané (MPT), Maladies de l'appareil digestif (MAD), Maladies de l'appareil génito-urinaire (MAG), Maladies de l'appareil respiratoire, (MAR), Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde (ORA), Maladies du système nerveux (MSN), Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif (SOA), Symptômes, signes et résultats anormaux d'examens cliniques et de laboratoire, non classés ailleurs (SYMP) et en cas de Grossesse, accouchement et puerpéralité (GAP).

L'espèce autochtone non endémique *Harungana madagascariensis* communément appelée Arongana, est en deuxième position avec une fréquence de citation à 35,71%. Elle est indiquée pour 17 types de maladies à savoir Certaines maladies infectieuses et parasitaires (MIP), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe (TEC), Inclassable (INC), Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané (MPT), Maladies de l'appareil digestif (MAD), Maladies de l'appareil génito-urinaire (MAG), Maladies de l'appareil circulatoire (MAC), Maladies de l'appareil respiratoire, (MAR), Maladies de l'œil et de ses annexes (MOA), Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde (ORA), Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire (MSO), Maladies du système nerveux (MSN), Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif (SOA), Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques (MEN), Symptômes, signes et résultats anormaux d'examens cliniques et de laboratoire, non classés ailleurs (SYMP), Troubles mentaux et du comportement (TMC) et en cas de Grossesse, accouchement et puerpéralité (GAP).

Lantana camara, une espèce introduite localement dénommée Radriaka, occupe la troisième place avec une fréquence de citation égale à 30,93%. Cette espèce est employée dans le traitement de 13 types de maladies comme Certaines maladies infectieuses et parasitaires (MIP), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe (TEC), Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané (MPT), Maladies de l'appareil circulatoire (MAC), Maladies de l'appareil digestif (MAD), Maladies de l'appareil génito-urinaire (MAG), Maladies de l'appareil respiratoire (MAR), Maladies de l'œil et de ses annexes (MOA), Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire (MSO), Maladies du système nerveux (MSN), Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif (SOA), Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques (MEN) et Symptômes, signes et résultats anormaux d'examens cliniques et de laboratoire, non classés ailleurs (SYMP).

III.3. Maladies traitées avec les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques recensées à Madagascar correspondent à 18 types de maladies (Figure 14). Elles sont surtout utilisées dans les soins des Maladies de l'appareil digestif (MAD) (84,52%), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externes (TEC) (83,33%) et Certaines maladies infectieuses et parasitaires (MIP) (76,19%). Les types de maladies les moins traités avec des PA sont les Troubles mentaux et de comportement (TMC), les Tumeurs (TUM) dont les fréquences de citation sont 7,14 et 13,10%, respectivement.

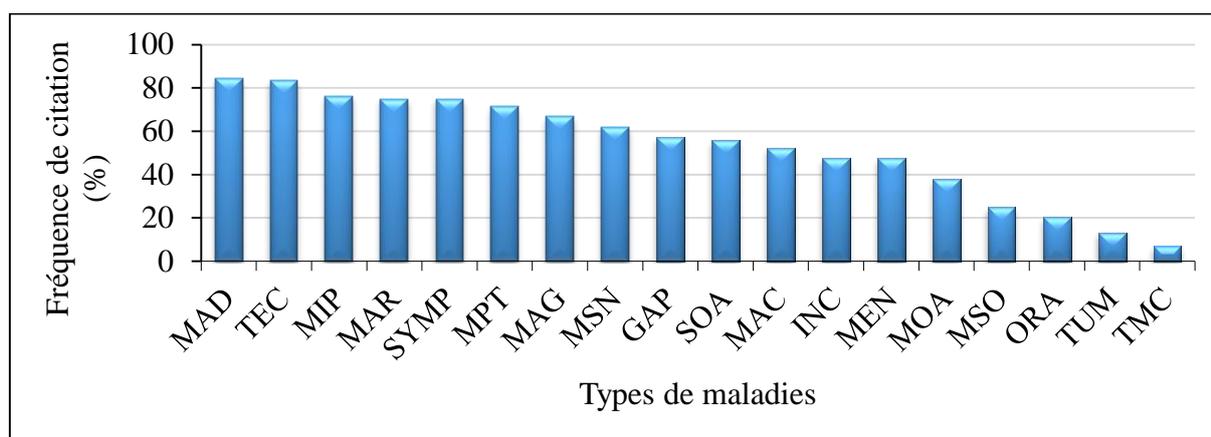


Figure 14 : Histogramme des types de maladies traités avec les plantes aromatiques

Maladies de l'appareil digestif (MAD), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe (TEC), Certaines maladies infectieuses et parasitaires (MIP), Maladies de l'appareil respiratoire (MAR), Symptômes, signes et résultats anormaux d'examens cliniques et de laboratoire, non classés ailleurs (SYMP), Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané (MPT), Maladies de l'appareil génito-urinaire(MAG), Grossesse, accouchement et puerpéralité (GAP), Maladies de l'appareil circulatoire (MAC), Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif (SOA), Maladies du système nerveux (MSN), Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques (MEN), Inclassable (INC), Maladies de l'œil et de ses annexes (MOA), Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire (MSO), Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde (ORA), Tumeurs (TUM), Troubles mentaux et du comportement (TMC).

III.4. Niveau de fidélité

Les 54 espèces utilisées en médecine traditionnelle ayant un niveau de fidélité supérieur à 50% figurent dans l'Annexe 5 avec les parties utilisées, les modes de préparation et d'emploi. Elles sont indiquées dans le traitement de 10 types de maladies, à savoir Certaines maladies infectieuses et parasitaires (MIP), Grossesse, accouchement et puerpéralité (GAP), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe (TEC), Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané (MPT), Maladies de l'appareil circulatoire

(MAC), Maladies de l'appareil digestif (MAD), Maladies de l'appareil génito-urinaire (MAG), Maladies de l'appareil respiratoire (MAR), Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif (SOA) et Symptômes, signes et résultats anormaux d'examen clinique et de laboratoire, non classés ailleurs (SYMP).

En considérant les valeurs de leur niveau de fidélité, les espèces les plus importantes pour traiter les MAD sont *Billburttia capensoides* (83,33%), *Syzygium emirnense* (72,73%) et *Syzygium aromaticum* (72,73%). *Helichrysum mutisiaefolium* (83,33%), *Acacia dealbata* (80,00%) et *Conyza bonariensis* (77,78%) sont les plus utilisés pour soigner les TEC. *Datura alba* (85,71%), *Billburttia capensoides* (83,33%) et *Ocimum canum* (81,82%) guérissent les MAR. *Brachylaena perrieri* (100%), *Euphorbia milii* (100,00%) et *Piper pachyphyllum* (80,00%) sont préconisées dans le traitement des MAG. *Piper pachyphyllum* (80,00%), *Cedrelopsis grevei* (70,00%) et *Syzygium aromaticum* (72,73%) sont les plus citées pour soigner les SYMP. *Chenopodium ambrosioides* (92,31%), *Oxalis corniculata* (72,73%), et *Elephantopus scaber* (62,50%) sont les plus importantes contre les MIP. Les plantes les plus citées pour soigner les GAP sont *Buddleja madagascariensis*, *Catharanthus lanceus* et *Cedrelopsis grevei* (55,56%). *Rhinacanthus osmospermus* (66,67%) est utilisée pour combattre les MPT. *Senecio ambavilla* (100%), *Vanilla madagascariensis* (81,82%) et *Vanilla planifolia* (80,00%) sont utilisées pour traiter les SOA. *Passiflora edulis* (53,33%) est la seule espèce qui a un indice de fidélité supérieur à 50,00% pour soigner les MAC.

III.5. Relation entre les parties de plantes et les utilisations en médecine traditionnelle

Les parties des plantes aromatiques utilisées en médecine traditionnelle sont les feuilles, tiges, racines, fleurs, écorces, fruits et les graines. L'Annexe 6 donne les types de maladies et les organes de plantes qui correspondent à chacun d'eux.

Les résultats de l'analyse en AFC, dans le plan 1-2, de la répartition des parties de plantes aromatiques par type de maladies traitées (Figure 15) montrent 5 groupes distincts :

- Le groupe 1 formé par les TUM, ORA et GAP qui sont traitées par les huiles essentielles des racines ;
- Le groupe 2 rassemblant les TEC, SOA, MSN, SYMP, MEN, MAD, MAR, TMC et MOA qui sont guéris par les huiles essentielles des feuilles et des tiges ;
- Le groupe 3 relatif aux MAG et MIP qui sont soignés par les huiles essentielles des écorces ;
- Le groupe 4 correspondant aux MSO et MAC qui sont combattues avec les huiles essentielles des fleurs ;
- Le groupe 5 constitué par les INC et MPT qui sont traitées avec les HE des graines et des fruits.

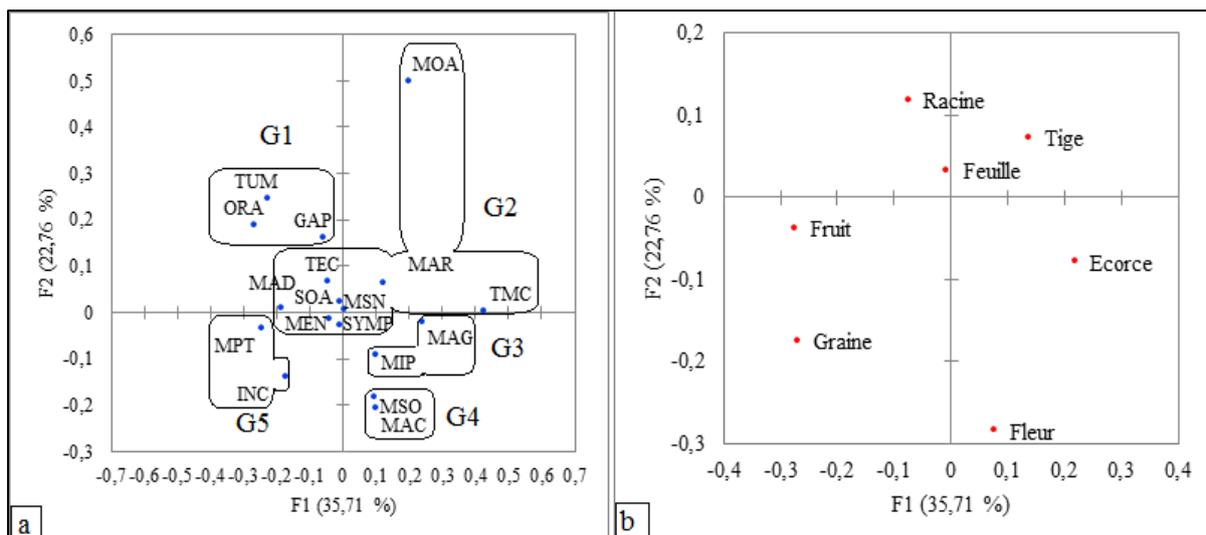


Figure 15 : AFC entre les parties aromatiques et les utilisations en médecine traditionnelle

Maladies de l'appareil digestif (MAD), Symptômes, signes et résultats anormaux d'examen clinique et de laboratoire, non classés ailleurs (SYMP), Lésions traumatiques empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe (TEC), Certaines maladies infectieuses et parasitaires (MIP), Maladies de l'appareil respiratoire (MAR), Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané (MPT), Maladies de l'appareil génito-urinaire (MAG), Grossesse, accouchement et puerpéralité (GAP), Maladies de l'appareil circulatoire (MAC), Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif (SOA), Maladies du système nerveux (MSN), Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques (MEN), Inclassable (INC), Maladies de l'œil et de ses annexes (MOA), Maladies du sang et des organes hématopoïétiques et certains troubles du système immunitaire (MSO), Maladies de l'oreille et de l'apophyse mastoïde (ORA), Tumeurs (TUM), Troubles mentaux et du comportement (TMC).

III.6. Relation entre familles botaniques et parties de plantes utilisées

Les parties de plantes en question sont celles utilisées en médecine traditionnelle et qui renferment des huiles essentielles. La relation entre les familles botaniques et les parties de plantes figure dans l'Annexe 7. L'AFC dans le plan 1-2 (Figure 16) donne la relation qui existe entre les familles botaniques (20 premières familles) et les parties 9 de plantes aromatiques. Il en ressort que :

- Les huiles essentielles des feuilles, fleurs, fruits et graines sont issues des familles Amaranthaceae (F2), Flacourtiaceae (F6), Apiaceae (F7), Euphorbiaceae (F21), Hypericaceae (F24), Lauraceae (F26), Myrtaceae (F27), Malvaceae (F35), Solanaceae (F52), et Verbenaceae (F56) (Groupe G1) ;
- Les huiles essentielles des racines se trouvent dans les familles Zingiberaceae (F58) (Groupe G2) ;
- Les huiles essentielles des tiges sont extraites dans les familles des Apocynaceae (F4), Asteraceae (F10) et Moringaceae (F32) (Groupe G3) ;

- Les huiles essentielles des écorces proviennent des familles des Anacardiaceae (F4), Canellaceae (F16) et Rutaceae (F49) (Groupe G4).

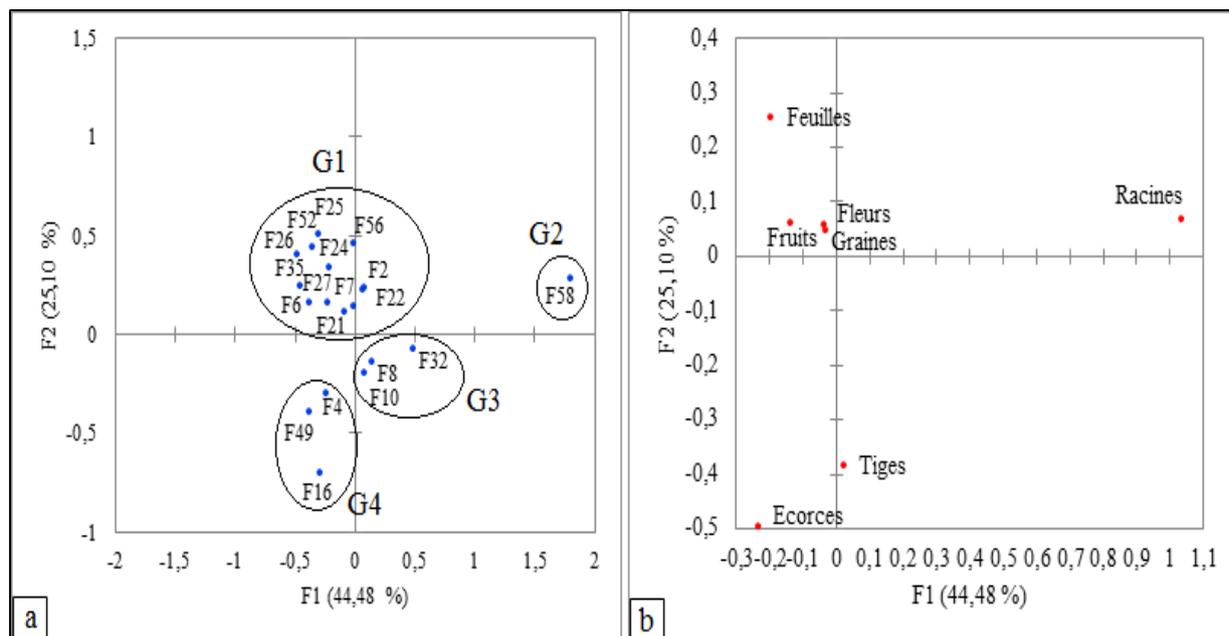


Figure 16 : AFC entre les familles botaniques et les parties de plantes utilisées

F2 (Amaranthaceae), F4 (Anacardiaceae), F6 (Flacourtiaceae), F7 (Apiaceae), F8 (Apocynaceae), F10 (Asteraceae), F16 (Canelaceae), F21 (Euphorbiaceae), F22 (Fabaceae), F24 (Hypericaceae), F25 (Lamiaceae), F26 (Lauraceae), F27 (Myrtaceae), F32 (Moringaceae), F35 (Malvaceae), F49 (Rutaceae), F52 (Solanaceae), F56 (Verbenaceae), et F58 (Zingiberaceae).

Conclusion partielle

Les plantes aromatiques font partie de l'arsenal médicamenteux utilisé dans le traitement de diverses maladies humaines. Cinquante-quatre espèces ont des indices de fidélité supérieurs à 50% et sont employées pour traiter 10 types de maladies. Cependant, les espèces aromatiques les plus utilisées en médecine traditionnelle sont *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* et *Lantana camara*. Les maladies les plus soignées avec les plantes aromatiques sont les Maladies de l'appareil digestif, Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externes et Certaines maladies infectieuses et parasitaires.

Les huiles essentielles des feuilles, fleurs, fruits et graines proviennent en grande majorité des familles des Amaranthaceae, Flacourtiaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Hypericaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Malvaceae, Solanaceae et Verbenaceae. Les huiles essentielles des racines sont surtout issues de la famille des Zingiberaceae. Les huiles

essentielles des tiges sont extraites des Apocynaceae, Asteraceae et Moringaceae. Celles des écorces sont caractéristiques des Anacardiaceae, Canellaceae et Rutaceae.

IV. CONSTITUANTS VOLATILES DES PLANTES AROMATIQUES À MADAGASCAR

IV.1. Familles chimiques et constituants majoritaires des plantes aromatiques

Parmi les 650 espèces inventoriées, 357 ont fait l'objet d'analyses par CPG quant à la composition chimique qualitative et quantitative de leurs huiles essentielles. La liste globale des 3 premiers constituants chimiques majeurs avec leurs teneurs respectives figure dans l'Annexe 8.

La figure 17 illustre les familles de composés identifiées dans les huiles essentielles des espèces analysées. Les monoterpènes hydrocarbonés, les sesquiterpènes hydrocarbonés et les monoterpènes oxygénés sont les 3 premiers groupes chimiques les plus abondants avec des pourcentages approximativement équivalents de 26,04, 24,73 et 23,41%, respectivement. Les monoterpènes hydrocarbonés sont répartis dans 31 familles et 88 genres botaniques. Les sesquiterpènes hydrocarbonés sont distribués dans 29 familles et 73 genres. Les monoterpènes oxygénés correspondent à 24 familles et 55 genres. Toutefois, les sesquiterpènes oxygénés et les phénylpropanoïdes sont également représentés avec des valeurs de fréquence significatives (Annexes 9 et 10).

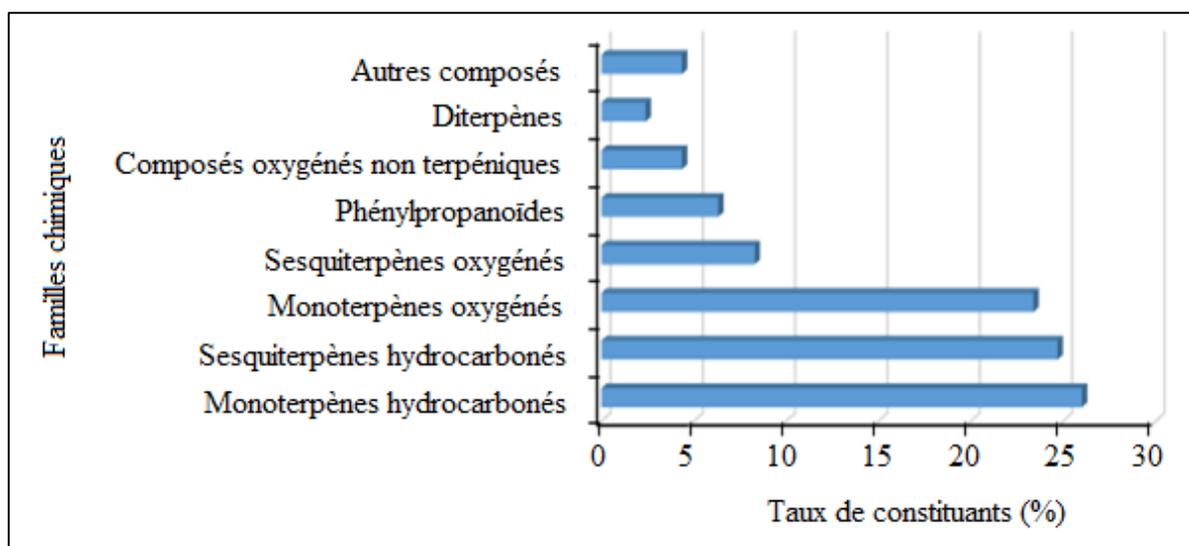


Figure 17 : Histogramme des familles chimiques des plantes aromatiques

Concernant les constituants chimiques majoritaires, la figure 18 montre que le caryophyllène représente le composé qui admet la fréquence la plus élevée égale à 24,26%. Il est suivi par le pinène, le limonène et le linalol avec des fréquences de 17,82, 9,41 et 5,94 %, respectivement.

respectivement. Le caryophyllène est reparti dans 19 familles botaniques, le pinène dans 16 familles botaniques, le limonène dans 14 familles botaniques et le linalol dans 14 familles botaniques (Annexe 8).

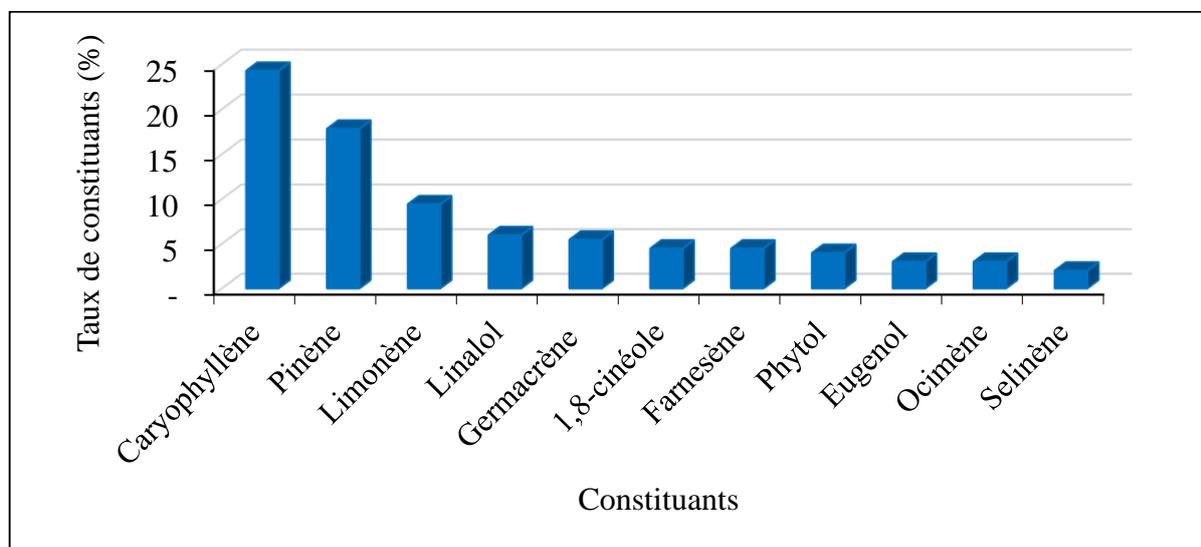


Figure 18 : Histogramme 10 premiers constituants majeurs des plantes aromatiques

IV.2. Relation entre les parties de plantes et les constituants majoritaires

La relation entre les parties des plantes aromatiques et les constituants majoritaires est représentée dans l'Annexe 11.

L'AFC, dans le plan 1-2, entre les parties des plantes aromatiques et les 33 premiers constituants majoritaires C1 à C33 (Figure 19) laisse apparaître que :

- Les constituants majoritaires des feuilles appartiennent à des familles chimiques très diversifiées. Elles correspondent à des monoterpènes oxygénés (C3, C6, C8, C16, C17, C23, C29), monoterpènes hydrocarbonés (C1, C5, C7, C14, C15, C20, C28, C31), sesquiterpènes hydrocarbonés (C2, C21, C24, C32), sesquiterpènes oxygénés (C27), diterpènes (C13), phénylpropanoïdes (C11 et C26) et autres composés (C25) (Groupe G1) ;
- Le groupe G1 afférent aux feuilles et le groupe G3 relatif aux fleurs, fruits et graines montrent un certain recouvrement en ayant en commun α -pinène (C1), limonène (C4), β -pinène (C5), α -terpinéol (C8), myrcène, C16 (citral) (C20), γ -terpinène (C33), D-limonène (C18) et α -cadinol (C30). Cependant, γ -terpinène (C33), D-limonène (C18) sont des composés majoritaires caractéristiques des fleurs, fruits et graines.
- Les écorces et les tiges forment un groupe bien séparé (Groupe G2), de même que les racines (groupe G4). En effet, le constituant majoritaire des tiges et des écorces est le sesquiterpène caryophyllène (C21) (Groupe G2) et celui des racines est caractérisé par l' α -humulène (C10) (Groupe G4).

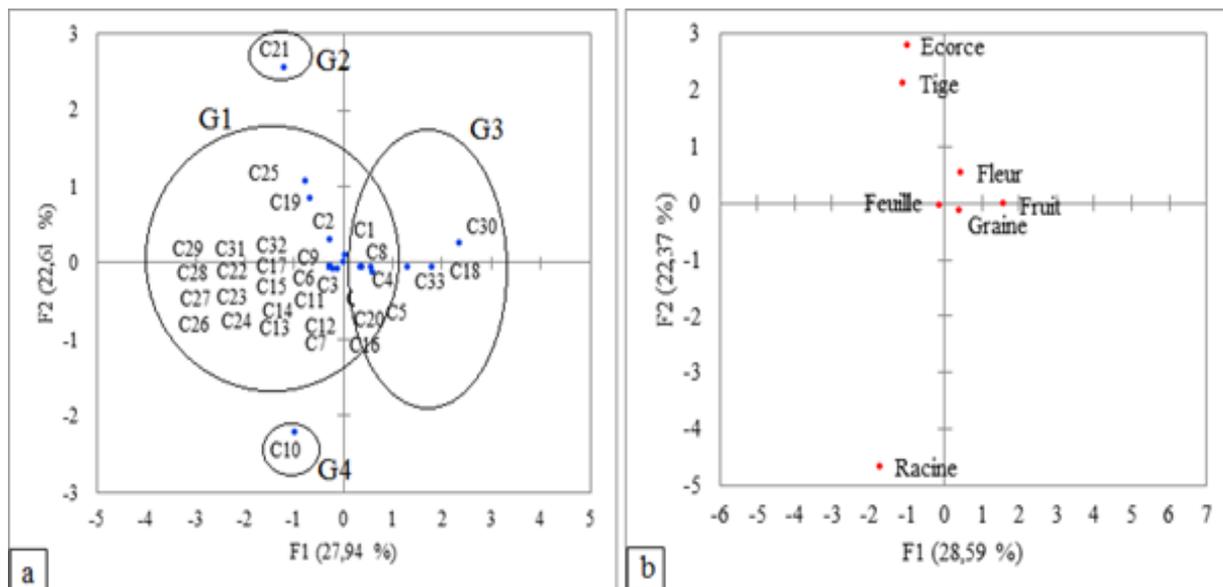


Figure 19 : AFC entre les parties aromatiques et les constituants majeurs

C1 (α -pinène), C2 (β -caryophyllène), C3 (1,8-cinéole), C4 (limonène), C5 (β -pinène), C6 (linalol), C7 (p-cymène), C8 (α -terpinéol), C9 (oxyde caryophyllène), C10 (α -humulène), C11 (Eugénol), C12 ((E)- β -caryophyllène), C13 (phytol), C14 (sabinène), C15 (β -phelladrène), C16 (citral), C17 (terpinène-4-ol), C18 (D-limonène), C19 (germacrène D), C20 (myrcène), C21 ((E)-caryophyllène), C22 (camphor), C23 (citronnelle), C24 (farnésène), C25 (heptacosane), C26 (myristicine), C27 (spathulénol), C28 (terpinolène), C29 (thymol), C30 (α -cadinol), C31 (α -phélladrène), C32 (β -selinène), C33 (γ -terpinène)

IV.3. Relation entre constituants majeurs et familles botaniques

L'AFC présenté par la figure 20 montre la relation entre les 38 premiers constituants majeurs et les 19 familles botaniques les plus citées (Annexe 12). Les résultats d'analyse dans le plan 1-2 de l'AFC mettent en évidence 3 groupes bien séparés G1, G2 et G3.

- Le groupe G1 est formé de 20 familles botaniques, à savoir Amaranthaceae (F1), Anacardiaceae (F3), Apiaceae (F5), Asteraceae (F8), Canelaceae (F14), Cupressaceae (F17), Cyperaceae (F18), Euphorbiaceae (F19), Geraniaceae (F21), Hypericaceae (F23), Lamiaceae (F24), Lauraceae (F25), Myrtaceae (F33), Pinaceae (F38), Piperaceae (F39), Poaceae (F40), Rutaceae (F44), Solanaceae (F46), Verbenaceae (F49) et Zingiberaceae (F51). Ce groupe est associé à une large variété de composés appartenant notamment aux classes des monoterpènes oxygénés (C1, C6, C10, C17, C18, C25, C31, C33), monoterpènes hydrocarbonés (C2, C4, C5, C7, C14, C16, C19, C21, C23, C24, C27, C35, C38 et C39), sesquiterpènes oxygénés (C13 et C36), sesquiterpènes hydrocarbonés (C3, C8, C12, C15, C22, C29 et C37), diterpènes (C9), phénylpropanoïdes (C11).
- Le groupe G2 est composé de 5 familles telles que les Apocynaceae (F6), Fabaceae (F20),

- Malvaceae (F26), Passifloraceae (F37) et Rosaceae (F42). Il se distingue par la prédominance du diterpène phytol (C9), du phénylpropanoïde C28, des monoterpènes hydrocarbonés C26 et C34 et des composés oxygénés non terpéniques de la famille des acides linéaires comme l'acide linoléique (C30) et l'acide hexadécanoïque (C20). Ce dernier est surtout caractéristique de la famille Passifloraceae.
- La famille Amaryllidaceae (F2) forme le groupe G3. Il admet une substance soufrée représentée par le dipropyl trisulfide (C32) comme composé majoritaire.

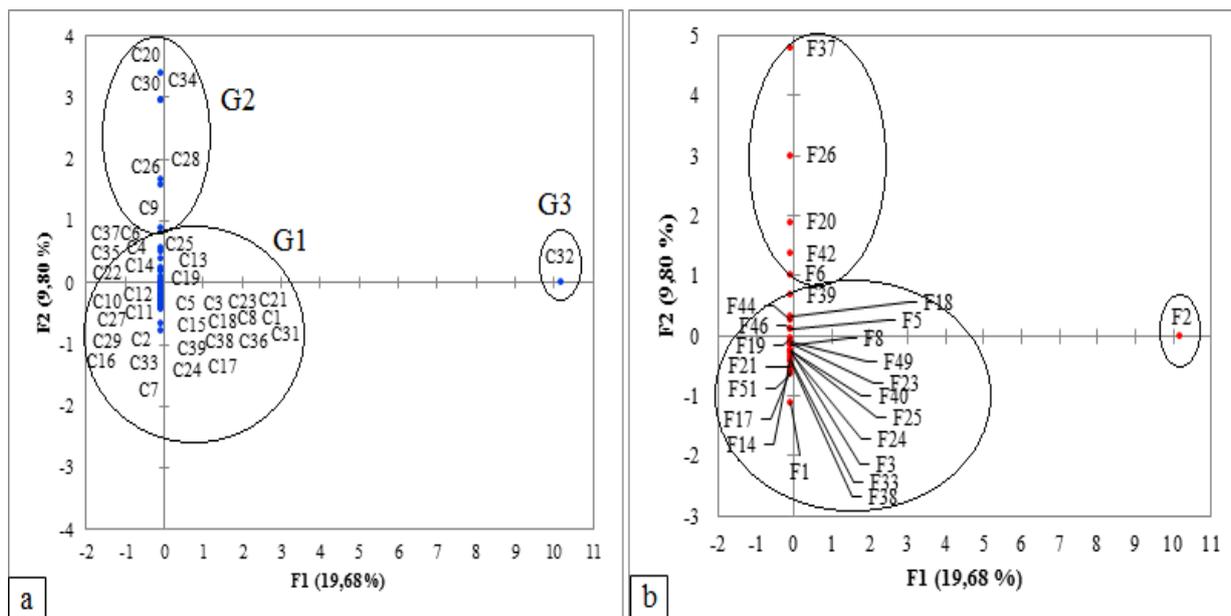


Figure 20 : AFC entre les constituants majoritaires et familles botaniques

F1 (Amaranthaceae), F2 (Amaryllidaceae), F3 (Anacardiaceae), F5 (Apiaceae), F6 (Apocynaceae), F8 (Asteraceae), F14 (Canelaceae), F17 (Cupressaceae), F18 (Cyperaceae), F19 (Euphorbiaceae), F20 (Fabaceae), F21 (Geraniaceae), F23 (Hypericaceae), F24 (Lamiaceae), F25 (Lauraceae), F26 (Malvaceae), F33 (Myrtaceae), F37 (Passifloraceae), F38 (Pinaceae), F39 (Piperaceae), F40 (Poaceae), F42 (Rosaceae), F44 (Rutaceae), F46 (Solanaceae), F49 (Verbenaceae), F51 (Zingiberaceae), C1 (1,8-cinéole), C2 (α -pinène), C3 (β -caryophyllène), C4 (Limonène), C5 (β -pinène), C6 (Linalol), C7 (p-cymène), C8 (α -humulène), C9 (Phytol), C10 (Camphre), C11 (Eugenol), C12 (Germacrène D), C13 (Oxyde caryophyllène), C14 (γ -terpinène), C15 ((E)-caryophyllène), C16 (Sabinène), C17 (Terpinen-4-ol), C18 (α -terpinéol), C19 (Limonène-D), C20 (Acide hexadécanoïque), C21 (Camphène), C22 (Caryophyllène), C23 (Citral), C24 (Myrcène), C25 (Thymol), C26 (α -phellandrène), C27 (β -phellandrène), C28 ((E)-anéthole), C29 ((E)- β -caryophyllène), C30 (Acide linoléique), C31 (Citronellol), C32 (Dipropyl trisulfide), C33 (Geraniol), C34 (Nonadecane), C35 (Terpinolène), C36 (Viridiflorol), C37 (α -farnesène), C38 (β -myrcène), C39 (β -Ocimène).

Conclusion partielle

Parmi les 650 espèces inventoriés, 357 ont fait des études chimiques en huiles essentielles. Les monoterpènes hydrocarbonés (26,04%), sesquiterpènes hydrocarbonés

(24,73%) et monoterpènes oxygénés (23,41%) prédominent dans les huiles essentielles des plantes aromatiques et celles des constituants sont le caryophyllène (24,26%), suivi par le pinène (17,82%) et le limonène (9,41%). Les feuilles ont des familles chimiques majoritaires très diversifiées. Le constituant majoritaire des tiges et des écorces est le sesquiterpène caryophyllène et celui des racines est α -humulène. γ -terpinène, D-limonène sont des composés majoritaires caractéristiques des fleurs, fruits et graines. Les feuilles, les fleurs, les fruits et les graines ont des constituants commun α -pinène, limonène, β -pinène, α -terpinéol, myrcène, citral, γ -terpinène, D-limonène et α -cadinol.

Les Apocynaceae, Fabaceae, Malvaceae, Passifloraceae et Rosaceae sont dominés par des diterpènes, phénylpropanoïdes, monoterpènes hydrocarbonés et composés oxygénés non terpéniques de la famille des acides linéaires. L'acide hexadécanoïque est surtout caractéristique de Passifloraceae. La substance soufrée (dipropyl trisulfide) est le composé majoritaire d'Amaryllidaceae. Les Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Asteraceae, Canelaceae, Cupressaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Geraniaceae, Hypericaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae, Solanaceae, Verbenaceae et Zingiberaceae ont des variétés de composés appartenant aux monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes et phénylpropanoïdes.

V. PROFIL CHIMIQUE ET POUVOIR INSECTICIDE DES HUILES ESSENTIELLES d'*H. benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides*

Dans le cadre de notre contribution à l'étude scientifique des plantes aromatiques de Madagascar, trois espèces d'*Helichrysum*, le genre le plus riche en espèces aromatiques, ont fait l'objet d'investigations chimiques et biologiques concernant leurs huiles essentielles. Il s'agit d'*H. benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides*.

V.1. Rendement en huiles essentielles

Les rendements en huiles essentielles des rameaux feuillés frais d'*H. benthamii* et *H. bracteiferum* par la méthode d'entraînement à la vapeur sont de 0,07 et 0,18% (poids/poids), respectivement (Tableau 3). Quant au rendement en huile essentielle d'*H. manopappoides*, il est de 0,07% (poids/poids par hydrodistillation. Au regard de ces valeurs, bien que les méthodes et l'échelle des extractions soient différentes, les rendements en huiles essentielles d'*H. benthamii* et *H. manopappoides* sont identiques tandis que celui d'*H. bracteiferum* est environ 2,5 fois supérieur à ceux des 2 précédentes espèces.

Tableau 3 : Rendements en huiles essentielles d'*Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides*

Espèces	M _{MV} (kg)	Durée de l'extraction	M _{HE} (g)	R _{HE} (p/p) (%)	Couleur de l'HE
<i>H. benthamii</i>	10,00kg	2h 30	7,32g	0,07%	Jaune très clair
<i>H. bracteiferum</i>	10,00kg	2h 30	18,94g	0,18%	Jaune très clair
<i>H. manopappoides</i>	1,17kg	2h	0,90g	0,07%	Jaune très clair

M_{MV} : Masse de matière végétale, D : Durée d'extraction ; M_{HE} : Masse d'HE et R_{HE} (p/p) : Rendement d'HE

V.2. Compositions chimiques des huiles essentielles

Les analyses par CPG des 3 huiles essentielles obtenues ont permis d'établir leur composition chimique qualitative et quantitative (Tableau 4). Les chromatogrammes correspondants figurent aux Annexes 13, 14 et 15. Les 3 huiles essentielles présentent des caractéristiques chimiques différentes, non seulement au niveau des groupes majeurs, mais aussi des composés majoritaires.

Concernant l'huile essentielle d'*H. benthamii*, les sesquiterpènes hydrocarbures (37,83%) et les monoterpènes hydrocarbures (26,08%) sont les familles chimiques dominantes. Les constituants majoritaires sont l' α -pinène (22,28%), l' α -humulène (7,02%) et l'oxyde de caryophyllène (6,22%). Les composés qui permettent de différencier l'huile essentielle d'*H. benthamii* sont l' α -copaène et le δ -cadinène avec des teneurs de 5,15 et 2,73 %, respectivement. Ces 2 substances ne sont pas observées dans les huiles essentielles d'*H. bracteiferum* et d'*H. manopappoides*.

Pour l'huile essentielle d' *H. bracteiferum*, les monoterpènes oxygénés (35,13%), les monoterpènes hydrocarbures (32,39%), les sesquiterpènes hydrocarbures (26,89%) prédominent. Le 1,8-cinéole (30,00%) est le constituant majoritaire suivi de l' α -humulène (14,50%) et du β -pinène (14,00%). Il est important de signaler que seule l'huile essentielle d'*H. bracteiferum* renferme du 1,8-cinéole, et ce avec une teneur relativement élevée (30,00%). De même, elle se distingue par la présence de β -myrcène (1,17%) et d' α -thuyène (0,61%), lesquels sont absents dans les 2 autres huiles.

Quant à l'huile essentielle d'*H. manopappoides*, les sesquiterpènes hydrocarbures (41,71%) et les monoterpènes hydrocarbures (15,50%) sont les plus abondants. Les constituants majoritaires sont le β -caryophyllène (23,23%), l' α - humulène (11,56%) et le linalol (4,45%). L'interprétation des résultats d'analyse par CPG laisse également apparaître des taux élevés en linalol (4,44%), bicyclogermacrène (2,05%) et β -copaène (1,03%) dans l'huile essentielle d'*H. manopappoides*. Ils sont de 0,69, 0,00 et 0,44%, respectivement dans l'huile essentielle d' *H.*

benthamii, et 1,04, 0,59 et 0,68%, respectivement dans l'huile essentielle d'*H. bracteiferum*.

Tableau 4 : Constituants identifiés dans les huiles essentielles d'*H.benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides*

Constituants	Formule brute	<i>H. benthamii</i>		<i>H. bracteiferum</i>		<i>H. manopappoides</i>	
		T _R	%	T _R	%	T _R	%
α-thuyène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	1130	0,61	-	-
α-pinène	C ₁₀ H ₁₆	1226	22,28	1162	5,04	1420	2,88
Camphène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	-	-	1476	0,77
Sabinène	C ₁₀ H ₁₆	1341	0,55	1289	2,35	1541	0,50
β-pinène	C ₁₀ H ₁₆	1363	0,91	1314	14,28	1570	0,84
β-myrcène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	1327	1,14	-	-
Myrcène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	-	-	1581	0,86
α-terpinène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	1428	0,74	1686	0,43
p-cymène	C ₁₀ H ₁₆	1504	0,60	1456	1,21	1711	0,95
1,8-cinéole + Limonène		-	-	-	-	1729	6,58
Limonène	C ₁₀ H ₁₆	1518	1,74	1499	4,10	-	-
1,8-cinéole	C ₁₀ H ₁₆ O	-	-	1499	30	-	-
γ-terpinène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	1562	1,44	1818	1,06
Terpinolène	C ₁₀ H ₁₆	-	-	1659	1,48	1916	0,65
Linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	1703	0,69	1681	1,04	1936	4,44
δ-terpinéol	C ₁₀ H ₁₈ O	1887	0,99	1909	0,39	2174	0,36
terpinène-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	1936	1,52	1946	2,31	2196	0,77
α-terpinéol	C ₁₀ H ₁₈ O	-	-	1981	1,39	2233	1,88
δ-élémente	C ₁₅ H ₂₄	2425	0,55	2397	1,42	-	-
Acétate de terpényle	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	-	-	2426	0,27	-	-
α-copaène	C ₁₅ H ₂₄	2537	5,15	-	-	-	-
β-élémente	C ₁₅ H ₂₄	2565	1,17	2541	1,06	2739	0,42
β-caryophyllène	C ₁₅ H ₂₄	2659	3,8	2639	5,99	2874	23,23
β-copaène	C ₁₅ H ₂₄	2675	0,44	2654	0,68	2890	1,03
aromadendrène	C ₁₅ H ₂₄	2705	1,20	2686	1,48	2918	0,75
α-humulène	C ₁₅ H ₂₄	2746	7,02	2729	7,18	2954	11,56
alloaromadendrène	C ₁₅ H ₂₄	2784	1,41	2767	1,25	-	-
γ-gurjunène	C ₁₅ H ₂₄	2797	1,26	2790	0,87	-	-
γ-muurooléne	C ₁₅ H ₂₄	2823	1,90	2808	1,65	-	-
Germacrène-D	C ₁₅ H ₂₄	2839	4,36	2831	3,66	3038	2,17
α-sélinène	C ₁₅ H ₂₄	2881	0,62	2864	0,32	-	-
β-sélinène	C ₁₅ H ₂₄	-	-	-	-	3059	0,50
Bicyclogermacrène	C ₁₅ H ₂₄	-	-	2878	0,59	3081	2,05
δ-cadinène	C ₁₅ H ₂₄	2893	2,73	-	-	-	-
Oxyde de caryophyllène	C ₁₅ H ₂₄	3069	6,22	3054	0,47	-	-
Monoterpènes hydrocarbures		-	26,08	-	32,39	-	15,50
Monoterpènes oxygénés		-	3,20	-	35,13	-	7,09
Sesquiterpènes hydrocarbures		-	37,83	-	26,89	-	41,71
Sesquiterpènes oxygénés		-	6,24	-	0,47	-	-

TR : Temps de rétention en minute

V.3. Activité insecticide des huiles essentielles

V.3.1. Pouvoir insecticide de l'huile essentielle d'*H. bracteiferum*

D'après le tableau 5 et la figure 21, les taux de mortalité de *S. zeamais* varient significativement avec la concentration appliquée et la durée d'exposition. Ainsi, les concentrations de 80 et 160 μ L/L induisent des faibles taux de mortalité compris entre 8,00 et 30,00%, et ce même après 72h d'exposition. Par contre, pour les concentrations plus élevées 240 et 320 μ L/L, au moins 80% des insectes sont morts dès le premier jour de test (24h). À la concentration de 320 μ L/L, l'huile essentielle d'*H. bracteiferum* provoque 80% de mortalité après 24h d'exposition pour atteindre 91,67% après 72h. Toutefois, la faible quantité d' l'huile essentielle restante n'a pas permis de réaliser des tests supplémentaires afin de connaître la concentration nécessaire pour obtenir le taux de mortalité maximal 100,00%. Les lots témoins sans huiles essentielles n'ont montré aucune mortalité lors des différents tests.

Tableau 5 : Taux de mortalité (%) de *S. zeamais* soumis à l'huile essentielle d'*H. bracteiferum*

Traitements	24h	48h	72h
Témoins	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
80 μ L/L	8,33 \pm 14,43 ^b	8,33 \pm 14,43 ^b	8,33 \pm 14,43 ^b
160 μ L/L	20,00 \pm 5,00 ^b	25,00 \pm 5,00 ^b	28,33 \pm 7,64 ^b
240 μ L/L	80,00 \pm 5,00 ^a	85,00 \pm 5,00 ^a	88,33 \pm 2,89 ^a
320 μ L/L	80,00 \pm 18,03 ^a	90,00 \pm 8,66 ^a	91,67 \pm 7,64 ^a

À l'intérieur d'une même colonne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement au seuil de 5% (test de Tukey).

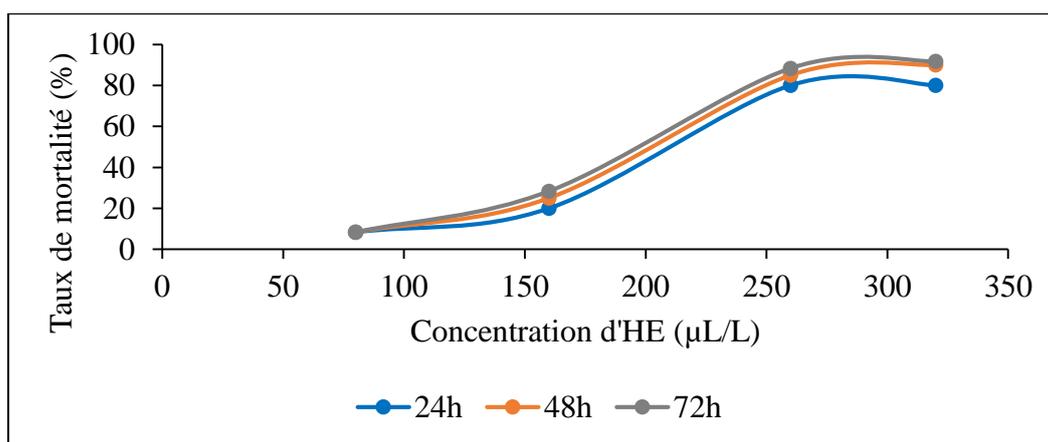


Figure 21 : Variation du taux de mortalité en fonction de la concentration

Le calcul de la dose létale médiane CL_{50} par la méthode des probits a donné 213,79 μ L/L pour le temps d'exposition 24h. Les valeurs des CL_{50} obtenues aux temps d'exposition 48 et 72h sont voisines et valent 169,82 et 165,95 μ L/L, respectivement.

V.3.2. Pouvoir insecticide de l'huile essentielle d'*H. benthamii*

Les résultats du test par fumigation envers *S. zeamais* sont présentés dans le tableau 6. Ils suggèrent que le pouvoir insecticide de l'huile essentielle d'*H. benthamii* est très faible par rapport à celui de l'huile essentielle d'*H. bracteiferum*. Quelles que soient les concentrations utilisées (80, 160 et 240µL/L d'air) et les temps d'exposition (24, 48 et 72h), les taux de mortalité sont tout au plus égaux à 10,00%. Le taux de mortalité de 10,00% est obtenu avec la concentration 240µL/L et le temps d'exposition 72h. Au vu de ce résultat, le test n'a pas été conduit à la concentration de 320µL/L pour l'huile essentielle d'*H. benthamii*. Les lots témoins sans huiles essentielles n'ont montré aucune mortalité lors des différents tests.

Tableau 6 : Taux de mortalité (%) de *S. zeamais* soumis à l'huile essentielle d'*H. benthamii*

Traitements	24h	48h	72h
Témoins	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
80µL/L	3,33±2,88 ^a	3,33±2,88 ^a	3,33±2,88 ^a
160µL/L	5,00±0,00 ^a	6,66±2,88 ^a	8,33±5,77 ^a
240µL/L	8,33±7,63 ^a	8,33±7,63 ^a	10,00±10,00 ^a

À l'intérieur d'une même colonne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement au seuil de 5% (test de Tukey)

Conclusion partielle

Les travaux effectués sur les trois espèces aromatiques *H. benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* (Asteraceae) ont trait à la détermination des compositions chimiques de leurs huiles essentielles par CPG et l'évaluation de l'activité insecticide de ces dernières envers *Sitophilus zeamais* par fumigation. Les rendements en huiles essentielles sont 0,07, 0,18% et 0,07% (poids/poids), respectivement. Les constituants majoritaires des huiles essentielles sont différents pour les 3 espèces. L' α -pinène (22,28%), l' α -humulène (7,02%) et l'oxyde de caryophyllène (6,22%) pour *H. benthamii*. Le 1,8-cinéole (30,00%), l' α -humulène (14,5%) et le β -pinène (14,00%) pour *H. bracteiferum*, le β -caryophyllène (23,23%), l' α -humulène (11,56%) et le linalol (4,45%) pour *H. manopappoides*. L'huile essentielle d'*H. bracteiferum* a montré un pouvoir insecticide relativement fort envers *S. zeamais* en provoquant des taux de mortalité de 80 et 88,33% à la concentration de 240µL/L d'air aux temps d'exposition de 24 et 72h, respectivement. La dose létale médiane CL₅₀ est de 213,79µL/L pour le temps d'exposition 24h. L'huile essentielle d'*H. benthamii* est faiblement toxique dans ce test. L'huile essentielle d'*H. manopappoides* n'a pu être testée faute de quantité suffisante.

Chapitre IV. DISCUSSIONS

Les plantes aromatiques et les huiles essentielles sont placées au cœur des activités de recherche entrant dans le cadre de la préparation de ce Mémoire. Les résultats obtenus touchent plusieurs disciplines scientifiques telles que la Botanique, l'Ecologie, l'Ethnobotanique, la Chimie et l'Entomologie. Le présent chapitre est consacré à la discussion qui tente d'apporter des explications nécessaires à la compréhension des résultats en se référant aux travaux antérieurs dans le domaine concerné.

I. APPROCHE MÉTHODOLOGIE

Pendant cette étude, les données sur les plantes aromatiques de Madagascar ont été obtenues de différentes façons. En effet, certains articles scientifiques manquent de précision pour pouvoir les exploiter et les considérer comme source d'informations fiables. Quelques auteurs utilisent des noms de code pour désigner les plantes sur lesquelles ils ont étudiés. Nombreux sont également les articles sur les plantes aromatiques dont l'accès via internet n'est pas gratuit. Dans d'autres cas, les espèces rapportées ne sont pas inscrites dans le catalogue des plantes vasculaires à Madagascar, surtout les espèces introduites. En conséquence, l'inventaire complet des plantes aromatiques s'avère difficile voire impossible et les informations obtenues sont insuffisantes. Toutefois, afin de résoudre partiellement ces problèmes, la consultation d'autres littératures sans relation avec les plantes aromatiques, des identifications de noms vernaculaires et des observations sur terrain sont faites pour vérifier que l'espèce existe bel et bien à Madagascar. Cette voie peut aider à combler les lacunes concernant la distribution phytogéographique, la bioclimatique et la forme biologique.

II. RICHESSE EN PLANTES AROMATIQUES

Les travaux d'inventaire menés ont permis d'identifier 650 espèces aromatiques réparties dans 68 familles et 231 genres. Ce nombre dépasse largement celui trouvé par Rakotavao et Randriajohany (1996) qui ont rapporté 110 espèces aromatiques réparties dans 33 familles. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les travaux de prospection botanique et d'ethnobotanique ainsi que les recherches chimiques et biologiques sur les PA ont connu un essor considérable ces dernières années grâce aux diversifications des institutions œuvrant dans le domaine des plantes aromatiques et l'importance des produits biologiques sur le marché international. Des mises à jour au niveau des taxonomies ont également eu lieu et ont conduit à des synonymes, l'introduction des nouvelles taxa, des précisions ou changements de taxa (Dejardin et al. 1973 ; Feldmann, 2012). Par contre, 293 espèces (45,07%) n'ont pas encore fait l'objet d'études concernant leurs constituants volatils. Ce fort pourcentage suggère que la

flore malgache montre une diversité exceptionnelle et est encore peu explorée en matière des plantes aromatiques.

III. DIVERSITÉ DES FAMILLES ET GENRES AROMATIQUES

Les plantes aromatiques recensées sont réparties dans 68 familles parmi lesquelles les Asteraceae (26,31%), Rutaceae (14,15%), Lauraceae (9,54%) et Lamiaceae sont les plus diversifiées. Ces familles sont considérées comme une source importante des huiles essentielles utilisées dans différents secteurs aussi bien médicaux qu'industriels (Vigan, 2010 ; Hammer et *al.*, 2011). D'ailleurs, elles figurent parmi les grandes familles les plus diversifiées de la flore de Madagascar (Gautier et *al.*, 2013) et celles les plus diversifiées de la flore médicinale (Rafidison et *al.*, 2019). Ainsi, les familles des plantes aromatiques les plus diversifiées à Madagascar correspondent surtout aux familles des PA du monde, diversifiées dans la flore et la flore médicinale.

Helichrysum avec 109 espèces (16,77%) est à la fois le genre aromatique et médicinal le plus diversifié (Rafidison et *al.*, 2019).

IV. ENDÉMICITÉ, FORME BIOLOGIQUE ET PARTIES DES PLANTES AROMATIQUES

Les espèces endémiques représentent 61,41% des plantes aromatiques recensées. Ce taux est plus élevé en comparant avec celui indiqué par Rakotovao et Randrianjohany (1996) qui est de 47%. Cet endémisme des plantes aromatiques concorde avec celui de la flore médicinale de Madagascar. Cette dernière est de 60,73% (Rafidison et *al.*, 2019). Les espèces aromatiques endémiques sont rencontrées dans toutes les Régions de Madagascar. Les différentes caractéristiques géologiques et climatiques spécifiques de la grande île sont en faveur du développement des plantes aromatiques endémiques.

Les arbustes occupent la première place avec un taux de 47,03%. Ce résultat montre l'importance des formations forestières en plantes aromatiques.

V. ÉCOLOGIE DES PLANTES AROMATIQUES

Analamanga (8,68%), Diana (8,15%), Vakinankaratra (7,82%), Anosy (7,61%), Alaotra-Mangoro (7,11%), Sava (6,74%), Haute Matsiatra (6,08%), Atsinanana (5,91%) sont les Régions les plus riches en plantes aromatiques. L'abondance des espèces aromatiques dans ces Régions peut être expliquée par la présence d'aires protégées, la nature des substrats et le type bioclimatique. Par exemple, les Régions Alaotra Mangoro et Haute Matsiatra possèdent encore des surfaces forestières élevées, par conséquent elles sont particulièrement riches en

plantes aromatiques. À l'inverse, peu des plantes aromatiques ont été recensées dans les Régions Itasy et Bongolava par le fait qu'elles n'ont pas encore fait l'objet d'études sur les plantes médicinales (Rakotonandrasana et *al.*, 2017). De plus, très rares sont les prospections botaniques dans ces Régions à cause de la rareté des végétations naturelles et l'absence d'aires protégées. Les données relatives aux plantes aromatiques deviennent insuffisantes par ricochet. De même, la richesse en plantes aromatiques dépend de la proximité ou l'éloignement des grandes villes et des études écologiques.

Quant aux bioclimats, les résultats obtenus suggèrent que les plantes aromatiques s'adaptent mieux aux bioclimats subhumide (41,75%) et humide (25,68%). Selon Faramalala et Rajeriarison (1999), les Régions aux bioclimats subhumide et humide sont caractérisées par des végétations dont la flore est riche en espèces appartenant aux familles des Malvaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Acanthaceae et Lamiaceae. Ces dernières sont connues pour leur richesse en familles aromatiques. Ces résultats sont en accord avec ceux de Neffati et Sghaier (2014) en Jordanie. En effet, dans ce pays, 80% des plantes aromatiques médicinales sont concentrées dans les zones bioclimatiques subhumide et humide.

Le bioclimat de montagne est pauvre en plantes aromatiques (9,50%). Les végétations dans ce type bioclimatique sont dominées par la forêt dense sclérophylle (Kœchlin et *al.*, 1974), de fourré dense et de savane (Humbert, 1965). L'origine du faible nombre des plantes aromatiques pourrait être de trois origines : la rareté des travaux de recherches ethnobotaniques dans les aires protégées (Rakotonandrasana et *al.*, 2017), la difficulté d'accès dans les hauts sommets comme Tsaratanana, Andringitra, Ankaratra et Marojejy, et la faible diversité floristique.

Concernant le statut de conservation, 22,71% des espèces déjà évaluées sont en danger, 12,82% vulnérable et 10,99% en danger critique. Les menaces résultent des fortes pressions qui pèsent sur la biodiversité malgache et sont liées à des phénomènes naturels défavorables et aux actions pernicieuses de l'Homme. Pour les espèces savaniques, l'influence des feux et des pâturages entraîne des variations de diversité floristique (Rakotoarisoa et *al.*, 2017). Quant aux forêts, elles sont touchées par la culture sur brûlis, les coupes sélectives, l'utilisation de la forêt en zone de pâturage et de collecte des produits forestiers (Soarimalala et Raherilalao, 2008). Les menaces sont amplifiées par la régression de la surface forestière suite aux feux de brousse (Rakotonandrasana, 2014). En conséquence, la régénération de la couverture végétale semble être très lente et la reconstitution à l'état originel est difficile, voire impossible (Soarimalala et Raherilalao, 2008). Toutes ces mauvaises pratiques ont indéniablement concouru à

l'augmentation des espèces aromatiques menacées en danger, vulnérables ou en danger critique.

VI. UTILISATIONS EN MÉDECINE TRADITIONNELLE DES PLANTES AROMATIQUES

Les plantes aromatiques de Madagascar sont utilisées pour traiter 18 types de maladies dont les plus fréquemment traités avec les plantes aromatiques correspondent aux Maladies de l'appareil digestif (84,52%), Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externes (83,33%) ainsi qu'à Certaines maladies infectieuses et parasitaires (76,19%). Ces maladies figurent parmi celles les plus morbides à Madagascar (Direction de la veille sanitaire et de la Surveillance épidémiologique. 2018). Ainsi, comme les plantes médicinales, les plantes aromatiques sont également indiquées surtout dans les traitements des maladies fréquentes dans le pays.

L'espèce autochtone endémique *Psiadia altissima* (40,48%), autochtone non endémique *Harungana madagascariensis* (35,71%) et introduite *Lantana camara* (30,93%) sont les 3 premières plantes aromatiques les plus citées en médecine traditionnelle. Les deux premières sont des espèces de régénération après la coupe d'arbre dans les forêts (Ratsimandresy, 2019) et sont très fréquentes dans les formations secondaires (CIRAD, 2013 ; Cooke, 2009 ; Samyn et Petitjean, 1999). De même, *P. altissima* et *H. madagascariensis* figurent parmi les espèces les plus citées en médecine traditionnelle (Rafidison et al., 2019). *L. camara* est une espèce envahissante et se trouve dans la liste des plantes médicinales très utilisées dans le monde (Ross, 1999).

VII. FAMILLES CHIMIQUES ET CONSTITUANTS MAJORITAIRES DES PLANTES AROMATIQUES

Les constituants des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques de Madagascar sont très diversifiés et appartiennent principalement aux classes des monoterpènes hydrocarbonés et oxygénés, des sesquiterpènes hydrocarbonés et oxygénés ainsi que des phénylpropanoïdes. Ces résultats concordent avec les observations de Lingan (2018), et Raut et Karuppayil (2014) selon lesquelles les huiles essentielles ont une composition chimique à la fois riche et complexe et qui varie en fonction de nombreux facteurs, entre autres l'origine géographique, le climat, les variations saisonnières, le stress pendant la croissance et la maturité, le temps de récolte ou le stockage, l'écotype et la variété de l'espèce etc. Les composés majoritaires les plus rapportés dans les huiles essentielles sont des terpènes représentés par le

caryophyllène, le pinène et le limonène. Les terpènes sont les plus abondants dans les huiles essentielles et forment jusqu'à 80% de leur composition (Fokou et al., 2020)

Les feuilles constituent l'organe de plantes le plus utilisé pour extraire les huiles essentielles. En outre, les huiles essentielles des feuilles renferment une myriade de composés appartenant aux familles des monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, diterpènes et phénylpropanoïdes. La raison en est que les feuilles sont le principal siège de la photosynthèse et du stockage des métabolites secondaires (Bitsindou, 1986). Pour ces raisons, elles constituent l'organe de la plante le plus employé pour les études chimiques et biologiques des huiles essentielles.

VIII. ETHNOPHARMACOLOGIQUE D'*H. benthamii*, *H. bracteiferum* ET *H. manopappoides*

Helychrysum benthamii, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* sont les 3 espèces aromatiques examinées sur les plans chimique et biologique. Analysées par CPG, leurs huiles essentielles présentent des compositions chimiques très différentes aussi bien au point de vue qualitative que quantitative. Leurs premiers constituants majeurs sont α -pinène (22,28%), 1,8-cinéole (30,00%) et β -caryophyllène (23,23%), respectivement. Ainsi, les 3 huiles essentielles peuvent être différenciées sur la base de leurs composés majoritaires. Cependant, la comparaison du premier composé majoritaire des 3 huiles essentielles étudiées avec celui d'autres huiles essentielles d'*Helichrysum* malgaches a permis de relever quelques ressemblances. À titre d'exemples, le 1,8-cinéole et le β -caryophyllène sont les composés majoritaires rapportés dans les huiles essentielles d'*H. gymnocephalum* ou *H. dubardii*, et *H. faradifani*, *H. cordifolium*, *H. bojerianum* ou *H. hypnoïdes*, respectivement (Rabehaja et al., 2020 ; Cavalli, 2002).

La recherche bibliographique non encore exhaustive que nous avons effectuée n'a pas conduit à l'identification d'espèces d'*Helichrysum* malgaches caractérisées par la prédominance de l' α -pinène dans leurs huiles essentielles. Par contre, le β -pinène (40,50%) est présent majoritairement dans l'huile essentielle d'*H. selaginifolium* (Cavalli et al., 2001 ; Cavalli, 2002). Les composés majoritaires dans les huiles essentielles d'*H. hirtum* et d'*H. diotoïdes* ont des structures de type presilperfolane et dérivant du linalol, respectivement (Rabehaja et al., 2020). Ces résultats sont en faveur de l'existence d'une grande variabilité chimique interspécifique dans le genre *Helichrysum* de Madagascar. Des études sur d'autres espèces d'*Helichrysum* sont nécessaires pour bien mettre en évidence sa spécificité sur le plan chimique.

Les huiles essentielles d'*H. benthamii* et d'*H. bracteiferum* ont déjà fait l'objet de travaux chimiques antérieurs. A notre connaissance, la présente étude est la première qui a trait à la composition chimique de l'huile essentielle d'*H. manopappoides*. Dans le cas des 2 premières huiles essentielles, il existe une grande variation chimique d'ordre quantitative si on se réfère aux teneurs des composés majoritaires rapportées par d'autres auteurs. Rabehaja et al., (2020) ont analysé 3 huiles essentielles extraites de 3 échantillons d'*H. benthamii* récoltées à Ambatobe dans les environs d'Ankaratra. L'une d'elles admet approximativement la même teneur en α -pinène que notre échantillon récolté à Ambohipisaka dans la Commune de Manalalondo (23,10%) et l'échantillon obtenu dans le District d'Arivonimamo (22,28%). Les 2 autres huiles essentielles ont une teneur relativement élevée en ce même composé (50,80 et 51,90%, respectivement). Toutefois, l' α -pinène, l' α -humulène, l' α -copaène et l'oxyde de caryophyllène figurent toujours parmi les 4 composés majoritaires de l'huile essentielle d'*H. benthamii*.

Les mêmes constats sont relevés pour l'huile essentielle d'*H. bracteiferum*. Notre échantillon et celui de Cavalli (2002) récolté à Behenja dans le District d'Ambatolampy ont des teneurs très différentes en 1,8-cinéole (30,00 et 19,40%, respectivement). Malgré cela, le 1,8-cinéole, l' α -humulène et le β -pinène demeurent les composés majoritaires dans ces 2 échantillons. En revanche, Ramanoelina et al. (1992) ont trouvé pour *H. bracteiferum* récoltée dans les zones environnantes de l'Université d'Antananarivo les composés majoritaires suivants dans l'huile essentielle : 1,8-cinéole (17,70%), α -humulène (11,60%), terpinen-4-ol (9,60%) et β -pinène (8,22%). Le terpinen-4-ol est relativement faible dans notre échantillon (2,41%) et celui de Cavalli (1,30%).

L'existence d'une variabilité chimique intraspécifique est assez fréquente chez les huiles essentielles. Par exemple, elle est observée chez les huiles essentielles de *Marrubium vulgare* (Mkaddem et al., 2022) et de *Rosmarinus officinalis* (Rathore et al., 2022). Son origine dépend de plusieurs facteurs, entre autres les conditions environnementales, l'origine géographique, la période de récolte, les conditions de stockage et le stade végétatif (Ayoob et al., 2018).

IX. ACTIVITÉ INSECTICIDE DES HUILES ESSENTIELLES D'*H. benthamii* ET *H. bracteiferum*

L'effet insecticide des huiles essentielles d'*H. benthamii* et *H. bracteiferum* a été évalué sur *S. zeamais*, un insecte responsable de la dégradation des grains de maïs lors du stockage. D'une manière générale, l'activité biologique d'un extrait est attribuable à ses constituants

chimiques qui peuvent agir en synergie ou de façon isolée. Dans le cas de l'effet insecticide d'une huile essentielle, son intensité dépend de la concentration testée, de la composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes cibles (Bokobana et al., 2014). Les 2 huiles essentielles testées ont des compositions chimiques différentes avec comme composé majoritaire l' α -pinène (22,28%) pour *H. benthamii* et le 1,8-cinéole (30,00%) pour *H. bracteiferum*. Elles ont été testées aux mêmes concentrations. Les résultats obtenus montrent que *S. zeamais* est fortement plus sensible à l'huile essentielle d'*H. bracteiferum* que l'huile essentielle d'*H. benthamii*. Selon les études d'Obeng-Ofori et al. (1997), le 1,8-cinéole a montré une activité insecticide à l'égard de *S. granarius* et *S. zeamais*. Asawalam et al. (2008) ont démontré que l'huile essentielle de *Vernonia amygdalina* (Asteraceae) admet comme composé majoritaire le 1,8-cinéole et a présenté une forte toxicité par fumigation vis-à-vis de *S. zeamais*. Les mêmes auteurs ont également spécifié que l'activité insecticide envers *S. zeamais* du mélange des 8 premiers composés majoritaires de *Vernonia amygdalina* diminue considérablement en l'absence du 1,8-cinéole. En particulier, l' α -pinène testé seul a montré une activité insecticide peu significative envers l'insecte. Le 1,8-cinéole en tant que composé majoritaire de l'huile essentielle d'*H. bracteiferum* pourrait donc figurer parmi les constituants responsables de son pouvoir insecticide. Toutefois, les composés minoritaires de l'huile peut y jouer un rôle primordial, soit en amplifiant l'activité du composé majoritaire, soit en démontrant un effet additif.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les plantes aromatiques revêtent une importance socio-économique considérable dans la mesure où elles constituent une source de produits à haute valeur ajoutée dont les huiles essentielles et les composés aromatisants. Pourtant, leur proportion parmi les espèces végétales rencontrées à Madagascar est encore mal connue ou que les données quantitatives y afférentes sont relativement anciennes, et de ce fait méritent d'être actualisées. Les travaux entrepris dans le cadre de ce Mémoire de Master II consistent à recenser les plantes aromatiques par le biais d'intenses travaux de recherche bibliographique et webographique, et à mener des investigations chimiques et biologiques sur trois espèces de la famille Asteraceae, à savoir *H. bracteiferum*, *H. benthamii* et *H. manopappoides*. Ils s'inscrivent dans le cadre de nos programmes de recherche qui visent à contribuer à une meilleure connaissance et la valorisation scientifiques des plantes endémiques et médicinales de Madagascar.

Dans un premier temps, le travail est axé sur le recensement des plantes aromatiques de Madagascar. Il en ressort que 650 espèces réparties dans 231 genres et 68 familles sont des plantes aromatiques dont la grande majorité (639 espèces soit 99,84%) sont terrestres. Le nombre d'espèces aromatiques dont la présence d'huile essentielle a été prouvée par des études chimiques s'élève à 357 (54,52%) contre 293 espèces (45,07%) non encore prouvées. Asteraceae, Rutaceae, Lauraceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae et Orchidaceae sont les familles les plus diversifiées tandis que *Helichrysum*, *Cryptocaria*, *Ivodea*, *Vepris*, *Croton*, *Eucalyptus*, *Melicope* et *Piper* sont les genres les plus riches en plantes aromatiques. Les espèces autochtones endémiques et les formes biologiques arbustives tiennent la première place dans la liste des plantes aromatiques de Madagascar.

Les plantes aromatiques sont abondantes dans les Régions où d'importantes études écologiques et/ou ethnobotaniques ont été déjà conduites. Ce sont les Régions Analamanga, Diana, Anosy, Vakinankaratra, Alaotra-Mangoro, Sava, Haute Matsiatra, Atsinanana, Analanjirofo, Amoron'i Mania et Ihorombe. De même, elles sont très nombreuses dans les bioclimats subhumide et humide. Par contre, l'insuffisance des études suscitées ou les difficultés d'accès sont les premières causes du faible nombre de plantes aromatiques dans certaines Régions comme Itasy et Bongolava. Le bioclimat de montagne est le moins favorable pour le développement des plantes aromatiques.

Les plantes aromatiques ont des utilisations en médecine traditionnelle. Les familles des Asteraceae, Rutaceae, Fabaceae, Apiaceae, Lamiaceae et Myrtaceae, les genres *Psiadia*, *Helichrysum*, *Cinnamosma*, *Brachylaena* et *Harungana* et les 3 espèces *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* et *Lantana camara* sont les plus citées en médecine

traditionnelle. Les plantes aromatiques servent à traiter 18 types de maladies parmi lesquelles les Maladies de l'appareil digestif, Lésions traumatiques empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe et Maladies infectieuses et parasitaires sont les plus soignées.

Les feuilles, les fruits, les fleurs et les graines sont les organes les plus utilisées pour l'extraction des huiles essentielles dans les familles Myrtaceae, Flacourtiaceae, Malvaceae, Lauraceae, Solanaceae, Verbenaceae, Amaranthaceae, Hypericaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae et Moringaceae. Les racines sont plutôt employées dans la famille des Zingiberaceae. Les tiges et les écorces ont les organes ciblés dans les familles des Canelaceae, Rutaceae, Anacardiaceae, Asteraceae, Apocynaceae et Moringaceae.

Les monoterpènes hydrocarbonés, les sesquiterpènes hydrocarbonés et les monoterpènes oxygénés sont les groupes chimiques dominants dans les huiles essentielles. Le caryophyllène, le pinène et le limonène sont les 3 premiers composés majoritaires. Le profil chimique des huiles essentielles extraites des feuilles est relativement complexe en comprenant des monoterpènes et sesquiterpènes hydrocarbonés, des sesquiterpènes oxygénés, des substances oxygénées non terpéniques, des diterpènes, des phénylpropanoïdes et d'autres composés. Les organes riches en α -pinène, α -terpinéol, limonène, myrcène, myristicine, β -pinène, γ -terpinène, D-limonène et α -cadinol sont les fleurs, les fruits et les graines. Les racines sont caractérisées par la prédominance de l' α -humulène.

Ces données nous permettent d'appréhender l'état de connaissances actuelles sur les plantes aromatiques et les huiles essentielles à Madagascar. Elles ne sont pas évidemment exhaustives pour les raisons évoquées dans la discussion. Toutefois, il est admis que le manque d'informations scientifiques et techniques sur la biodiversité floristique de Madagascar en général, et les plantes aromatiques en particulier, constitue un handicap majeur à leur valorisation et leur conservation.

En second lieu, trois espèces aromatiques ont fait l'objet d'investigations sur les plans chimique et biologique. *Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* ont été examinées quant à la composition chimique et l'activité insecticide de leurs huiles essentielles. A notre connaissance, *H. manopappoides* n'a pas encore fait l'objet d'investigations chimique et biologique. La composition chimique des 3 huiles essentielles sont différentes. Leurs composés majoritaires sont l' α -pinène, le 1,8-cinéole et le β -caryophyllène, respectivement. L'huile essentielle d'*H. bracteiferum* a montré une activité insecticide envers *S. zeamais* avec une valeur de CL_{50} égale à 213,79 μ L/L au temps d'exposition 24h. Des essais en grandeur réelle sont envisageables pour l'huile essentielle d'*H. bracteiferum* dans le contrôle des insectes nuisibles. Cependant, l'évaluation de la toxicité in vivo et la recherche d'une méthode

suffisamment sensible et non coûteuse sont des préalables obligatoires à son utilisation dans les magasins de stockage des grains de maïs.

L'ensemble de ces résultats susmentionnés constituent un outil important qui permettrait de poursuivre les études scientifiques sur les plantes aromatiques, et ce dans l'objectif de renforcer la filière plantes aromatiques à Madagascar par la diversification des huiles essentielles mises en vente sur le marché national et international. Il importe de signaler que l'utilisation des huiles essentielles dépend d'énormes facteurs, notamment la composition chimique et la biomasse disponible.

Au regard de ces résultats, les perspectives de recherche sont encore nombreuses. Elles consistent notamment à :

- Augmenter les aires protégées existant à Madagascar,
- Effectuer des études écologiques sur les plantes aromatiques endémiques les plus citées et les espèces plus importantes dans le traitement des maladies,
- Faire des études chimiques et pharmacologiques sur des espèces ayant un niveau de fidélité maximal,
- Elargir les tests biologiques, surtout insecticide à d'autres insectes nuisibles à la santé, aux cultures et aux produits stockés et avec d'autres espèces du genre *Helichrysum*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Adelaar A., 2006. The Indonesian migrations to Madagascar : making sense of the multidisciplinary evidence. Dans Austronesian Diaspora and The Ethnogenesis of People in the Indonesian Archipelago. Proceedings of the International Symposium. 205-232.
- 2- Adelaar A., 2013. Malagasy Dialect Divisions : Genetic versus Emblematic Criteria. "Oceanic Linguistics". 52 (2) : 457-480.
- 3- Antonello A. & Pietro A., 2011. Correspondance analysis with linear constraints of ordinal cross- classification. *Journal of Classification*.. 28 : 70-92.
- 4- Akrouf A., Hajlaoui H., Mighri H., Najjaa H., El Jani H., Zaidi S. & Neffati M., 2010. Chemical and Biological Characteristics of Essential Oil of *Rosmarinus officinalis* Cultivated in Djerba, *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*. 13 (4) : 398-411.
- 5- Asawalam E.F., Emosairue S.O. & Hassanali A., 2008. Contribution of different constituents to the toxicity of the essential oil constituents of *Vernonia amygdalina* (Compositae) and *Xylopiya aetiopica* (Annonaceae) on maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *African Journal of Biotechnology*. 7 (16) : 2957-2962.
- 6- Ayoob I., Masood-ur-Rahman & Shakeel-u-Rehman, 2018. Essential Oil Composition of *Rosmarinus officinalis* L. from Kashmir (India) . *EC Microbiology*. 14(2) : 29-32.
- 7- Baser K.H.C. & Buchbauer G., 2016. Handbook of essential oils. *Science, Technology and Applications*, Second Edition, Taylor and Francis Group, LLC. 1089.
- 8- Battistini R., 1996. Paléogéographie et variété des milieux naturels à Madagascar et dans les îles voisines : Quelques données de base pour l'étude biogéographique de la « Région malgache ». In W.R. Lourenço (éd.) : Biogéographie de Madagascar. 1-17.
- 9- Bégué L., 1966. Chronique phytogéographique. La végétation de Madagascar. Bois et forêts des tropiques. 106 : 56-65.
- 10- Bekele, A.J. & Hassanali, A. 2001. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pests. *Phytochemistry*. 57 : 385-391.
- 11- Benlamdini N., Elhafian M., Rochdi A. & Zidane L., 2014. Etude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya). *Journal of Applied Biosciences*. 78 : 6771- 6787.
- 12- Benzecri J.P., 1977. Analyse discriminante et analyse factorielle. *Les Cahiers de l'Analyse de Données*. 2 (4) : 369-406.
- 13- Benzecri J.P. & Benzecri F., 1985. Introduction à la classification ascendante hiérarchique d'après un exemple de données économiques. *Journal de la Société Statistique à Paris*. 126 (1) : 369-406.
- 14- Berthillier A., 1972. La chromatographie et ses applications. Edition DUNOD, Paris.
- 15- BioNET-EAFRINET, 2013. *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855-Maize Weevil.
- 16- Bitsindou M., 1986. Enquête sur la phytothérapie traditionnelle à Kindamba et Odzala (Congo) et analyse de convergence d'usage des plantes médicinales en Afrique centrale -Mem. Doc (iné.). Université libre de Bruxelles. 482.
- 17- Boiteau P., Boiteau M. & Allorge-Boiteau L., 1999. Dictionnaire des noms malgaches de végétaux, 3, Alzieu. Grenoble.
- 18- Boiteau P., 1986. Médecine traditionnelle et pharmacopée : précis de matière médicale malgache. ACCT.
- 19- Boiteau P., 1979. Dictionnaire des noms malgaches des végétaux. *Fitoterapia*. 45-50.
- 20- Boiteau P., 1978. Dictionnaire des noms malgaches de végétaux. *Fitoterapia*. 2 (49) : 85-96.
- 21- Boiteau P., 1974. Dictionnaire des noms malgaches des végétaux. *Fitoterapia*. 45-50.
- 22- Bokobana EM., Koba K., Poutouli, WP., Akantetou PK, Nadio NA., Laba B., Tozoou P., Raynaud C. & Sanda K., 2014. Evaluation du potentiel insecticide et répulsif de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae), ravageur du cotonnier au Togo. *Revue Cames*. 2(2) : 48-55.
- 23- Bosser J. & Lecoufle M., 2011. Les Orchidées de Madagascar. Biotope, Mèze.
- 24- Bruneton J., 1993. Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. Edition. Technique et documentaire, 3^{ème} édition. 484-634
- 25- Cabanis Y., Chabouis L. & F., 1970. Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes. Tome 2. BDPA, Tananarive. 363.
- 26- Callmander M.W., Phillipson P.B., Schatz G.E., Andriambololona S., Rabarimanarivo M., Rakotonirina N., Raharimampionona J., Chatelain C., Gautier L. & Lowry II. P. P., 2011. The endemic and non-endemic vascular flora of Madagascar updated. *Plant Ecology and Evolution*. 144 (2) : 121-125.
- 27- Cavalli J.F., 2002. Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 des huiles essentielles de Madagascar. Thèse de Doctorat en Chimie Organique et analytique de l'Université de Corse Pascal Paoli : Faculté des sciences et Technique.
- 28- Cavalli J.F., Ranarivelo L., Ratsimbason M., Bernadini A.F., Casanova J., 2001. Constituents of the essential oil of six *Helichrysum* species from Madagascar. *Flavour Fragrance Journal*. 16 : 253-256.
- 29- Cazzola C. & Doublet C., 2015. Mise au point d'une technique de séparation et de quantification des composés présents dans une huile essentielle. Projet d'étude de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Rouen. 1-69.
- 30- CIRAD, 2013. *Lantana camara* L. - Verbenaceae R Dicotylédone.
- 31- Cornet A., 1974. Essai de cartographie bioclimatique de Madagascar. Laboratoire botanique. ORSTOM, Paris. 28.
- 32- Cooke B., Burren C. & Rakotoniaina M., 2009. Fiches techniques pour promouvoir les plantations des arbres, MYE Andohalo Antananarivo. 94.
- 33- Cramer J. & In der A.R.. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft. FL-9490 Vaduz. 645.
- 34- Dandouau A., 1922. Ody et Fanafody (charmes et remèdes) : Pharmacopée Sakalava et Tsimihety. *Revue d'Ethnographie et de Traditions Populaires*.
- 35- Debray M., Jacquemin H., Razafindrambao R., 1971. Contribution à l'inventaire des plantes médicinales de Madagascar, in Travaux et documents de l'ORSTOM N°8, ORSTOM, Paris.
- 36- Decary R., 1955. Quelques Plantes aromatiques et à parfum de la Flore de Madagascar. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*. 416-422.
- 37- De Jardin J., Guillaumet J. & Mangenot G., 1973. Contribution à la connaissance de l'élément non endémique de la flore malagasy (végétaux vasculaires). *Candollea*. 28 : 325-391.
- 38- De Wet H. & Van Wyk B., 2008. An ethnobotanical survey of southern African Menispermaceae. *South African Journal of Botany*. 74 : 2-9.
- 39- De Wit M.J., 2003. Madagascar : Heads it's continent, tail it's an island. *Annual Review of earth and Planetary Sciences*. 31: 312-248.
- 40- Dhifi W., Bellili S., Jazi S., Bahloul N. & Mnif W., 2016. Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities. *A critical Review*. 3 (25) : 1-16.
- 41- Direction de la veille sanitaire et de la Surveillance épidémiologique. 2018. Bulletin Mensuel de Surveillance Epidémiologique de Madagascar (BMSEM). *BMSEM*. 3 : 10.

- 42- Djibo A. K., 2000. Analyse des huiles essentielles de quelques plantes de la flore du Burkina faso appartenant aux familles des Lamiaceae (*Hyptis spicigera* Lam., *Hyptis suaveolens* Poit., *Ocimum americanum* L.) et des Poaceae (*Cymbopogon schoenanthus* L., spreng, *Cymbopogon giganteus* Chiov et *Cymbopogon citratus* DC stapf). Doctorat de troisième cycle en Chimie Organique Appliquée, Université de Ouagadougou Burkina Faso. 11-30.
- 43- Dobie P., 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 10 :183-187.
- 44- Donque G., 1973. Les conditions générales du climat de Madagascar. Madagascar : *Revue Géographique*. 22 : 1-91.
- 45- Dorosso S. J., 2002. Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. Université Ouagadougou.
- 46- Du Puy D. & Moat J., 1996. A refined classification of the primary vegetation of Madagascar based on the underlying geology : using GIS to map its distribution and to assess its conservation status. In Lourenço W.R. (ed.) : Biogéographie de Madagascar, ORSTOM Paris. 205-218.
- 47- EDBM, 2018. La filière huile essentielle à Madagascar.
- 48- Enan E., 2001. Insecticidal activity of essential oils : in Octopaminergic sites of action. *Comparatives Biochemistry and Physiology. Toxicology and pharmacology*. 130 (3) : 325 - 337.
- 49- Faramalala M. H. & Rajeriarison C., 1999. Nomenclature des formations végétales de Madagascar. ANGAP. 43.
- 50- Faramalala M. H., 1988. Etude de la végétation de Madagascar à l'aide des données spatiales. Thèse Doctorat d'Etat de l'Université Paul Sabatier, Toulouse. 89.
- 51- Fekam F.B., 1992. Huiles essentielles de quelques Annonacées du Cameroun : teneur, caractéristiques chimiques et propriétés pharmacodynamiques. Thèse de doctorat, Université de Yaoundé.
- 52- Fekih N., 2014. Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie, Doctorat Es-Sciences en Chimie, Université d'Abou bekr beklaid-tlemcen. 24-39.
- 53- Fisher R.A., 1936. The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems. *Annals of Eugenics*. 7 : 179 -188.
- 54- Fokou J.B.H., Dongmo P.M.J. & Boyom F.F., 2020. Essential oil's chemical composition and pharmacological properties. *Essential Oils - Oils of Nature*. 1-23.
- 55- Friedman J., Yaniv Z., Dafni A. & Palewitch D., 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an Ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert, Israel. *Journal Ethnopharmacology*. 16 : 275-287.
- 56- Gattefosse J., 1921. Les végétaux aromatiques de Madagascar. Agr. Colon. Ministère des Colonies - Jardin Colonial. 4 (6) : 1-9.
- 57- Hammer K.A. & Carson C.F., 2011. Antibacterial and antifungal activities of essential oils. In: Thormar, H. (Ed.), *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents*. John Wiley & Sons, Ltd, UK. 255-306.
- 58- Harrewjin P., Van A.M., Oosten & Piron P.G.M., 2001. Natural terpenoids as Messengers. Dordrechts : *Kluwer Academic Publishers*. 440.
- 59- Hervieu J., 1967. Géographie des sols malgaches. Essai synthétique. Cah. ORSTOM, série pédologie. 4 : 82.
- 60- Hesham H.A.R., Abdurahman H.N., Rosli M. Y., 2016. Techniques for extraction of essential oils from plants : A Review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 10 (16) : 117-127.
- 61- Honigsmann J.J., Gould & William L. K., 1964. A Dictionary of the Social Sciences. Glencoe, IL: Free Press.
- 62- Houel E., 2011. Etude des substances bioactives issues de la flore amazonienne. Analyse de préparation phytothérapeutiques à la base de *Quassia amara* (Simaroubaceae) et *Psidium acutangulum* (Myrtaceae) utilisée en Guyane Française pour une indication antipaludique. Identification et analyse métabolique d'huiles essentielles à activité antifongique. Thèse de doctorat en Chimie des substances de l'Université des Antilles et de la Guyane. 220.
- 63- Howe R.W., 1952. The biology of the rice weevil, *Calandra oryzae* (L.). *Annals of applied biology*. 39 (2) : 168-180.
- 64- Humbert H., 1965. Description des types de végétation. In: Notice de la carte de Madagascar In Humbert H. et Cours Darne G. (eds.). Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut Français de Pondichéry Hors-série 6. 46-78.
- 65- Humbert H., 1962. Flore de Madagascar et des comores (Plantes vasculaires). Muséum national d'histoire naturelle, Laboratoire de phanérogamie, Paris. 474.
- 66- Humbert H., 1960. Flore de Madagascar et des Comores (plantes vasculaires) : 189è famille les composés. Paris : typographie Firmin-Didot et Cie. 338.
- 67- Kaloustian J. & Hadji-Minaglo F., 2012. La connaissance des huiles essentielles : qualité et aromathérapie. Paris. Edition Springer.
- 68- Kaouani A., El-Jamali S. & Talbi M., 2007. Analyse en composante principale : Une méthode factorielle pour traiter les données didactiques. *Revue Africaine de Didactique des Sciences et des Mathématiques*. 2 : 1-18.
- 69- Ketoh G.K., Glitho I.O., Koumaglo K.M. & Nuto Y. Effets de quelques huiles essentielles sur les oeufs et les larves de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). *Revue Cames Sciences et Medecine*. 16-20.
- 70- Koechlin J. Guillaumet J-L. & Morat P., 1974. Flore et végétation de Madagascar. CRAMER J. In der A.R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft. FL-9490 Vaduz. 645.
- 71- Lange D., 1998 Europe's medicinal and aromatic plants : their use, trade and conservation. TRAFFIC International. 77.
- 72- Léontien E.V., 1975. Plantes médicinales de la Côte d'Ivoire : Une étude ethnobotanique des usages médical et comestible des plantes sauvages par les Ando de la Côte d'Ivoire (Afrique occidentale). Mededelingen Land Bouwhoghe School. Wageningen. Nederland. 67.
- 73- Lingan K., 2018. A Review on Major Constituents of Various Essential Oils and its Application. *Transl Med (Sunnyvale)* 8 (201) : 1-5.
- 74- Longstaff B.C., 1981. Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera : Curculionidae). *A critical review. Protection Ecology*. 2 : 83-130.
- 75- Lubbe A. & Verpoorte R., 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*. 34 :785-801.
- 76- Lyon L.M. & Hardesty L.H., 2012. Quantifying medicinal plant knowledge among non-specialist Antanosy villagers in Southern Madagascar. *Economic Botany*. 66 (1) :1-11.
- 77- Mahendra K.R & Kateryna K., 2013. Fighting multidrug resistance with herbal extracts, essential oils and their components, Elsevier. 271.
- 78- Malhebiau P., 1994. Caractérogamie des essences de plantes et la température des humains Biochimie aromatique et influence psychosensorielle des odeurs. 2ème éd. Lausanne : Jakin. 635.
- 79- MBG, 2013. Contribution to status of plant conservation and identification of important gaps. Report to help Ecosystem profile-Madagascar, September, 2013. Antananarivo, Madagascar. 15.

- 80- Mebarka L., 2010. Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* (L.) Parl. et de *Filipendula hexapetala* Gibb. Magister en Biologie et Physiologie Végétale, Option : Valorisation des Ressources Végétales. Université Ferhat Abbas-Setif, Algerie. 8-70.
- 81- MEF, 2010. Proposition des mesures pour l'état de préparation (R-PP) aux mécanismes REDD de Madagascar. Cabinet Soritra et CT-REDD. 107.
- 82- Meikle W.G., Holst N. & Markham R.H., 1999. Population simulation model of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) in Grain stores in west Africa. 28 (5) : 836-844.
- 83- MNHN, 2012. Le muséum à Madagascar. 30.
- 84- Michat L., 2006. Les huiles essentielles de Madagascar. Médecis. 203.
- 85- Molares S. & Ladio A., 2014. Medicinal plants in the cultural landscape of a Mapuche-Tehuelche community in arid Argentine Patagonia: an eco-sensorial approach, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 10 (61) : 14.
- 86- Mkadde M.G., Zrig A., Abdallah A.B., Romdhane M., Okla M.K., Al-Hashimi A., Alwase Y.A., Hegab M.Y., Madany M.M.Y., Hassan A.H.A., Beemster G.T.S. & Abdelgawad H., 2022. Variation of the chemical composition of essential oils and total phenols content in natural populations of *Marrubium vulgare* L. *Plants*. 11: 612.
- 87- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G, Da Fonseca G.A.B. & Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. In *Nature*. 403 : 853-858.
- 88- Narishetty S.T.K. & Panchagnula R., 2004. Transdermal Delivery of Zidovudine: Effects of Terpenes and Their Mechanism of Action. *Journal of Controlled Release*. 95 : 367-379.
- 89- Neffati M. et Sghaier M., 2014. Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (pam) au niveau des zones désertiques de la région Mena (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie). 143.
- 90- Obeng-Ofori D., Reichmuth C.H., Bekele J. & Hassanali A., 1997. Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *Journal of Applied Entomology*. 121 : 237-243.
- 91- Ojmelukwe P.C. & Alder C., 1999. Potential of Zimtaldehyde, 4-allylanisol, linalool, terpinol and others phytochemicals for the control of the confused flour beetle (*Tribolium confusum* J.D.C.) (G.L. Tenebrionidea). *Journal of Pest Science*. 72 : 81-86.
- 92- Organisation mondiale de la Santé, 2018. Stratégie de coopération.
- 93- Padrini F. et Lucheroni M.T., 1997. Les huiles essentielles : pour retrouver la vitalité, le bien-être, la beauté. 8.
- 94- Perrier De La Bathie H., 1923. Le Santal malgache. *Bulle Economique de Madagascar*. 187.
- 95- Pinder A.R., 1960. The chemistry of terpenes. London : Chapman and Hall L.T.D. 224.
- 96- Piochon M., 2008. Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. 200.
- 97- Prates H.T., Santos J.P., Waquil J.M., Fabris J.D., Oliveira A.B. & Foster J.E., 1998. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst.). *Journal of Stored Products Research*. 34 (4) : 243-249.
- 98- Primack R. B. & Ratsirason J., 2005. Principe de Base de la Conservation de la Biodiversité. ESSA-CITE-Antananarivo.
- 99- Rabehaja D., Bezert G., Rakotonandrasana S., Ramanoelina P. & Andrianjara C., 2020. Chemical Composition of Aerial Parts Essential Oils from Six Endemic Malagasy Helichrysum Species. *Plants*, MDPI. 9 (2) : 265.
- 100- Rabesa Z.A., 1986. Pharmacopée de l'Alaotra. Antananarivo, Edition Fanantenana.
- 101- Rabesa Z.A., Rabenoro C., Andriantsiferana R. & Rakotobe E.A., 1990. Notes on Malagasy plants used in the traditional pharmacopoeia. Strasbourg, First International congress on ethnopharmacology.
- 102- Rafidison V., Ratsimandresy F., Rakotondrafara A., Rakotondrajoana R., Rasamison V.E., Rakotoarisoa F.M. & Rakotonandrasana S.R., 2019. Synthesis and analysis of data on inventories of medicinal plant in Madagascar. *Ethnobotany Research and Applications*. 18 : 1-19.
- 103- Rajeriarison C., 1996. Aperçu bibliographique sur l'origine et les affinités de la flore Malgache. *Biogéographie de Madagascar* : 195-203.
- 104- Rakotoarinivo M. & Dransfield J., 2013. The history of palm exploration in Madagascar. *Scripta botanica Belgica*, 20 : 1-8.
- 105- Rakotoarinivo M., Blach-Overgaard A., Baker W. J., Dransfield J., Moat J. & Svenning J.-C., 2013. Palaeo-precipitation is a major determinant of palm species richness patterns across Madagascar: A tropical biodiversity hotspot. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences*.
- 106- Rakotoarisoa M.F. & Rakotoarimanana V., 2017. Evolution de la diversité floristique dans la savane de Sud-est de Madagascar sous l'influence du feu et du pâturage (cas Mahabo-Mananivo). Actes du forum de la recherche Antananarivo. La biodiversité et objectifs du développement durable. 25-30.
- 107- Rakotoarivelo N.H., Rakotoarivony F., Ramarosandratana A.V., Jeannoda V., Kuhlman A.R., Randrianasolo A. & Bussmann R.W., 2015. Medicinal plants used to treat the most frequent diseases encountered in Ambalabe rural community, Eastern Madagascar. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 11: 68.
- 108- Rakotoarivelo N., Razanatsima A., Rakotoarivony F., Kuhlman, A., Andriambololona S., Ramananjahary R., Randrianasolo A. & Bussman, R. 2013. *Guide des plantes d'Ambalabe*. William L. Brown Center, Missouri Botanical Garden, St Louis.
- 109- Rakotobe E.A., Rasolomanana J.C. & Randrianasolo S.S.R., 1993. Pharmacopées de l'Ambongo et du Boina. Antananarivo, Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique.
- 110- Rakotomalala H., 2004. Etude des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* Caractérisation-Identification des constituants-Activités biologiques. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Université de la Réunion. 128.
- 111- Rakotondrafara A., Rakotondrajoana R., Ratsimbason M., Rasamison V. & Rakotonandrasana S.R., 2018. Ethnobotany of medicinal plants used by the Zafimaniry clan in Madagascar. *Journal of Phytopharmacology*. 7 (6) : 483-494.
- 112- Rakotondrainibe J.H., 2016. Synthèse de l'hydrologie, de la géologie et de l'hydrogéologie de Madagascar intégrée dans le SESAM (suivi-évaluation de l'eau et de l'assainissement de Madagascar). 6-7.
- 113- Rakotondrainibe F., 2003. Checklist of the pteridophytes of Madagascar. In : Goodman S.M., Benstead J.P. (eds) *Natural history of Madagascar* : Chicago, The University of Chicago Press. 295-313.
- 114- Rakotonandrasana S. R., 2013. Les plantes médicinales de l'aire protégée de Zahamena, Madagascar et ses environs : richesse floristique et endémicité. *Scripta Botanica Belgica*. 50 : 356-362.
- 115- Rakotonandrasana S. R., 2014. Les formations végétales autour de la Baie Rigny-Antiranana : Flore-structure-ethnobotanique et Impacts des utilisations locales. Thèse de doctorat en Science de la Vie/Ecologie Végétale de l'Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences-Département Biologie et Ecologie végétale. 150.
- 116- Rakotonandrasana S. R., Rakotondrafara A., Rakotondrajoana R., Ratsimbason M. & Rakotoarisoa M., 2017. Résultats des analyses préliminaires de l'état des lieux des plantes médicinales à Madagascar, Actes du forum de la recherche. 14-15.

- 117- Rakotonirina M., & Poirier J., 1984. Identité culturelle et développement." *JP Domenichini, D. Raheisoanjato, J. Poirier, Ny marina tsy mba maty, Cultures traditionnelles malgaches, Tananarive, Lib. de Madagascar.* 7-30.
- 118- Rakotavao L.H. & Randrianjohany E., 1996. Origine et répartition bioécologique des plantes aromatiques de Madagascar. *Biogéographie de Madagascar.* 187-194.
- 119- Ramade F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod. Paris. 708.
- 120- Ramanoelina A. R. & Bianchini J. P., 1992. Chemical composition of essential oil of *Helichrysum bracteiferum*. *Journal Essential Oil Research.* 4 : 531-532.
- 121- Ramisiray G., 1901. Croyances et pratiques médicales des Malgaches, Thèse de Doctorat Médecine, Paris.
- 122- Randriamiharisoa P. R., 1995. Manuel rapide et utile pour producteurs d'huiles essentielles. Université d'Antananarivo. 22.
- 123- Rao B.R.R., Syamasundar K.V. & Patel R.P., 2014. Chemical Profile Characterization of *Artemisia annua* L. Essential Oils From South India Through GC-FID and GC-MS Analyses. *Journal of Essential Oil Bearing Plants.* 17(6) : 1249-1256.
- 124- Rathore S., Mukhia S., Kapoor S., Bhatt V., Kumar R. & Kumar R., 2022. Seasonal variability in essential oil composition and biological activity of *Rosmarinus officinalis* L. accessions in the western Himalaya. *Scientific reports.* 12 : 3305.
- 125- Ratsimandresy F., 2019. Etat de lieux des plantes médicinales de Madagascar. Mémoire de Master II en biologie et écologie végétales de l'Université d'Antananarivo. 45.
- 126- Razafimahatratra TF., 2018. Formations végétales à *Uapacca bojeri* de la commune rurale de Ramainandro, District de Faratsiho. Mémoire de licence professionnelle en Gestion de l'Environnement de l'Institut d'Enseignement Supérieur Antsirabe- Vakinankaratra.
- 127- Raut J.S. & Karuppaiyl S.M., 2014. Bioprospecting of plant essential oils for medicinal uses. In: Fulekar M.H., Pathak B., Kale R.K. (Eds.), *Environment and sustainable development.* Springer, India. 59-76.
- 128- Razafimahay, 2012. Filière Huile essentielle : de la production à l'exportation ; cas de Madagascar. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Maîtrise Es Sciences Economiques. DEGS.
- 129- Razafindrakoto A.R., 2010. Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle des feuilles d'*Ocotea laevis* Kost (Lauraceae). Mémoire de DEA en Biochimie de l'Université d'Antananarivo. 60.
- 130- Regnault-Roger C. & Hamraoui A., 1995. Efficiency of plants from South of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of Stored Products Research.* 29 (3) : 259-264.
- 131- Ross I.A., 1999. Medicinal plants of the world. Chemical constituents, traditional and modern medical uses. New Jersey Humana Press Inc.
- 132- Roullet G., 1990. Les huiles essentielles pour votre santé. Paris : Dangles. 336.
- 133- Safidiniaina A., 2018. Plantes médicinales des formations herbeuses de la commune rurale de Ramainandro, district de Faratsiho. Mémoire de licence professionnelle en Gestion de l'Environnement, Mention biologie, Institut d'Enseignement Supérieur Antsirabe- Vakinankaratra.
- 134- Samate A. D., 2002. Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone saoudienne du Burkina Faso : valorisation. Docteur en Sciences Physiques de l'Université de Ouagadougou Burkina-faso. 4-32.
- 135- Samyn J.M. & Petitjean A., 1999. Plantes utiles des hautes terres malgaches. Madagascar, graphoprint.
- 136- Schippmann U., Leaman D. & Cunningham A., 2006. A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. In: Bogers R.J., Craker L.E., Lange D. (eds.). *Medicinal and Aromatic Plants.* Springer. 75-95.
- 137- Sell C.S., 2006. The Chemistry of Fragrance. From Perfumer to Consumer, 2nd ed. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329.
- 138- Serva M., Petroni , Volchenkov & Wichmann, 2012. Malagasy dialects and the peopling of Madagascar. *Journal of the Royal Society, Interface/the Royal Society.* 9 (66) : 54-67.
- 139- Soarimalala V. & Raheirilalao M. J. 2008. Pression et menaces dans la région forestière sèche malgache. Dans Les forêts sèches de Madagascar, eds. Goodman S.M. et Wilmé L.. *Malagasy Nature.* 1 : 157-161.
- 140- Taleb-Toudert K., 2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de kabylie (Nord algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat en Sciences. Algérie : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 206.
- 141- Tapondjou L.A., Alder C., Fontem D.A., Bouda H. & Reichmuth C., 2005. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Stored Products Research.* 41 (91) : 102.
- 142- Terrac M.L., 1947. Contribution à l'étude des plantes médicinales de Madagascar, de la Réunion et de l'île Maurice. Imprimerie polyglote Vuibert.
- 143- Tisserand R. & Young R., 2014. Essential oil safety a guide for health care professionals, second edition, Churchill Livingstone, Elsevier. 783.
- 144- Throne, J.E., 1994. Life history of immature maize weevils (*Coleoptera* : Curculionidae) on corn stored at constant temperatures and relative humidities in the laboratory. *Environ. Entomology.* 23 : 1459-1471.
- 145- USAID, 2008. Stratégie nationale de développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales. 66.
- 146- Yineger H., Kelbessa E., Bekele T. & Lulekal E., 2008. Plants used in traditional management of human ailments at Bale Mountains National Park, Southeastern, Ethiopia. *Journal of Medicinal Plants Research.* 2(6) : 132-153.
- 147- Quijano C.E. & Pino J.A., 2009. Volatile Compounds of Kumquat (*Fortunella margarita* (Lour.) Swingle) Leaf Oil. *Journal Essential Oil Research.* 21 : 194-196.
- 148- Vasconcelos M.G., Craveiro A.A., Abreu F.J., Machado M.I.L. & Alencar J.W., 1999. Chemical variation during daytime of constituents of the essential oil of *Ocimum gratissimum*. *Fitoterapia.* 70 : 32-34.
- 149- Vigan M., 2010. Essential oils: renewal of interest and toxicity. *European Journal of Dermatology.* 20 : 685-692.
- 150- Vila R., Valenzuela L., Bello H., Cañigueral S., Montes M. & Adzet T., 1999. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Peumus boldus* leaves. *Planta Medica.* 65(2) : 178-179.
- 151- Worwood V.A., 1991. The complete book of essential oils and aromatherapy. Canada. 226.
- 152- WWF. 2011. L'île aux trésors : Biodiversité : nouvelles espèces découvertes (1999-2010). 22.

WEBOGRAPHIQUES

<http://www.encyclopedie.fr> : consulté en 2022.

<http2://dictionnaire.reverso.net/francais-definition/herbe> : consulté en 2021.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste global de plantes aromatiques de Madagascar

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Abelmoschus moschatus</i>		P	I
<i>Abelmoschus esculentus</i>		P	I
<i>Acacia dealbata</i>		P	I
<i>Acanthospermum hispidum</i>		P	ANE
<i>Achyranthes aspera</i>		P	I
<i>Acmella caulirhiza</i>		P	ANE
<i>Acmella oleracea</i>		P	I
<i>Adenostemma viscosum</i>	LC	P	ANE
<i>Aerangis fastuosa</i>		NP	AE
<i>Aerva javanica</i>		P	ANE
<i>Aframomum melegueta</i>		P	I
<i>Aframomum angustifolium</i>	LC	P	ANE
<i>Ageratum conyzoides</i>		P	I
<i>Alafia perrieri</i>		NP	AE
<i>Allium cepa</i>		P	I
<i>Allium porrum</i>		P	I
<i>Allium sativum</i>		P	I
<i>Aloysia triphylla</i>		P	I
<i>Alpinia zerumbet</i>	DD	P	I
<i>Ananas comosus</i>		P	I
<i>Andriana coursii</i>		NP	AE
<i>Andriana marojejyensis</i>		NP	AE
<i>Andriana tsaratananensis</i>		NP	AE
<i>Angraecum eburneum</i>		NP	ANE
<i>Angraecum sesquipedale</i>		NP	AE
<i>Anthemis nobilis</i>	LC	P	I
<i>Anthospermum emirnense</i>	LC	P	AE
<i>Anthospermum perrieri</i>	LC	P	AE
<i>Anthospermum ibityense</i>			AE
<i>Anthospermum palustre</i>			AE
<i>Anthospermum thymoides</i>			AE
<i>Antidesma madagascariense</i>	LC	NP	ANE
<i>Aphloia theiformis</i>	LC	NP	ANE
<i>Apodocephala pauciflora</i>	LC	P	AE
<i>Argemone mexicana</i>		P	I

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Artemisia absinthium</i>		P	I
<i>Artemisia annua</i>		P	I
<i>Ascarina coursii</i>		NP	AE
<i>Aspidostemon dolichocarpus</i>	EN	NP	AE
<i>Aspidostemon humbertianus</i>	EN	NP	AE
<i>Aspidostemon parvifolius</i>	EN	NP	AE
<i>Aspidostemon percoriaceus</i>	EN	NP	AE
<i>Aspidostemon perrieri</i>	EN	NP	AE
<i>Aspidostemon triantherus</i>	CR	NP	AE
<i>Aulotandra angustifolia</i>		NP	AE
<i>Aulotandra humberti</i>		NP	AE
<i>Aulotandra madagascariensis</i>		NP	AE
<i>Aulotandra trigonocarpa</i>	LC	NP	AE
<i>Bambusa arundinacea</i>		P	I
<i>Baronia taratana</i>	LC	P	AE
<i>Beilschmiedia madagascariensis</i>	LC	NP	AE
<i>Beilschmiedia microphylla</i>	VU	P	AE
<i>Beilschmiedia scintillans</i>	VU	NP	AE
<i>Bidens pilosa</i>		P	ANE
<i>Billburtia capensoides</i>		P	AE
<i>Billburtia vaginoides</i>		P	AE
<i>Bixa orellana</i>	LC	P	I
<i>Blumea crispata</i>		P	ANE
<i>Brachylaena ramiflora</i>	LC	NP	ANE
<i>Brachylaena merana</i>	LC	NP	AE
<i>Brachylaena microphylla</i>	LC	NP	AE
<i>Brachylaena perrieri</i>	LC	NP	AE
<i>Brachylaena stellulifera</i>	EN	NP	AE
<i>Brassica juncea</i>		P	I
<i>Brillantaisia pubescens</i>		NP	ANE
<i>Buddleja fusca</i>		NP	AE
<i>Buddleja madagascariensis</i>	LC	P	AE
<i>Cabucala erythrocarpa</i>		NP	ANE
<i>Calea urticifolia</i>		P	I
<i>Calendula officinalis</i>		P	I

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Callistemon rigidus</i>		P	I
<i>Callistemon viminalis</i>		P	I
<i>Callitris intratropica</i>		P	I
<i>Calophyllum inophyllum</i>	LC	P	I
<i>Camellia sinensis</i>	DD	P	I
<i>Commiphora mahafaliensis</i>		NP	AE
<i>Cananga odorata</i>	LC	P	I
<i>Canarium boivinii</i>		NP	AE
<i>Canarium ferrugineum</i>	VU	P	AE
<i>Canarium madagascariense</i>	EN	P	AE
<i>Canarium subsidarium</i>	EN	P	AE
<i>Cannaboides andohahelensis</i>		P	AE
<i>Cannaboides betsileensis</i>		P	AE
<i>Cantinoa americana</i>		P	I
<i>Capitanopsis oreophila</i>	VU	P	AE
<i>Capsicum annuum</i>	LC	P	I
<i>Carum carvi</i>		P	I
<i>Catatia cordata</i>		P	AE
<i>Catharanthus lanceus</i>		NP	AE
<i>Catharanthus roseus</i>		P	AE
<i>Cedrelopsis ambanjensis</i>	EN	P	AE
<i>Cedrelopsis gracilis</i>	CR	P	AE
<i>Cedrelopsis grevei</i>	NE	P	AE
<i>Cedrelopsis longibracteata</i>	EN	P	AE
<i>Cedrelopsis microfoliolata</i>	NE	P	AE
<i>Cedrelopsis procera</i>	NE	P	AE
<i>Cedrelopsis rakotozafyi</i>	EN	P	AE
<i>Cedrelopsis trivalvis</i>	LC	P	AE
<i>Centella asiatica</i>	LC	P	I
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		P	I
<i>Chenopodium album</i>		P	I
<i>Chrysopogon zizanioides</i>		P	I
<i>Cichorium intybus</i>		P	I
<i>Cinnamomum camphora</i>		P	I
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>		P	I
<i>Cinnamosma fragrans</i>	LC	P	AE
<i>Cinnamosma macrocarpa</i>	VU	P	AE
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	LC	P	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Citrullus colocynthis</i>		P	I
<i>Citrullus lanatus</i>		P	I
<i>Citrus aurantium</i>		P	I
<i>Citrus decumana</i>		P	I
<i>Citrus limon</i>		P	I
<i>Citrus maxima</i>		P	I
<i>Citrus medica</i>		P	I
<i>Citrus nobilis</i>		P	I
<i>Citrus reticulata</i>		P	I
<i>Citrus sinensis</i>		P	I
<i>Cleome hirta</i>		P	I
<i>Cleome monophylla</i>		P	ANE
<i>Coffea arabica</i>	EN	P	I
<i>Conyza bonariensis</i>		P	I
<i>Coptosperma madagascariense</i>	VU	NP	AE
<i>Coptosperma nigrescens</i>	LC	NP	ANE
<i>Corchorus olitorus</i>		P	I
<i>Coriandrum sativum</i>		P	I
<i>Cosmos bipinnatus</i>		P	I
<i>Cosmos sulphureus</i>		P	I
<i>Crassocephalum crepidioides</i>		P	ANE
<i>Crassocephalum rubens</i>		P	ANE
<i>Croton anisatus</i>		P	AE
<i>Croton antanosiensis</i>	VU	P	AE
<i>Croton bojerianus</i>		NP	AE
<i>Croton chapelieri</i>	VU	NP	AE
<i>Croton chlaenacicomus</i>	VU	P	AE
<i>Croton cotoneaster</i>		P	AE
<i>Croton decaryi</i>		P	AE
<i>Croton geayi</i>		P	AE
<i>Croton greveanus</i>	LC	NP	AE
<i>Croton jennyanus</i>		NP	AE
<i>Croton kimosorum</i>		P	AE
<i>Croton mongue</i>		P	AE
<i>Croton sakamaliensis</i>		P	AE
<i>Croton stanneus</i>	LC	NP	AE
<i>Croton tigilium</i>		P	ANE
<i>Cryptocarya agathophylla</i>	NT	P	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Cryptocarya alseodaphnifolia</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya ambrensis</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya canaliculata</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya capuronii</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya coriacea</i>	VU	NP	AE
<i>Cryptocarya crassifolia</i>	LC	P	AE
<i>Cryptocarya dealbata</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya flavescens</i>		NP	AE
<i>Cryptocarya fulva</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya glabriflora</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya helicina</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya krameri</i>	VU	NP	AE
<i>Cryptocarya lacrimans</i>	DD	NP	AE
<i>Cryptocarya litoralis</i>	LC	NP	AE
<i>Cryptocarya louvelii</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya megaphylla</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya montana</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya multiflora</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya oblonga</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya occidentalis</i>	LC	NP	AE
<i>Cryptocarya ocoteifolia</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya pallidifolia</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya pauciflora</i>		NP	AE
<i>Cryptocarya perareolata</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya pervillei</i>	NT	NP	AE
<i>Cryptocarya petiolata</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya polyneura</i>	NT	NP	AE
<i>Cryptocarya retusa</i>	VU	NP	AE
<i>Cryptocarya revoluta</i>	EN	NP	AE
<i>Cryptocarya rigidifolia</i>	NT	NP	AE
<i>Cryptocarya subtriplinervia</i>	VU	NP	AE
<i>Cryptocarya vanderwerffii</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya velutina</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya caryoptera</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya ovalifolia</i>	NT	NP	AE
<i>Cryptocarya robynsiana</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya rotundifolia</i>	CR	NP	AE
<i>Cryptocarya septentrionalis</i>	VU	NP	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Cryptocarya spathulata</i>	VU	NP	AE
<i>Cryptocarya thouvenotii</i>	VU	NP	AE
<i>Cryptocarya vaccinioides</i>	EN	NP	AE
<i>Cucurbita maxima</i>		P	I
<i>Cupressus lusitanica</i>	LC	P	I
<i>Cupressus sempervirens</i>	LC		I
<i>Curcuma longa</i>	DD	P	I
<i>Cyanthillium cinereum</i>		P	ANE
<i>Cymbopogon caesius</i>		P	ANE
<i>Cymbopogon citratus</i>		P	I
<i>Cymbopogon flexuosus</i>		P	I
<i>Cymbopogon martini</i>		P	I
<i>Cymbopogon nardus</i>		P	ANE
<i>Cymbopogon winterianus</i>		P	I
<i>Cyperus articulatus</i>	LC	P	ANE
<i>Cyperus conglomeratus</i>		P	ANE
<i>Cyperus rotundus</i>	LC	P	ANE
<i>Danaïis fragrans</i>		P	ANE
<i>Datura alba</i>	LC	P	I
<i>Datura stramonium</i>		P	I
<i>Daucus carota</i>		P	I
<i>Dicoma incana</i>	LC	P	AE
<i>Distephanus glutinosus</i>		P	AE
<i>Dodonea viscosa</i>	LC	P	I
<i>Eclipta prostrata</i>	LC	P	I
<i>Ehretia cymosa</i>		P	ANE
<i>Elephantopus scaber</i>		P	ANE
<i>Eliea articulata</i>	LC	NP	AE
<i>Elionurus tristis</i>		P	AE
<i>Eucalyptus cinerea</i>	NT	P	I
<i>Eucalyptus citriodora</i>	LC	P	I
<i>Eucalyptus crebra</i>	LC	P	I
<i>Eucalyptus dives</i>	LC	P	I
<i>Eucalyptus globulus</i>	LC	P	I
<i>Eucalyptus grandis</i>	NT	P	I
<i>Eucalyptus longifolia</i>	VU	P	I
<i>Eucalyptus propinqua</i>	LC	P	I
<i>Eucalyptus punctata</i>	LC	P	I

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Eucalyptus radiata</i>	NT	P	I
<i>Eucalyptus resinifera</i>	LC	P	I
<i>Eucalyptus rostrata</i>		P	I
<i>Eucalyptus rudis</i>	NT	P	I
<i>Eucalyptus viminalis</i>	NT	P	I
<i>Eucalyptus polyanthemos</i>	NT	P	I
<i>Eugenia aromatica</i>		P	I
<i>Eugenia caryophyllata</i>		P	I
<i>Eugenia tropophylla</i>	EN	P	AE
<i>Euphorbia hirta</i>		P	I
<i>Euphorbia intisy</i>	NT	P	AE
<i>Euphorbia milii</i>	LC	P	AE
<i>Fagaropsis glabra</i>	EN	NP	AE
<i>Fagaropsis velutina</i>		NP	AE
<i>Ficus trichopoda</i>	LC	P	ANE
<i>Foeniculum vulgare</i>		P	I
<i>Fragaria × ananassa</i>		P	I
<i>Fragaria vesca</i>		P	I
<i>Galinsoga parviflora</i>		P	I
<i>Geranium andringitrense</i>	VU	NP	AE
<i>Gnidia daphnifolia</i>	LC	NP	AE
<i>Gossypium barbadense</i>	LC	P	I
<i>Harungana madagascariensis</i>	LC	P	ANE
<i>Hazomalania voyronii</i>	CR	P	AE
<i>Hedychium coronarium</i>	DD	P	I
<i>Helichrysum fulvescens</i>		P	AE
<i>Helichrysum abietifolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum achyroclinoides</i>		NP	AE
<i>Helichrysum adhaerens</i>		NP	AE
<i>Helichrysum ambondrombeense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum ambositrense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum andohahelense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum angavense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum antandroi</i>		NP	AE
<i>Helichrysum aphelexioides</i>	NT	NP	AE
<i>Helichrysum argyrochlamys</i>		NP	AE
<i>Helichrysum attenuatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum bakeri</i>		P	AE
<i>Helichrysum baronii</i>		NP	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Helichrysum barorum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum benoistii</i>		NP	AE
<i>Helichrysum benthamii</i>		P	AE
<i>Helichrysum betsiliense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum boiteaui</i>		NP	AE
<i>Helichrysum bojerianum</i>		P	AE
<i>Helichrysum bracteiferum</i>		P	AE
<i>Helichrysum brevifolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum calocladum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum campanulatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum camusianum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum candollei</i>		NP	AE
<i>Helichrysum chamaeyucca</i>		NP	AE
<i>Helichrysum chermesonii</i>		NP	AE
<i>Helichrysum cordifolium</i>		P	AE
<i>Helichrysum coursii</i>	CR	NP	AE
<i>Helichrysum cremnophilum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum cryptomerioides</i>		NP	AE
<i>Helichrysum danguyanum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum decaryi</i>		NP	AE
<i>Helichrysum decrescentisquamatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum deltoideum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum dichotomum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum dichroum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum dimorphotrichum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum diotooides</i>		P	AE
<i>Helichrysum dracaenifolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum dubardii</i>	EN	P	AE
<i>Helichrysum faradifani</i>		P	AE
<i>Helichrysum filaginoides</i>	EN	NP	AE
<i>Helichrysum flagellare</i>	VU	NP	AE
<i>Helichrysum forsythii</i>		NP	AE
<i>Helichrysum geayi</i>		NP	AE
<i>Helichrysum geniorum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum glossophyllum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum gradatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum gymnocephalum</i>	NE	P	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Helichrysum heterotrichum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum hirtum</i>		P	AE
<i>Helichrysum hypnoides</i>		P	AE
<i>Helichrysum ibityense</i>		P	AE
<i>Helichrysum indutum</i>		P	AE
<i>Helichrysum isalense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum itremense</i>	CR	NP	AE
<i>Helichrysum lanuginosum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum lavanduloides</i>		P	AE
<i>Helichrysum lecomtei</i>		NP	AE
<i>Helichrysum leptocephalum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum leucocladum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum leucosphaerum</i>		NP	ANE
<i>Helichrysum luzulaefolium</i>	NT	NP	AE
<i>Helichrysum madagascariense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum mahafaly</i>		NP	AE
<i>Helichrysum mandrareense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum mangoreense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum manopappoides</i>		NP	AE
<i>Helichrysum marojejyense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum microcephalum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum minutiflorum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum mirabile</i>		NP	AE
<i>Helichrysum mutisiaefolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum myriocephalum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum neoachyroclinoides</i>		NP	AE
<i>Helichrysum neoisalense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum nervicinatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum onivense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum orothamnus</i>		NP	AE
<i>Helichrysum perrieri</i>		NP	AE
<i>Helichrysum phylicaeefolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum plantago</i>		NP	AE
<i>Helichrysum platycephalum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum pseudoanaxeton</i>		NP	AE
<i>Helichrysum retrorsum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum saboureaui</i>		NP	AE
<i>Helichrysum salviifolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum sambiranense</i>		NP	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Helichrysum sarcolaenifolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum selaginifolium</i>		NP	AE
<i>Helichrysum sordidum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum stenoclinoides</i>		NP	AE
<i>Helichrysum stilpnocephalum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum subglobosum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum subumbellatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum syncephaloides</i>		NP	AE
<i>Helichrysum tanacetiflorum</i>	EN	NP	AE
<i>Helichrysum tardieuuae</i>		NP	AE
<i>Helichrysum tenue</i>		NP	AE
<i>Helichrysum tomentosum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum translucidum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum trinervatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum triplinerve</i>		NP	AE
<i>Helichrysum vaginatum</i>		NP	AE
<i>Helichrysum viguieri</i>		NP	AE
<i>Helichrysum vohimavense</i>		NP	AE
<i>Helichrysum xylocladum</i>		NP	AE
<i>Heteropogon contortus</i>		NP	ANE
<i>Hibiscus sabdariffa</i>		P	I
<i>Hubertia myricifolia</i>	LC	P	AE
<i>Hubertia andringitrensis</i>			AE
<i>Humbertioturraea decaryana</i>		NP	AE
<i>Hypericum japonicum</i>		P	ANE
<i>Hyptis suaveolens</i>		P	I
<i>Indigofera vohemarensis</i>		NP	ANE
<i>Inulanthera brownii</i>		P	AE
<i>Isolona humbertiana</i>	EN	P	AE
<i>Ivodea acuminata</i>	VU	NP	AE
<i>Ivodea alata</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea analalavensis</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea ankeranensis</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea antilahimenaee</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea aymoniniana</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea capuronii</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea choungiensis</i>	EN	NP	ANE
<i>Ivodea confertifolia</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea cordata</i>	CR	NP	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Ivodea cristata</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea decaryana</i>		NP	AE
<i>Ivodea delphinensis</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea lanceolata</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea macrocarpa</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea mahaboensis</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea mahanarica</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea mananarensis</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea menabeensis</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea nana</i>	VU	NP	AE
<i>Ivodea occidentalis</i>	VU	NP	AE
<i>Ivodea petrae</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea ravelonarivoi</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea razakamalalae</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea reticulata</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea sahafariensis</i>	EN	NP	AE
<i>Ivodea toliarensis</i>	CR	NP	AE
<i>Ivodea trichocarpa</i>	EN	NP	AE
<i>Ixora bemangidiensis</i>		P	AE
<i>Ixora hookeri</i>	LC	P	ANE
<i>Jasminum greveanum</i>		NP	AE
<i>Jasminum pteropodum</i>		NP	AE
<i>Jatropha curcas</i>	LC	P	I
<i>Jumellea fragrans</i>		P	I
<i>Jumellea françoisii</i>		P	AE
<i>Juniperus virginiana</i>	LC	P	I
<i>Kaliphora madagascariensis</i>	LC	P	AE
<i>Lantana camara</i>		P	I
<i>Lavandula augustifolia</i>		P	I
<i>Leonotis nepetifolia</i>		P	I
<i>Litchi chinensis</i>		P	I
<i>Malus domestica</i>		P	I
<i>Mangifera indica</i>	DD	P	I
<i>Mascarenhasia angustifolia</i>		NP	ANE
<i>Matricaria chamomilla</i>		P	I
<i>Mauloutchia chapelieri</i>	L C	P	AE
<i>Melaleuca alternifolia</i>		P	I
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	LC	P	I
<i>Melanthera scandens</i>		P	ANE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Melanthera scandens subsp. madagascariensis</i>		P	ANE
<i>Melia azedarach</i>	LC	P	I
<i>Melicope bakeri</i>	VU	NP	AE
<i>Melicope balankazo</i>	EN	NP	AE
<i>Melicope Belahe</i>		NP	AE
<i>Melicope celastracea</i>		NP	AE
<i>Melicope discolor</i>	EN	NP	AE
<i>Melicope fatraina</i>	CR	NP	AE
<i>Melicope floribunda</i>	EN	NP	AE
<i>Melicope madagascariensis</i>		P	AE
<i>Melicope magnifolia</i>		NP	AE
<i>Melicope sambiranensis</i>	EN	NP	AE
<i>Melicope tsaratananensis</i>	EN	NP	AE
<i>Melissa officinalis</i>		P	I
<i>Memecylon delphinense</i>	EN	NP	AE
<i>Mentha piperita</i>		P	I
<i>Mesosphaerum pectinatum</i>		P	I
<i>Micromeria flagellaris</i>		P	AE
<i>Micromeria madagascariensis</i>	EN	P	AE
<i>Micromeria sphaerophylla</i>		P	AE
<i>Micronychia tsiramiramy</i>	LC	P	AE
<i>Micronychia acuminata</i>	EN	NP	AE
<i>Mikania scandens</i>		P	I
<i>Mimosa grandidieri</i>		P	AE
<i>Mimosa pudica</i>	LC	P	I
<i>Monanthes validus</i>		NP	AE
<i>Moringa oleifera</i>	LC	P	I
<i>Morus alba</i>		P	I
<i>Morus nigra</i>		P	I
<i>Musa spp</i>		P	I
<i>Myristica fragrans</i>	DD	P	I
<i>Myrothamnus moschatus</i>		P	AE
<i>Myrtus communis</i>		P	I
<i>Nelumbo nucifera</i>		P	I
<i>Neocussonia bojeri</i>			AE
<i>Neobrochoneura acuminata</i>	NT	P	AE
<i>Neojeffreya decurrens</i>		P	ANE
<i>Ocimum africanum</i>		P	I

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Ocimum americanum</i>		P	I
<i>Ocimum basilicum</i>		P	I
<i>Ocimum canum</i>		P	I
<i>Ocimum gratissimum</i>		P	ANE
<i>Ocimum obovatum</i>		P	I
<i>Ocimum suave</i>		P	I
<i>Ocotea auriculiformis</i>	NT	P	AE
<i>Ocotea cymosa</i>	LC	P	AE
<i>Ocotea laevis</i>		P	AE
<i>Ocotea macrocarpa</i>	VU	P	AE
<i>Ocotea racemosa</i>	LC	P	AE
<i>Ocotea trichophlebia</i>	VU	P	AE
<i>Ocotea zahamenensis</i>	VU	P	AE
<i>Oxalis corniculata</i>		P	I
<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	LC	NP	AE
<i>Passiflora edulis</i>		P	I
<i>Passiflora foetida</i>		P	I
<i>Pelargonium capitatum</i>		P	I
<i>Pelargonium caylae</i>		NP	AE
<i>Pelargonium madagascariense</i>		NP	AE
<i>Pelargonium roseum</i>		P	I
<i>Persea americana</i>		P	I
<i>Persea gratissima</i>		P	I
<i>Petroselinum crispum</i>		P	I
<i>Petroselinum sativum</i>		P	I
<i>Phellolophium madagascariense</i>		P	AE
<i>Phyllanthus amarus</i>		P	I
<i>Phylloctenium decaryanum</i>		NP	AE
<i>Phylloctenium bernieri</i>		NP	AE
<i>Pimenta acris</i>		P	I
<i>Pimpinella ebracteata</i>		P	AE
<i>Pimpinella humberitii</i>		P	AE
<i>Pimpinella perrieri</i>		P	AE
<i>Pimpinella betsileensis</i>		NP	AE
<i>Pinus kesiya</i>		P	I
<i>Pinus patula</i>		P	I
<i>Pinus pinaster</i>	LC	P	I
<i>Pinus pinea</i>		P	I
<i>Pinus sylvestris</i>	LC	P	I

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Piper betle</i>		P	I
<i>Piper borbonense</i>		P	ANE
<i>Piper capense</i>	LC	NP	ANE
<i>Piper heimii</i>		NP	AE
<i>Piper malgassicum</i>		NP	AE
<i>Piper nigrum</i>		P	I
<i>Piper pachyphyllum</i>		NP	AE
<i>Piper pyrflium</i>		P	I
<i>Piper sarmentosum</i>		P	ANE
<i>Piper tsarasotrae</i>		NP	AE
<i>Piper umbellatum</i>		NP	ANE
<i>Pittosporum polyspermum</i>	LC	P	AE
<i>Pittosporum verticillatum</i>	LC	P	AE
<i>Pittosporum viridiflorum</i>	LC	P	ANE
<i>Platostoma glomerulatum</i>			AE
<i>Platostoma madagascariense</i>			AE
<i>Pluchea bojeri</i>		P	ANE
<i>Pluchea grevei</i>	NT	P	AE
<i>Pluchea ovalis</i>	LC	P	ANE
<i>Pogostemon cablin</i>		P	I
<i>Polyscias ornifolia</i>	LC	P	AE
<i>Prunus armeniaca</i>		P	I
<i>Prunus domestica</i>		P	I
<i>Prunus persica</i>		P	I
<i>Pseudocannaboides andringitrensis</i>		P	AE
<i>Pseudocarum laxiflorum</i>		NP	AE
<i>Pseudoconyza viscosa</i>		P	I
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>		P	I
<i>Psiadia altissima</i>	LC	P	AE
<i>Psiadia lucida</i>		P	AE
<i>Psiadia salviaefolia</i>		P	AE
<i>Psidium cattleianum</i>		P	I
<i>Psidium guajava</i>	LC	P	I
<i>Psidium guineense</i>	LC	P	I
<i>Psorospermum androsaemifolium</i>		P	AE
<i>Psorospermum ferrovestitum</i>		P	AE
<i>Punica granatum</i>	LC	P	I

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Radamaea montana</i>			AE
<i>Ranunculus multifidus</i>	LC	P	ANE
<i>Rhinacanthus osmospermus</i>		NP	AE
<i>Ricinus communis</i>		P	I
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	LC	P	I
<i>Rosa canina</i>		P	I
<i>Rosa damascena</i>		P	I
<i>Rosmarinus officinalis</i>		P	I
<i>Rubus rosaefolius</i>		P	I
<i>Ruta graveolens</i>		P	I
<i>Salvia coccinea</i>		P	I
<i>Salvia cryptoclada</i>		P	AE
<i>Salvia leucodermis</i>		NP	AE
<i>Salvia officinalis</i>	LC	P	I
<i>Salvia parvifolia</i>		P	AE
<i>Salvia perrieri</i>		NP	AE
<i>Salvia porphyrocalyx</i>		P	AE
<i>Salvia sessilifolia</i>		P	AE
<i>Schinus terebinthifolia</i>		P	I
<i>Scoparia dulcis</i>		P	ANE
<i>Senecio ambavilla</i>		P	I
<i>Senecio canaliculatus</i>			AE
<i>Senecio hirtocrassus</i>	DD	P	AE
<i>Senecio resectus</i>			AE
<i>Senna alata</i>	LC	P	I
<i>Senna occidentalis</i>		P	ANE
<i>Sida cordifolia</i>		P	ANE
<i>Sigesbeckia orientalis</i>		P	I
<i>Solanum mauritianum</i>	LC	P	ANE
<i>Sonchus oleraceus</i>		P	I
<i>Stachys brachiata</i>		NP	AE
<i>Stenocline inuloides</i>		NP	AE
<i>Stereospermum euphorioïdes</i>	LC	NP	AE
<i>Stoebe pachyclada</i>		P	AE
<i>Striga asiatica</i>		P	ANE
<i>Syncephalum arbutifolium</i>			AE
<i>Syncephalum candidum</i>			AE
<i>Syncephalum suborbiculare</i>			AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Syzygium aromaticum</i>	EN	P	I
<i>Syzygium cumini</i>	LC	P	I
<i>Syzygium emirnense</i>	LC	P	AE
<i>Syzygium jambos</i>	LC	P	I
<i>Syzygium micropodium</i>	LC	P	AE
<i>Syzygium bernieri</i>	LC	P	AE
<i>Tagetes erecta</i>		P	I
<i>Tagetes minuta</i>		P	I
<i>Tagetes patula</i>		P	I
<i>Tamarindus indica</i>	LC	P	ANE
<i>Tambourissa hildebrandtii</i>	LC	NP	AE
<i>Tambourissa purpurea</i>		P	AE
<i>Tambourissa thouvenotii</i>	LC	P	AE
<i>Tambourissa trichophylla</i>	LC	P	AE
<i>Tana bojeriana</i>		P	AE
<i>Tephrosia purpurea</i>		P	ANE
<i>Tephrosia vogelii</i>		P	I
<i>Tetradenia hildeana</i>	VU	P	AE
<i>Tetradenia cordata</i>	EN	P	AE
<i>Tetradenia falafa</i>	EN	NP	AE
<i>Tetradenia goudotii</i>	LC	P	AE
<i>Tetradenia herbacea</i>	VU	NP	AE
<i>Tetradenia nervosa</i>	LC	P	AE
<i>Tetradenia riparia</i>		P	I
<i>Tetrapterocarpon geayi</i>	LC	NP	AE
<i>Theobroma cacao</i>		P	I
<i>Thuja occidentalis</i>	LC	P	I
<i>Thunbergia convolvulifolia</i>		NP	AE
<i>Thymus vulgaris</i>	LC	P	I
<i>Tithonia diversifolia</i>		P	I
<i>Tridax procumbens</i>		P	I
<i>Tropaeolum majus</i>		P	I
<i>Urena lobata</i>	LC	P	ANE
<i>Vachellia farnesiana</i>	LC	P	I
<i>Vanilla bosseri</i>		NP	AE
<i>Vanilla coursii</i>		NP	AE
<i>Vanilla decaryana</i>		NP	AE
<i>Vanilla francoisii</i>		NP	AE
<i>Vanilla madagascariensis</i>		P	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Vanilla montagnacii</i>		NP	AE
<i>Vanilla perrieri</i>		NP	AE
<i>Vanilla phaeantha</i>	EN	P	I
<i>Vanilla planifolia</i>	EN	P	I
<i>Vanilla pompona</i>	EN	P	I
<i>Vanilla tahitensis</i>		P	I
<i>Vepris ampody</i>	LC	NP	AE
<i>Vepris aralioides</i>	LC	NP	AE
<i>Vepris arenicola</i>	VU	NP	AE
<i>Vepris boiviniana</i>		NP	ANE
<i>Vepris calcicola</i>		NP	AE
<i>Vepris cauliflora</i>	VU	NP	AE
<i>Vepris decaryana</i>	EN	NP	AE
<i>Vepris dicarpella</i>	VU	NP	AE
<i>Vepris elliotii</i>	LC	P	AE
<i>Vepris fitoravina</i>	LC	NP	AE
<i>Vepris gamopetala</i>	LC	NP	AE
<i>Vepris humbertii</i>	EN	NP	AE
<i>Vepris leandriana</i>	VU	P	AE
<i>Vepris lepidota</i>	EN	NP	AE
<i>Vepris louvelii</i>	DD	NP	AE

Noms scientifiques	UICN	EC	En
<i>Vepris madagascariensis</i>	VU	P	AE
<i>Vepris nitida</i>	LC	P	AE
<i>Vepris parvicalyx</i>	LC	NP	ANE
<i>Vepris peraperta</i>	VU	NP	AE
<i>Vepris pilosa</i>		NP	AE
<i>Vepris polymorpha</i>	LC	NP	AE
<i>Vepris schmidelioides</i>	LC	NP	AE
<i>Vepris sclerophylla</i>	EN	NP	AE
<i>Vepris spathulata</i>	LC	NP	ANE
<i>Vepris unifoliolata</i>	LC	P	ANE
<i>Vepris macrophylla</i>	LC	P	AE
<i>Vitis vinifera</i>	LC	P	I
<i>Waltheria indica</i>		P	ANE
<i>Xylopiya bemarivensis</i>	NT	NP	AE
<i>Zanthoxylum asiaticum</i>		P	ANE
<i>Zanthoxylum decaryi</i>	LC	P	AE
<i>Zanthoxylum madagascariense</i>	LC	P	AE
<i>Zanthoxylum mananarensis</i>		NP	AE
<i>Zanthoxylum subspicatum</i>	CR	NP	AE
<i>Zanthoxylum thouvenotii</i>	VU	P	AE
<i>Zanthoxylum tsihanimposa</i>	NT	P	AE
<i>Zingiber officinale</i>		P	I

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature, CR : En danger critique d'extinction, EN : En danger, VU : Vulnérable, NT : Quasi-menacée, LC : Préoccupation mineure, DD : Données insuffisantes, EC : Etat de Connaissance, P : Prouvé, NP : Non Prouvé, En : Endémicités, AE : Autochtones Endémiques, ANE : Autochtones Non Endémiques, I : Introduites

Annexe 2 : Relation entre endémicités des plantes aromatiques et Régions de Madagascar

Régions	Endémiques	Non endémiques	Introduites	Total
Analamanga	88	29	97	214
Diana	108	42	49	199
Vakinankaratra	99	10	88	197
Anosy	126	33	27	186
Alaotra-Mangoro	105	37	31	173
Sava	94	40	29	163
Haute Matsiatra	102	14	34	150
Atsinanana	61	25	57	143
Analanjirifo	67	26	29	122
Amoron'i Mania	87	10	22	119
Ihorombe	90	22	6	118
Atsimo-Andrefana	49	23	21	93
Sofia	51	23	11	85
Boeny	37	24	21	82
Vatovavy Fitovinany	44	16	17	77
Atsimo-Atsinanana	38	13	12	63
Androy	39	11	11	61
Melaky	25	11	18	54
Menabe	27	7	10	44
Betsiboka	19	11	9	39
Bongolava	15	17	6	38
Itasy	9	5	23	37
Total	1341	449	628	2418

Annexe 3 : Relation entre les espèces aromatiques, l'endémicité et les bioclimats

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Abelmoschus moschatus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Abelmoschus esculentus</i>	I	1	0	0	0	0
<i>Acacia dealbata</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Acanthospermum hispidum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Achyranthes aspera</i>	I	1	1	1	1	1
<i>Acmella caulirhiza</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Acmella oleracea</i>	I	0	1	0	1	0
<i>Adenostemma viscosum</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Aerangis fastuosa</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Aervajavanica</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Aframomum melegueta</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Aframomum angustifolium</i>	ANE	1	1	1	0	0
<i>Ageratum conyzoides</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Alafia perrieri</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Allium cepa</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Allium porrum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Allium sativum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Aloysia triphylla</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Alpinia zerumbet</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Ananas comosus</i>	I	0	0	1	1	0
<i>Andriana coursii</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Andriana marojejyensis</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Andriana tsaratananensis</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Angraecum eburneum</i>	ANE	0	1	1	1	0
<i>Angraecum sesquipedale</i>	AE	1	1	1	1	0
<i>Anthemis nobilis</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Anthospermum emirnense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Anthospermum ibityense</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Anthospermum palustre</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Anthospermum perrieri</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Anthospermum thymoides</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Antidesma madagascariense</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Aphloia theiformis</i>	ANE	1	1	1	0	1
<i>Apodocephala pauciflora</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Argemone mexicana</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Artemisia absinthium</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Artemisia annua</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Ascarina coursii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Aspidostemon dolichocarpus</i>	AE	0	1	0	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Aspidostemon humberianus</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Aspidostemon parvifolius</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Aspidostemon percoriaceus</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Aspidostemon perrieri</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Aspidostemon triantherus</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Aulotandra angustifolia</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Aulotandra humberi</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Aulotandra madagascariensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Aulotandra trigonocarpa</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Bambusa arundinacea</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Baronia taratana</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Beilschmiedia madagascariensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Beilschmiedia microphylla</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Beilschmiedia scintillans</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Bidens pilosa</i>	ANE	1	1	1	0	1
<i>Billburtia capensoides</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Billburtia vaginoides</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Bixa orellana</i>	I	1	0	0	0	0
<i>Blumea crispata</i>	ANE	0	1	0	0	0
<i>Brachylaena ramiflora</i>	ANE	1	0	1	1	0
<i>Brachylaena merana</i>	AE	1	1	1	0	1
<i>Brachylaena microphylla</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Brachylaena perrieri</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Brachylaena stellulifera</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Brassica juncea</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Brillantaisia pubescens</i>	ANE	1	0	0	1	0
<i>Buddleja fusca</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Buddleja madagascariensis</i>	AE	1	1	1	1	0
<i>Cabucala erythrocarpa</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Calea urticifolia</i>	I	1	0	0	1	0
<i>Calendula officinalis</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Callistemon rigidus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Callistemon viminalis</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Callitris intratropica</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Calophyllum inophyllum</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Camellia sinensis</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Commiphora mahafaliensis</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Cananga odorata</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Canarium boivinii</i>	AE	0	1	0	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Canarium ferrugineum</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Canarium madagascariense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Canarium subsidarium</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cannaboides andohahelensis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cannaboides betsileensis</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Cantinoa americana</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Capitanopsis oreophila</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Capsicum annuum</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Carum carvi</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Catatia cordata</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Catharanthus lanceus</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Catharanthus roseus</i>	AE	1	1	1	1	0
<i>Cedrelopsis ambanjensis</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Cedrelopsis gracilis</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Cedrelopsis grevei</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Cedrelopsis longibracteata</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cedrelopsis microfoliolata</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Cedrelopsis procera</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cedrelopsis rakotozafyi</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Cedrelopsis trivalvis</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Centella asiatica</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Chenopodium album</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cichorium intybus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cinnamomum camphora</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Cinnamosma fragrans</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Cinnamosma macrocarpa</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Citrullus colocynthis</i>	I	1	0	0	1	0
<i>Citrullus lanatus</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Citrus aurantium</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Citrus decumana</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Citrus limon</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Citrus maxima</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Citrus medica</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Citrus nobilis</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Citrus reticulata</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Citrus sinensis</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Cleome hirta</i>	I	0	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Cleome monophylla</i>	ANE	0	0	1	1	0
<i>Coffea arabica</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Conyza bonariensis</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Coptosperma madagascariense</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Coptosperma nigrescens</i>	ANE	1	0	1	1	0
<i>Corchorus olitorus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Coriandrum sativum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cosmos bipinnatus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cosmos sulphureus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Crassocephalum crepidioides</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Crassocephalum rubens</i>	ANE	1	1	1	0	0
<i>Croton anisatus</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Croton antanosiensis</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton bojerianus</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton chapelieri</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Croton chlaenacicomes</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton cotoneaster</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton decaryi</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton geayi</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton greveanus</i>	AE	1	0	0	1	0
<i>Croton jennyanus</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Croton kimosorum</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Croton mongue</i>	AE	1	1	1	0	1
<i>Croton sakamaliensis</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Croton stanneus</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Croton tiglium</i>	ANE	0	1	1	1	0
<i>Cryptocarya agathophylla</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya alseodaphnifolia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya ambrensis</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya canaliculata</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Cryptocarya capuronii</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya coriacea</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya crassifolia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya dealbata</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya flavescens</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya fulva</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya glabriflora</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya helicina</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya krameri</i>	AE	1	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Cryptocarya lacrimans</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya litoralis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya louvelii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya megaphylla</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya montana</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya multiflora</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya oblonga</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya occidentalis</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Cryptocarya ocoteifolia</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya pallidifolia</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya pauciflora</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya perareolata</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya pervillei</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya petiolata</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya polyneura</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya retusa</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya revoluta</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya rigidifolia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya substriplinervia</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya vanderwerffii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Cryptocarya velutina</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya caryoptera</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya ovalifolia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya robynsiana</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Cryptocarya rotundifolia</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya septentrionalis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya spathulata</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Cryptocarya thouvenotii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cryptocarya vaccinioides</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Cucurbita maxima</i>	I	0	0	1	1	0
<i>Cupressus lusitanica</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Cupressus sempervirens</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Curcuma longa</i>	I	1	1	0	0	0
<i>Cyanthillium cinereum</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Cymbopogon caesius</i>	ANE	1	0	0	1	0
<i>Cymbopogon citratus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cymbopogon flexuosus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cymbopogon martini</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Cymbopogon nardus</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Cymbopogon winterianus</i>	I	0	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Cyperus articulatus</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Cyperus conglomeratus</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Danaïis fragrans</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Datura alba</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Datura stramonium</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Daucus carota</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Dicoma incana</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Distephanus glutinosus</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Dodonaea viscosa</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Eclipta prostrata</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Ehretia cymosa</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Elephantopus scaber</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Elionurus tristis</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Eliea articulata</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Eucalyptus cinerea</i>	AE	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus citriodora</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus crebra</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus dives</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus grandis</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus longifolia</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus propinqua</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus punctata</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus radiata</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus resinifera</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus rostrata</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus rudis</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus viminalis</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eucalyptus polyanthemus</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Eugenia aromatica</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Eugenia caryophyllata</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Eugenia tropophylla</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Euphorbia hirta</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Euphorbia intisy</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Euphorbia milii</i>	AE	0	1	1	1	0
<i>Fagaropsis glabra</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Fagaropsis velutina</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Ficus trichopoda</i>	ANE	0	1	0	1	0
<i>Foeniculum vulgare</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Fragaria × ananassa</i>	I	0	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Galinsoga parviflora</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Geranium andringitrense</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Gnidia daphnifolia</i>	AE	1	1	1	1	0
<i>Gossypium barbadense</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Harungana madagascariensis</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Hazomalania voyronii</i>	ANE	1	0	1	1	0
<i>Hedychium coronarium</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum fulvescens</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Helichrysum abietifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum achyroclinoides</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum adhaerens</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum ambondrombeense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum ambositrense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum andohahelense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum angavense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum antandroi</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum aphelexioides</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum argyrochlamys</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum attenuatum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum bakeri</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum baronii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum barorum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum benoistii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum benthamii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum betsiliense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum boiteaui</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum bojerianum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum bracteiferum</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Helichrysum brevifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum calocladum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum campanulatum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum camusianum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum candollei</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum chamaeyucca</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum chermesonii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum cordifolium</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum coursii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum cremnophilum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum cryptomerioides</i>	AE	0	0	0	0	1

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Helichrysum danguyanum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum decaryi</i>	AE	0	1	1	1	1
<i>Helichrysum decrescentisquamatum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum deltoideum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum dichotomum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum dichroum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum dimorphotrichum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum diotoides</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum dracaenifolium</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum dubardii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum faradifani</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Helichrysum filaginoïdes</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum flagellare</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum forsythii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum geayi</i>	AE	0	1	0	0	1
<i>Helichrysum geniorum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum glossophyllum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum gradatum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum gymnocephalum</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Helichrysum heterotrichum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysumhirtum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum hypnoïdes</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum ibityense</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum indutum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum isalense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum itremense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum lanuginosum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum lavanduloïdes</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum lecomtei</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum leptoccephalum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum leucocladum</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum leucosphaerum</i>	ANE	1	0	1	1	0
<i>Helichrysum luzulaefolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum madagascariense</i>	AE	1	1	1	1	0
<i>Helichrysum mahafaly</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Helichrysum mandrareense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum mangoreense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum manopappoides</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum marojejense</i>	AE	0	0	1	0	1

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Helichrysum microcephalum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum minutiflorum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum mirabile</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum mutisiaefolium</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Helichrysum myriocephalum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum neoachyroclinoïdes</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum neoisalense</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum nervicinatum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum onivense</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum orothamnus</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum perrieri</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum phylicaeifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum plantago</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Helichrysum platycephalum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum pseudoanaxeton</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum retrorsum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum retrorsum</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Helichrysum saboureaui</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum salviifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum sambiranense</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum sarcolaenifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum selaginifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum sordidum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum stenoclinoides</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum stilpnocephalum</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum subglobosum</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Helichrysum subumbellatum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum syncephaloides</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum tanacetiflorum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum tardieuae</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum tenue</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum tomentosum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum translucidum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Helichrysum trinervatum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum triplinerve</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Helichrysum vaginatum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum viguieri</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Helichrysum vohimavense</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Helichrysum xylocladum</i>	AE	0	1	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Heteropogon contortus</i>	ANE	0	0	1	1	0
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Hubertia andringitrensis</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Hubertia myricifolia</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Humbertioturraea decaryana</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Hypericum japonicum</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Hyptis suaveolens</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Indigofera vohemarensis</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Inulanthera brownii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Isolonahumbertiana</i>	ANE	1	1	0	0	0
<i>Ivodea acuminata</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea alata</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea analalavensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea ankeranensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea antilahimenae</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea aymoniniana</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea capuronii</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Ivodea choungiensis</i>	ANE	1	1	0	0	0
<i>Ivodea confertifolia</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea cordata</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Ivodea cristata</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea decaryana</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Ivodea delphinensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea lanceolata</i>	AE	0	1	1	1	0
<i>Ivodea macrocarpa</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea mahaboensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea mahanarica</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea mananarensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea menabeensis</i>	AE	1	0	0	1	0
<i>Ivodea nana</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea occidentalis</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Ivodea petrae</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Ivodea ravelonarivoi</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea razakamalalae</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ivodea reticulata</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Ivodea sahafariensis</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Ivodea toliarensis</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Ivodea trichocarpa</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Ixora bemangidiensis</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Ixora hookeri</i>	ANE	0	1	0	0	0
<i>Jasminum greveanum</i>	AE	1	0	1	1	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Jasminum pteropodum</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Jatropha curcas</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Jumellea fragrans</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Jumellea françoisii</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Juniperus virginiana</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Kaliphora madagascariensis</i>	AE	1	0	1	0	1
<i>Lantana camara</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Lavandula angustifolia</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Leonotis nepetifolia</i>	I	1	0	0	1	1
<i>Litchi chinensis</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Malus domestica</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Mangifera indica</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Mascarenhasia angustifolia</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Matricaria chamomilla</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Mauloutchia chapelieri</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Melanthera scandens</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Melanthera scandens subsp. madagascariensis</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Melia azedarach</i>	I	1	0	1	1	0
<i>Melicope bakeri</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Melicope balankazo</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Melicope Belahe</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Melicope celastracea</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Melicope discolor</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Melicope fatraina</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Melicope floribunda</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Melicope madagascariensis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Melicope magnifolia</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Melicope sambiranensis</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Melicope tsaratananensis</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Melissa officinalis</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Memecylon delphinense</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Mentha piperita</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Mesosphaerum pectinatum</i>	I	1	0	0	1	0
<i>Micromeria flagellaris</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Micromeria madagascariensis</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Micromeria sphaerophylla</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Micronychia tsiramiramy</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Micronychia acuminata</i>	AE	0	1	0	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Mikania scandens</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Mimosa grandidieri</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Mimosa pudica</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Monanthotaxis valida</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Moringa oleifera</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Morus alba</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Morus nigra</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Musa spp</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Myristica fragrans</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Myrothamnus moschatus</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Myrtus communis</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Nelumbo nucifera</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Neobrochoneura acuminata</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Neocussonia bojeri</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Neojeffreyia decurrens</i>	ANE	1	1	1	1	1
<i>Ocimum africanum</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Ocimum americanum</i>	I	0	1	1	1	1
<i>Ocimum basilicum</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Ocimum canum</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Ocimum gratissimum</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Ocimum obovatum</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Ocimum suave</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Ocotea auriculiformis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Ocotea cymosa</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Ocotea laevis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Ocotea macrocarpa</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Ocotea racemosa</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Ocotea trichophlebia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Ocotea zahamenensis</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	I	1	0	1	1	0
<i>Passiflora edulis</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Passiflora foetida</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Pelargonium capitatum</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Pelargonium caylae</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Pelargonium madagascariense</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Pelargonium roseum</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Persea americana</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Persea gratissima</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Petroselinum crispum</i>	I	0	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Petroselinum sativum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Phellolophium madagascariense</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Phyllanthus amarus</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Phylloctenium decaryanum</i>	I	0	0	0	1	0
<i>Phylloctenium bernieri</i>	I	1	0	0	0	0
<i>Pimenta acris</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Pimpinella ebracteata</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Pimpinella humberitii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Pimpinella perrieri</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Pimpinella betsileensis</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Pinus kesiya</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Pinus patula</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Pinus pinaster</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Pinus pinea</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Pinus sylvestris</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Piper betle</i>	I	1	1	0	0	0
<i>Piper borbonense</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Piper capense</i>	ANE	0	1	1	0	1
<i>Piper heimii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Piper malgassicum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Piper nigrum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Piper pachyphyllum</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Piper pyrflium</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Piper sarmentosum</i>	ANE	0	1	0	0	0
<i>Piper tsarasotrae</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Piper umbellatum</i>	ANE	1	1	1	0	0
<i>Pittosporum polyspermum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Pittosporum verticillatum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Pittosporum viridiflorum</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Platostoma glomerulatum</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Platostoma madagascariense</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Plucheabojeri</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Pluchea grevei</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Pluchea ovalis</i>	ANE	1	0	1	1	0
<i>Pogostemon Cablin</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Polyscias ornifolia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Prunus armeniaca</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Prunus domestica</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Prunus persica</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Pseudocannaboides andringitrensis</i>	AE	0	0	1	0	1

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Pseudocarum laxiflorum</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Pseudoconyza viscosa</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Psiadia altissima</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Psiadia lucida</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Psiadia salviaefolia</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Psidium cattleyanum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Psidium guajava</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Psidium guineense</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Psorospermum ferrovestitum</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Punica granatum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Radamaea montana</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Ranunculus multifidus</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Rhinacanthus osmospermus</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Ricinus communis</i>	I	0	0	1	1	0
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Rosa canina</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Rosa damascena</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Rubus rosaefolius</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Ruta graveolens</i>	I	1	1	1	1	1
<i>Salvia coccinea</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Salvia cryptoclada</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Salvia leucodermis</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Salvia officinalis</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Salvia parvifolia</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Salvia perrieri</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Salvia porphyrocalyx</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Salvia sessilifolia</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Schinus terebinthifolia</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Scoparia dulcis</i>	ANE	1	1	1	0	0
<i>Senecio ambavilla</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Senecio canaliculatus</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Senecio hirtocrassus</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Senecio resectus</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Senna alata</i>	I	1	0	1	0	0
<i>Senna occidentalis</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Sida cordifolia</i>	ANE	0	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Sigesbeckia orientalis</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Solanum mauritianum</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	I	0	1	1	1	0
<i>Stachys brachiata</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Stenoclineinuloides</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Stereospermum euphorioides</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Stoebe pachyclada</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Striga asiatica</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Syncephalum arbutifolium</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Syncephalum candidum</i>	AE	0	0	0	0	1
<i>Syncephalum suborbiculare</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Syzygium aromaticum</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Syzygium cumini</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Syzygium emirnense</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Syzygium jambos</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Syzygium micropodium</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Syzygium bernieri</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Tagetes erecta</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Tagetes minuta</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Tagetes patula</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Tamarindus indica</i>	ANE	1	0	0	1	0
<i>Tambourissa hildebrandtii</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Tambourissa purpurea</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Tambourissa thouvenotii</i>	AE	1	1	1	0	0
<i>Tambourissa trichophylla</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Tana bojeriana</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Tephrosia purpurea</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Tephrosia vogelii</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Tetradenia hildeana</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Tetradenia cordata</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Tetradenia falafa</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Tetradenia goudotii</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Tetradenia herbacea</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Tetradenia nervosa</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Tetradenia riparia</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Tetrapterocarpon geayi</i>	AE	1	0	0	1	0
<i>Theobroma cacao</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Thuja occidentalis</i>	I	1	1	1	0	0
<i>Thunbergia convolvulifolia</i>	I	0	1	1	0	0
<i>Thymus vulgaris</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Tithonia diversifolia</i>	I	1	0	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Tridax procumbens</i>	I	1	1	0	1	0
<i>Tropaeolum majus</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Urena lobata</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Vachellia farnesiana</i>	I	1	1	1	1	0
<i>Vanilla bosseri</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Vanilla coursii</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Vanilla decaryana</i>	AE	1	0	0	1	0
<i>Vanilla francoisii</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Vanilla madagascariensis</i>	AE	1	1	0	0	0
<i>Vanilla montagnacii</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Vanilla perrieri</i>	AE	1	0	0	1	0
<i>Vanilla phaeantha</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Vanilla planifolia</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Vanilla pompona</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Vanillatahitensis</i>	I	0	1	0	0	0
<i>Vepris ampody</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris aralioides</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris arenicola</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris boiviniana</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Vepris calcicola</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Vepris cauliflora</i>	ANE	0	1	1	0	0
<i>Vepris decaryana</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Vepris densiflora</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris dicarpella</i>	AE	0	1	1	0	1
<i>Vepris elliotii</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Vepris fitoravina</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris gamopetala</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Vepris humbertii</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Vepris leandriana</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris lepidota</i>	AE	0	0	0	1	0
<i>Vepris louvelii</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Vepris madagascarica</i>	AE	1	0	1	0	0
<i>Vepris nitida</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris parvicalyx</i>	ANE	1	0	0	0	0
<i>Vepris peraperta</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Vepris pilosa</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Vepris polymorpha</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Vepris schmidelioides</i>	AE	0	0	1	0	0
<i>Vepris sclerophylla</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Vepris spathulata</i>	ANE	1	0	0	0	0
<i>Vepris unifoliolata</i>	ANE	1	1	1	1	0
<i>Vepris macrophylla</i>	AE	0	1	1	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Vitis vinifera</i>	I	0	0	1	0	0
<i>Waltheria indica</i>	ANE	0	0	1	0	0
<i>Xylopiya bemarivensis</i>	AE	1	0	0	0	0
<i>Zanthoxylum asiaticum</i>	ANE	1	1	1	1	1
<i>Zanthoxylum decaryi</i>	AE	0	0	1	1	0
<i>Zanthoxylum madagascariense</i>	AE	0	0	1	0	1
<i>Zanthoxylum mananarensis</i>	AE	0	1	0	0	0

Noms scientifiques	En	S	H	Sh	Sb	M
<i>Zanthoxylum subspicatum</i>	AE	0	1	0	0	0
<i>Zanthoxylum thouvenotii</i>	AE	0	1	1	0	0
<i>Zanthoxylum tsihanimposa</i>	AE	1	0	1	1	0
<i>Zingiber officinale</i>	I	0	0	1	0	0
		1	2			1
		4	9	48	12	1
Total		5	9	8	6	1

En : Endémicité ; S : Sèche ; H : Humide ; Sh : Subhumide ; Sb : Subaride ; M : Montagne

Annexe 4 : Les 30 premières espèces les plus utilisées en médecine traditionnelle

Noms scientifiques	Fréquence de citation (%)
<i>Psiadia altissima</i> (DC.) Drake	40,48
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	35,71
<i>Lantana camara</i> L.	30,95
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	29,76
<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl.) Benn.	29,76
<i>Ocimum gratissimum</i> L.	29,76
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	28,57
<i>Psidium guajava</i> L.	28,57
<i>Catharanthus ovalis</i> (L.) G. Don	27,38
<i>Elephantopus scaber</i> L.	27,38
<i>Euphorbia hirta</i> L.	27,38
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	27,38
<i>Tamarindus indica</i> L.	26,19
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	26,19
<i>Cinnamosma fragrans</i> Baill.	26,19
<i>Brachylaena ramiflora</i> (DC.) Humbert	23,81
<i>Helichrysum faradifani</i> Scott- Elliot	23,81
<i>Mimosa pudica</i> Linné	23,81
<i>Buddleja madagascariensis</i> Lam.	22,62
<i>Jatropha curcas</i> L.	21,43
<i>Bidens pilosa</i> L.	20,24
<i>Canarium madagascariense</i> Engl.	20,24
<i>Curcuma longa</i> L.	20,24
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	20,24
<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	19,05
<i>Aframomum angustifolium</i> K. Schum.	17,86
<i>Cinnamosma madagascariensis</i> Danguy	17,86
<i>Syzigium emirnense</i> (Baker) Labat & G.E. Schatz	17,86
<i>Baronia taratana</i> Baker	16,67
<i>Helichrysum cordifolium</i> DC.	16,67

Annexe 5 : Les maladies traités par les plantes aromatiques, parties utilisés, préparation, mode d'emploi et indice de fidélité (IF)

Maladies	Noms scientifiques	Parties de plantes	Préparation	Mode d'emploi	IF (%)
MIP	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	R, T, F, fl	Décoction, infusion	Boire, bain, inhalation	92,31
MIP	<i>Elephantopus scaber</i> L.	R, T, F, fl	Décoction, infusion	Boire	62,50
MIP	<i>Helichrysum gymnocephalum</i> (DC.) Humbert	R, T, F, fl	Décoction, bouillir, poudre	Boire, bain, inhalation	57,14
MIP	<i>Mangifera indica</i> L.	G, F, frt, E	Décoction, bouillir	Boire, inhalation	60,00
MIP	<i>Oxalis corniculata</i> L.	PE	Décoction, jus	Boire	72,73
GAP	<i>Buddleja madagascariensis</i> Lam.	PE	Décoction, poudre	Boire, masque	55,56
GAP	<i>Catharanthus lanceus</i> (Bojer ex A. DC.) Pichon	PE	Décoction	Topique	55,56
GAP	<i>Cedrelopsis grevei</i> Baill.	PE	Décoction, infusion	Boire, Infusion, bain	55,56
TEC	<i>Acacia dealbata</i> Link	F	Cataplasme, bouillir		80,00
TEC	<i>Bidens pilosa</i> L.	F	Décoction, macération	Application sur la plaie	55,56
TEC	<i>Calophyllum inophyllum</i> Linn	R, fr	Décoction, baume		66,67
TEC	<i>Catharanthus lanceus</i>	PE	Décoction, infusion	Cataplasme	55,56
TEC	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	F	Cataplasme,		77,78
TEC	<i>Crassocephalum rubens</i> (DC.) C. Jeffrey et Beentje	F	Décoction, poudre	Appliquer, Topique	63,64
TEC	<i>Helichrysum cordifolium</i> DC.	F	Décoction, infusion	Bain de bouche, Boire	56,25
TEC	<i>Helichrysum fulvescens</i> DC.	F, T	Macération	Appliquées sur les blessures	57,14
TEC	<i>Helichrysum mutisiaefolium</i> Less.	F, T	Broyer, jus	Appliquer les poudres	83,33
TEC	<i>Hypericum japonicum</i> Thunb.	F			57,14
TEC	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	F, R, E	Décoction		54,55
TEC	<i>Psorospermum androsaemifolium</i> Baker	F, R, T	Infusion, broyer	Application, lavage, boire, bain	73,33
TEC	<i>Stenocline inuloides</i> DC.	F, fl	Friction, broyer, écraser	Application	57,14

Maladies	Noms scientifiques	Parties de plantes	Préparation	Mode d'emploi	IF (%)
TEC	<i>Tridax procumbens</i> L.	F, T	Décoction, broyer	Application	64,29
MPT	<i>Ranunculus multifidus</i> Forssk.	PE	Piller		55,56
MPT	<i>Rhinacanthus osmospermus</i> Bojer ex Nees	F, R	Ecraser	Exprimer la sève	66,67
MPT	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	F, fl	Décoction, écraser	Applique la sève	53,33
MAC	<i>Passiflora edulis</i> Sims	F, fl, T	Décoction, bouillir	Boire	53,33
MAD	<i>Baronia taratana</i> Baker	F, T, E	Décoction, infusion	Boire	53,33
MAD	<i>Billburttia capensoides</i> Sales & Hedge	F, T, E	Décoction	Boire	83,33
MAD	<i>Catharanthus lanceus</i> (Bojer ex A. DC.) Pichon	F, T, R	Décoction, macération, piler		55,56
MAD	<i>Cedrelopsis grevei</i> Baill.	F, E	Décoction, tisane, infusion	Boire	70,00
MAD	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	F, T, R	Décoction, infusion	Boire	56,52
MAD	<i>Cryptocarya agathophylla</i> van der Werff	F, E	Détection, infusion	Boire, bain de vapeur	63,64
MAD	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	F, fr, G	Décoction		66,67
MAD	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	F	Décoction, bouillir	Infusion, boir	57,14
MAD	<i>Helichrysum gymnocephalum</i> (DC.) Humbert	F, fl	Décoction, infusion	Boire	61,54
MAD	<i>Hypericum japonicum</i> Thunb.	F, T			71,43
MAD	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	F	Décoction, bouillir	Bains, boire	70,00
MAD	<i>Mangifera indica</i> L.	F, R, G, E	Décoction, bouillir	Boire, bain de bouche	66,67
MAD	<i>Ocimum canum</i> Sims	F	Décoction, infusion, jus	Boire	63,64
MAD	<i>Psidium cattleyanum</i> Sabine	F	Décoction, bouillir	Boire	64,71
MAD	<i>Scoparia dulcis</i> L.	PE	Décoction, infusion	Boire, bain de bouche	61,54
MAD	<i>Syzigium emirnense</i> (Baker) Labat & G.E. Schatz	F, E, fr			72,73
MAD	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	F	Ecraser au mortier, bouillir	Appliquer sur les dents	72,73

Maladies	Noms scientifiques	Parties de plantes	Préparation	Mode d'emploi	IF (%)
MAD	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	F, R	Décoction, infusion, poudre	Tisane composée, boire	58,82
MAG	<i>Brachylaena perrieri</i> (Drake) Humbert	F, T, E	Décoction	Boire, tisane	100,00
MAG	<i>Catharanthus lanceus</i> (Bojer ex A. DC.) Pichon	F, T, R	Décoction	Administration	55,56
MAG	<i>Distephanus glutinosus</i> (DC.) H. Rob. & B. Kahn	F, T, R	Décoction, infusion, tisane	Boire, bain de vapeur	84,62
MAG	<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	F, fl, R	Décoction		100,00
MAG	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	F	Décoction, bouillir	Bains , boire	70,00
MAG	<i>Phellolophium madagascariense</i> Baker	F, R	Décoction, infusion, bouillir	Boire	58,33
MAG	<i>Piper pachyphyllum</i> Baker	F, R, T	Poudre		80,00
MAG	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	F, G, fl, R	Décoction, infusion, bouillir	Boire, administration	66,67
MAG	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	E	Ecraser au mortier, bouillir	Appliquer sur les dents	72,73
MAR	<i>Billburttia capensoides</i> Sales & Hedge	R, T, F	Décoction	inhaler	83,33
MAR	<i>Blumea crispata</i> (Vahl.) Merxm	F, T	Décoction	Inhalation, boire	58,33
MAR	<i>Citrus aurantium</i> L.	F	Bouillir	Tisane composée, Infusion	66,67
MAR	<i>Datura alba</i> Rumph. ex Nees	F, G		Fumigation	85,71
MAR	<i>Helichrysum cordifolium</i> DC.	PE	Décoction, infusion	Administrée, boire, inhalation	62,50
MAR	<i>Helichrysum gymnocephalum</i> (DC.) Humbert	F, fl	Décoction	Boire	69,23
MAR	<i>Hypericum japonicum</i> Thunb.	F, T			57,14
MAR	<i>Ocimum basilicum</i> L.	F, T	Infusion, écraser, jus	Inhalation	66,67
MAR	<i>Ocimum canum</i> Sims	R, T, F	Décoction, bouillir, poudre	Boire, inhalation, tisane	81,82
MAR	<i>Phellolophium madagascariense</i> Baker	R, T, F, fl	Décoction, bouillir	Boire, bain de vapeur	66,67
MAR	<i>Piper borbonense</i> (Miq.) C. DC.	F	Décoction	Boire	66,67

Maladies	Noms scientifiques	Parties de plantes	Préparation	Mode d'emploi	IF (%)
MAR	<i>Piper pachyphyllum</i> Baker	T	Macération		80,00
MAR	<i>Ricinus communis</i> L.	F, fr	Décoction, Macération	Boisson, bain	52,38
SOA	<i>Senecio ambavilla</i> (Bory) Pers.	F, T, fl	Infusion		100,00
SOA	<i>Vanilla madagascariensis</i> Rolfe	T	Décoction	Boire, infusion	81,82
SOA	<i>Vanilla planifolia</i> Andrews	F, T, fr			80,00
SYMP	<i>Billburttia capensoides</i> Sales & Hedge	F, T, fr	Décoction,	Boire, inhalation	66,67
SYMP	<i>Cedrelopsis grevei</i> Baill.	F, E	Décoction, infusion	Bain, massage	70,00
SYMP	<i>Cryptocarya agathophylla</i> van der Werff	F, fr,E	Décoction, mâcération	Appliquer en compresses	54,55
SYMP	<i>Helichrysum gymnocephalum</i> (DC.) Humbert	F, fl	Décoction, infusion	Boire	61,54
SYMP	<i>Piper pachyphyllum</i> Baker	fr, T	Décoction	Boire	80,00
SYMP	<i>Ranunculus multifidus</i> Forssk.	F, T, fl	Distillation, froiser, poudre	bain de vapeur, tisane	55,56
SYMP	<i>Stenocline inuloides</i> DC.	F, T, R	Décoction, friction	Bains de vapeur	62,50
SYMP	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	F, E	Ecraser au mortier, bouillir	Appliquer sur les dents	72,73

MIP : Certaines maladies infectieuses et parasitaires ; GAP : Grossesse, accouchement et puerpéralité ; SOA : Maladies de l'appareil circulatoire, Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif ; SYMP : Symptômes, signes et résultats anormaux d'examen cliniques et de laboratoire, non classés ailleurs ; MAR : Maladies de l'appareil respiratoire ; MAG : Maladies de l'appareil génito-urinaire ; MAD : Maladies de l'appareil respiratoire ; MPT : Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané ; TEC : Lésions traumatiques, empoisonnements et certaines autres conséquences de causes externe ; MAC : Maladaie de l'appareil circulatoire

IF : Indice de fidélité ; R : Racines ; T : Tiges ; E : Ecorces ; F : Feuilles ; Fl : Fleurs ; Fr : Fruits ; G : Graines ; PE : Partie entière

Annexe 6 : Relation entre les parties aromatiques et les types de maladies

Types de maladies	Feuilles	Tiges	Racines	Fleurs	Ecorces	Fruits	Graines
MIP	38	18	12	10	12	6	6
GAP	11	6	5	1	3	4	1
INC	9	5	7	4	3	4	3
LTE	23	10	13	4	8	7	3
MPT	21	5	10	3	5	5	6
MAC	14	5	5	5	6	3	2
MAD	36	13	17	7	5	8	8
MAG	25	15	11	6	12	2	4
MAR	27	14	13	6	9	5	2
MOA	9	5	6	0	2	0	0
ORA	5	2	4	1	0	1	1
MSO	7	3	3	3	2	1	1
MSN	28	12	17	6	11	5	6
SOA	29	11	12	4	10	6	5
MEN	18	11	10	5	5	5	4
SYMP	33	14	14	8	10	9	4
TMC	3	2	1	1	1	0	0
TUM	3	1	0	0	0	1	0

Annexe 7 : Relation entre les parties des plantes aromatiques et les familles botaniques

Familles	Code	Feuilles	Fleurs	Fruits	Graines	Ecorces	Racines	Tiges
Amaranthaceae	F2	58	8	8	6	7	17	15
Anacardiaceae	F4	39	1	5	6	32	6	10
Apiaceae	F7	91	16	2	21	20	22	22
Apocynaceae	F8	68	26	24	22	26	37	56
Asteraceae	F10	754	116	87	70	300	279	523
Canellaceae	F16	56	2	5	10	88	7	40
Euphorbiaceae	F21	156	21	22	14	31	29	48
Fabaceae	F22	181	19	14	10	40	56	23
Flacourtiaceae	F6	63	0	0	0	8	0	20
Hypericaceae	F24	166	6	6	4	27	18	17
Lamiaceae	F25	254	36	11	19	11	12	23
Lauraceae	F26	73	1	4	1	14	0	2
Malvaceae	F27	40	7	2	2	2	2	17
Moringaceae	F32	26	8	0	2	20	25	2
Myrtaceae	F35	171	4	12	5	50	2	6
Rutaceae	F49	93	8	10	3	85	5	25
Solanaceae	F52	60	2	27	16	3	1	4
Verbenaceae	F56	81	4	1	0	4	16	11
Zingiberaceae	F58	36	0	3	5	1	137	6

Annexe 8 : Les 3 constituants majeurs avec leur rendement de certaines parties des plantes aromatiques prouvé

Noms scientifiques	Constituats majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Abelmoschus moschatus</i>	n-Tridecane (26,90%), (E)- β -farnesène (9,80%), (E,E)- α -farnesène (7,30%)	0,33% (p/p)	Feuilles
<i>Abelmoschuseculentus</i>	(E)-anéthole (6,90%), limonène (6,70%), -caryophyllène (5,40%)		Feuilles
<i>Acanthospermum hispidum</i>	β -caryophyllène (35,20%), α -bisabolol (11,40%), germacrène D (11,10%)		Feuilles
<i>Achyranthes aspera</i>	Trans-anéthole (27,10%), thymoquinone (11,80%), p-cymène (9,00%)		Feuilles
<i>Acmella caulirhiza</i>	caryophyllène (21,27%), caryophyllène oxyde (15,49%), 3-carène (10,73%)	0,37% (p/p)	Fleurs
<i>Aerva javanica</i>	Hentriacontane (21,48%), nonacosane (20,59%), heptacosane (19,78%)	0,10% (p/p)	Feuilles
<i>Aframomum melegueta</i>	Myrtenyl acetate (29,06%), iso-limonène (19,43%), γ -elemène (8,84%)	0,08% (v/p)	Feuilles
<i>Ageratum conyzoides</i>	6-demethoxyageratochromène (precocène I) (58,78%), β -caryophyllène (15,20%), androencecalinol (2,34%)	0,22% (v/p)	Fleurs
<i>Allium cepa</i>	Dipropyl disulfide (30,92%), dipropyl trisulfide (17,10%), 1-propenyl propyl disulfide (7,26%)		Feuilles
<i>Allium porrum</i>	Dipropyl trisulfide (15,01%), methyl propyl disulfide (4,48%), 1-propenyl propyl disulfide (3,75%)		Feuilles
<i>Allium sativum</i>	Diallyl disulfide (48,42%), diallyl sulfide (7,64%), allyl methyl trisulfide (7,27%)	0,87% (p/v)	Feuilles
<i>Aloysia triphylla</i>	Limonène (3,20-18,50%), β -citral (17,60-24,60%), α -citral (25,10-31,50%)		Feuilles
<i>Alpinia zerumbet</i>	p-cymène (28%), 1,8-cinéole (17,90%), terpinen-4-ol (11,90%)	0,07% (v/p)	Feuilles
<i>Ananas comosus</i>	Limonène (76,34%), acide palmitique (5,38%), 1-cyclohexane-1-carboxaldehyde (4,27%)	0,17-0,64% (p/p)	Feuilles
<i>Anthemis nobilis</i>	Isobutyl angelate (14,30%), isoamiy angelate (12,80%), methallyl angelate (10,80%)	0,25% (p/p)	
<i>Apodocephala pauciflora</i>	Norbelladine (43,88%), D-limonène (12,43%), β -pinène (8,39%)	0,20% (p/p)	Feuilles
<i>Artemisia absinthium</i>	β -pinène (23,80%), β -thujone (18,60%), sabinène (8,90%)	1,30% (p/p)	Feuilles
<i>Artemisia annua</i>	Camphor (48,00%), 1,8-cinéole (9,39%), camphène (6,98%)	0,30-0,50% (p/p)	Feuilles
<i>Baronia taratana</i>	d-3- β -pinène (24,29%), β -myrcène (6,85%), limonène (6,47%)	0,94% (p/p)	Feuilles
<i>Beilschmiedia microphylla</i>	β -caryophyllène (22,88%), limonène (11,83%), β -myrcène (5,79%)	0,06% (v/p)	Feuilles
<i>Bidens pilosa</i>	α -pinène (14,70%), ϵ -caryophyllène (13,50%), β -ocimène (12,80%)	0,19% (v/p)	Feuilles
<i>Billburttia capensoides</i>	p-mentha-1, 3, 8-triène (0,2-52,7%), terpinolène (2,8-40,7%), dill apiole (0,00-22,2%)		Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Billburttia vaginoides</i>	p-mentha-1, 3, 8-triene (0,20–52,70%), terpinolène (2,80–40,70%), dill apiole (0,00-22,20%)		Feuilles
<i>Bixa orellana</i>	(Z, E)-farnesyl acetate (11,60%), occidentalol acetate (9,70%), spathuléol (9,60%)		Feuilles
<i>Blumea crispata</i>	2, 5-dimethoxy-p-cymène (43,20%), 10-epi-g-eudesmol (19,70%), eudesm-7(11)-en-4-ol (4,80%)	0,30-0,40% (p/p)	Feuilles
<i>Brassica juncea</i>	allyl isothiocyanate (54,80), diallyl trisulfide (9,40), diallyl sulfide (5,50)		Feuilles
<i>Calea urticifolia</i>	β-caryophyllène (24,92 %), germacrène D (20,16%), α-muuroloène (17,10%)		Feuilles
<i>Calendula officinalis</i>	δ-cadinène (22,50%), α-cadinol (20,40 %), epi-α-muurolol (12,09%)	0,10% (p/p)	Fleurs
<i>Callistemon rigidus</i>	1,8-cinéole (79,10%), α-pinène (12,90%), α-terpinéol (4,10%)		Feuilles
<i>Callistemon viminalis</i>	Eucalyptol (84,60%), α-pinène (10,28%), α-terpinéol (2,59%)	1,90-2,50% (p/p)	Feuilles
<i>Calophyllum inophyllum</i>	Limonène (25,00%), p-cymène (10,00%3), α-pinène (9,39%)		Graines
<i>Camellia sinensis</i>	Linalol (12,73-22,20%), gegeraniol (6,42-17,83%), cyclohexanone (15,32%)		Feuilles
<i>Cananga odorata</i>	Germacrène D (22,23%), E, E- farnésène (11,19%), β-caryophyllène (8,70%)		Feuilles
<i>Capsicum annuum</i>	Acide palmitique (10-11,17%), pentadecanal (9,04-11,81%), 1-nonadécène (6,17-10,72%)		Tiges
<i>Carum carvi</i>	Limonène (43,50%), carvone (32,60%), apiole (15,10%)	4,20% (p/p)	Feuilles
<i>Catharanthus roseus</i>	Linolenic acid ethyl ester (43, 90 %), stearic acid (10, 60%), phytol (7,30 %)		Feuilles
<i>Cedrelopsis grevei</i>	α-eudesmol (23,10%), γ-eudesmol (7,90%), (α, β, δ)-selinène (5,90%)	0,60% (p/p)	Feuilles
<i>Centella asiatica</i>	(E)-β-farnésène (26,50%), α-humulène (20,90%), (E)-caryophyllène (13,30%)		Feuilles
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	α-terpinène (65,40%), p-cymène (29,40%), pinocarvone (1,00%)	0,70% (p/p)	Feuilles
<i>Chenopodium album</i>	p-cymène (40,9%), ascaridole (15,5%), pinane -2-ole (9,9%)		Feuilles
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	Khusimol (15,77%), bicyclovetivenol (10,76%), viridiflorène (4,64%)		Feuilles
<i>Cichorium intybus</i>	carvacrol (50,10 %), thymol (13,30 %), cinnamic aldehyde cynamique (12,4 %)		Feuilles
<i>Cinnamomum camphora</i>	1,8-cinéole (62,40%), sabinène (11,90%), α-terpinéol (9,20%)	0,50-20% (p/p)	Feuilles
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Cinnamaldéhyde (54,84 %), acétate de cinnamyle (16,36%), eugénol (5,40 %)	1,20% (p/p)	Feuilles
<i>Cinnamosma fragrans</i>	1,8-cinéole (17,46-54,19%), davanone (0-1,33%), cis-nérolidol (0-0,63%)	0,83-1,80% (p/p)	Feuilles
<i>Cinnamosma macrocarpa</i>	1,8-cinéol (28,78%), sabinène (8,12%), β-pinène (7,36%)		Feuilles
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	1,8-cinéole (35,50%), β-caryophyllène (6,69%), linalol (6,60%)	0,48-0,52% (p/p)	Feuilles
<i>Citrus aurantium</i>	D-limonène (78,53%), γ-terpinène (12,65%), α-pinène (2,06%)		Fruits

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Citrus decumana</i>	Erucylamide (28,43%), limonène (18,36%), citral (12,95%)		Fruits
<i>Citrus limon</i>	D-limonène (59,78%), beta-pinène (14,71%), γ -terpinène (10,19%)		Fruits
<i>Citrus maxima</i>	D-limonène (89,04%), β -pinène (2,25%), β -myrcène (2,06%),	0,07% (p/p)	Fruits
<i>Citrus reticulata</i>	Limonène (77,80%), γ -terpinène (14,99%), α -pinène (1,80%)	0,63% (p/p)	Fruits
<i>Citrus sinensis</i>	D-limonène (83,33%), linalol (8,91%), myrcène (3,60%)		Fruits
<i>Cleome hirta</i>	(Z)-phytol (19,50%), 7- α -hydroxy manol (6,80%), caryophyllène oxyde (4,36%)	0,04% (p/p)	Feuilles
<i>Coffea arabica</i>	(E)-2-hexenal (39,70%), 1-hexanol (32,10%), (Z)-2-pentenol (3,90%)	0,28% (v/p)	Feuilles
<i>Conyza bonariensis</i>	allo-aromadendrène (41,20%), β -caryophyllène (13,30%), caryophyllène oxyde (12,20%)	1,10% (p/p)	Feuilles
<i>Corchorus olitorus</i>	Nonadecane (21,68%), heneicosane (10,04%), α -phellandrene (9,08%)	0,63% (p/p)	Feuilles
<i>Coriandrum sativum</i>	Linalol (60,00%), r-cymène (3,50%), terpinen-4-ol (3,00%)	0,37% (p/p)	Feuilles
<i>Cosmos bipinnatus</i>	(E)- β -ocimène (50,23%), germacrène-D (13,99%), sabinène (9,35%)	0,30% (v/p)	Feuilles
<i>Cosmos sulphureus</i>	2, 6-di-tert-butyl-4-methylphénol (44,98%), germacrène D (33,70%), β -caryophyllène (10,23%)		Feuilles
<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Myrcène (43,30%), β -phellandrène (10,70%), cryptone (8,10%)		Feuilles
<i>Crassocephalum rubens</i>	Limonène (81,10%), (Z)- β -ocimène (4,60%), terpinolène (3,40%)	0,09% (p/p)	Feuilles
<i>Croton antanosiensis</i>	α -pinène (32,80%), β -pinène (16,40%), limonène (6,10%)		Feuilles
<i>Croton decaryi</i>	(E)- β -caryophyllène (26,70%), α -pinène (21,20%), α -humulène (19,00%)		Feuilles
<i>Croton geayi</i>	β -pinène (25,59%), limonène (22,92%), β -phellandrène (7,47%)	0,46% (p/p)	Feuilles
<i>Croton kimosorum</i>	Linalol (21,60), sabinène (10,40), β -pinène (6,20)	0,61% (p/p)	Feuilles
<i>Croton sakamaliensis</i>	(E)- β -caryophyllène (28,30%), oxyde (12,50%)		Feuilles
<i>Croton tiglium</i>	Acide 17-octadécynoïque (36,73%), acide tétradécanoïque (8,49%), 17-octadécynoïque acid methyl ester (8,17%)	0,02-2,51% (p/p)	Feuilles
<i>Cryptocarya crassifolia</i>	Méthyl-eugénol (35,69%), linalol (12,35%), eugénol (8,89%)	0,21% (p/p)	Feuilles
<i>Cucurbita maxima</i>	Trans-squalène (38,03), farnésène (17,25), docosane (16,86)		Feuilles
<i>Cupressus lusitanica</i>	Terpinen-4-ol (26,30%), cedrol (17%), p-menth-2-en-1-ol (10,50%)		Feuilles
<i>Cupressus sempervirens</i>	α -pinène (25,40%), δ -3-carène (24,00%), cedrol (10,40%)		Feuilles
<i>Curcuma longa</i>	α -turmérone (43,10%), β -turmérone (12,60%), α -humulène (7,20%)	0,33% (p/p)	Rhizomes

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Cyanthillium cinereum</i>	Caryophyllène oxyde (16,70 %), acide n-hexadécanoïque (8,90 %), phytol (7,10 %)	0,05% (p/p)	Feuilles
<i>Cymbopogon citratus</i>	Géranial (39,86%), neral (34,52%), myrcène (14,49%)	0,67% (p/p)	Feuilles
<i>Cymbopogon flexuosus</i>	isopulegol (1,90%), néral (14,00%), citral (70,00%)	1,70%(p/p)	Feuilles
<i>Cymbopogon nardus</i>	Ammonium carbamate (18,26%), carbinol (13,57%), neophytadiène (11,65%)		Feuilles
<i>Cymbopogon winterianus</i>	Linalol (27,40%), citronellol (10,90%), geraniol (8,50%)	1,60% (p/p)	Feuilles
<i>Cyperus conglomeratus</i>	Cyperène (27,200), cyperol (8,7), cyperotundone (8,10)		Feuilles
<i>Cyperus rotundus</i>	α -cyperone (11,00), myrtenol (7,90), caryophyllène oxyde (5,40)	0,20% (p/p)	Feuilles
<i>Datura alba</i>	Thymol (60,33%), camphor (0,63 %), α -terpinéol (0,65%)	0,35% (p/p)	Feuilles
<i>Datura stramonium</i>	Citral (26,50%), 4, 8-diméthyl-3,8-dien-2-one (11,20%), sesquirosefuran (11,10%)	0,01% (p/p)	Graines
<i>Datura stramonium</i>	Phytol (72,50%), 6, 10, 14-triméthyl-2-pentadécanone (9,50%), levomenthol (6,10%)	0,35% (p/p)	Feuilles
<i>Daucus carota</i>	α -pinène (22,30%), carotol (21,70%), limonène (15,80%)		Feuilles
<i>Eclipta prostrata</i>	β -caryophyllène (47,70%), α -humulène (31,80%), (E)- β -farnésène (10,00%)	0,08% v/p	Feuilles
<i>Ehretia cymosa</i>	Trans-a-bergamotène (15, 20%), α -curcumène (14,50%), β -cedrène (14,00%)	0,32% (v/p)	Feuilles
<i>Elephantopus scaber</i>	Acide hexadécanoïque (42,30%), Isopropyl diméthyl tétrahydronaphtha-lénol (14,10%), β -Sesquiphellandrène (8,30%)	0,05% (v/p)	Feuilles
<i>Elionurus tristis</i>	Camphène (6,43%), α -pinène (5,65%), 1,8-cinéole (4,06%)		Feuilles
<i>Eucalyptus cinerea</i>	1,8-cinéole (60,69%), α -terpinyl acetate (20,44%), α -terpinéol (11,12%)	2,87% (v/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Citronellal (60,66%), b-citronellol (12,58%), isopulegol (8,19%)	1,20% (v/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus crebra</i>	β -pinène (12,13%), α -pinène (18,23%), Δ^3 carène (5,63%)	1,33% (p/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,8-cinéole (70,30%), α -pinène (15,50%), limonène (2,50%)	0,80% (v/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus grandis</i>	α -pinène (29,69%), p-cymène (19,89%), 1,8-cinéole (12,80%)	1,78% (p/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus longifolia</i>	1, 8-cinéole (63,30%), α -terpinéol (3,50%), limonène (3,80%)	0,10% (p/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus punctata</i>	p-cymène (24,40%), spathulenol (20,10%), 1,8-cinéole (16,60%)	0,13% (p/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus radiata</i>	Limonène (21,79%), 1-8 cinéole (10%), p-cymène (9,15%)	2% (v/p)	Feuilles
<i>Eucalyptus rudis</i>	1,8-cinéole (68,39%), tricyclène (14,63%), p-cymène (8,12%)		Feuilles
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1, 8-cinéole (57,75%), α -pinène (13,37%), limonène (5,44%)		Feuilles
<i>Eucalyptus dives</i>	1, 8-cinéole (58,91%), citronellale (15,19%), p-cymène (9,87%)	1,10% (v/p)	Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Eucalyptus resinifera</i>	1,8-cinéole (68,00%), trans-pinocarveol (3,50%), endofenchol (2,40%)	0,58% (p/p)	Feuilles
<i>Eugenia aromatica</i>	β -pinène (45,44%), 1,8-cinéole (16,27%), α -pinène (13,09)		Feuilles
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Eugénol (88,60%), eugenyl acetate (5,60%), β -caryophyllène (1,40%)		Feuilles
<i>Euphorbia hirta</i>	3, 7, 11, 15-tetraméthyl-2-hexadécen-1-ol (13,00%), 6,10,14-triméthyl-2-pentadécane (12,00%), phytol (8,29%)		Feuilles
<i>Foeniculum vulgare</i>	t-anéthole (53,51%), carvacrol (11,93%), fenchone (8,32%)	1,10% (p/p)	Feuilles
<i>Fragaria \times ananassa</i>	Linalol (18,80%), nonanal (15,85%), (Z)-3-hexanol (5,05%)		Feuilles
<i>Fragaria vesca</i>	Nonanal (18,73%), myrtenol (14,23%), linalol (13,42%)	0,21% (p/p)	Feuilles
<i>Galinsoga parviflora</i>	(Z)-3-hexen-1-ol (21,70%), β -caryophyllène (12,40%), 6-déméthoxy-ageratochrome (14,00%)	0,07% (p/p)	Feuilles
<i>Gossypium barbadense</i>	Tricyclène (29,60%), bornyl acetate (1,60%), -pinène (12,80%)		Feuilles
<i>Harungana madagascariensis</i>	β -caryophyllène (32,40%), β -ocimène (11,30%), α -humulène (10,40%)	0,10% (p/p)	Feuilles
<i>Hazomalania voyronii</i>	Aldéhyde périllique (78,60%), limonène (5,70%), eugenol (1,70%)		Feuilles
<i>Hedychium coronarium</i>	β -caryophyllène (43,00%), 1,8-cinéole (34,80%), β -pinène (16,70%)	0,20-0,68% (p/p)	Feuilles
<i>Helichrysum bojerianum</i>	(E)- β -Caryophyllène (16,10), γ -curcumène (9,00), δ -cadinène (7,60)		Feuilles
<i>Helichrysum bracteiferum</i>	1,8-cinéole (35,53), α -humulène (20,72), (E)- β -caryophyllène (13,74)	0,10-0,49% (p/p)	Feuilles
<i>Helichrysum cordifolium</i>	β -caryophyllène (46,40%), 1,8-cinéole (46,40%), linalol (4,80%)		Feuilles
<i>Helichrysum diotoides</i>	(E)- β -caryophyllène (15,00%), linalol (9,80%), lilac acetate D (8,70%)		Feuilles
<i>Helichrysum dubardii</i>	1,8-cinéole (35,70), α -muurolène (7,20), α -pinène (6,60)		Feuilles
<i>Helichrysum faradifani</i>	α -fenchène (43,48), γ -curcumène (18,33), (E)- β -caryophyllène (11,76)	0,24-0,53 % (p/p)	Feuilles
<i>Helichrysum gymnocephalum</i>	1,8-cinéole (74,77), p-cymène (6,40), erpinène-4-ol (3,89)	1,78% (p/p)	Feuilles
<i>Helichrysum hypnoides</i>	1,8-cinéole (51,50%), sabinène (9,80%), terpinen-4-ol (5,60%)		Feuilles
<i>Helichrysum indutum</i>	(E)- β -Caryophyllène (33,10%), α -humulène (3,30%), ar-curcumène (2,90%)		Feuilles
<i>Helichrysum hirtum</i>	7-epi-Silphiperfol-5-en-13-oic acid (40,00), 7-epi-Subergorgiol (13,10), Silphiperfol-5-en-13-oic acid (10,60)		Feuilles
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Acide hexadécanoïque (64,30%), acide linoléique (22,70%), acide tétradécanoïque (2,10%)	0,13% (v/p)	Feuilles
<i>Hyptis suaveolens</i>	Eucaliptol (47,64%), γ -ellémène (8,15%), β -pinène (6,55%)	0,10% (p/p)	Feuilles
<i>Inulanthera brownii</i>	selin-11-en-4 α -ol (24,60%), caryophyllène oxyde (8,70%), humulène époxyde II (5,10%)		Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Jatropha curcas</i>	Neophytadiène (35,80), phytol (23,10), trans-pinane (12,70)		Feuilles
<i>Juniperus virginiana</i>	safrole (18,8%), méthyl eugenol (13,80%), elemol (10,60%)	1,16% (p/p)	Feuilles
<i>Lantana camara</i>	Germacrène D (24,90%), farnesène derivatives (22,00%), α -cariophyllène (14,31%)	0,33% (p/p)	Feuilles
<i>Lavandula augustifolia</i>	1,8-cinéole (38,00 %), linalol (19,20%), camphor (14,60%)		Feuilles
<i>Leonotis nepetifolia</i>	1-octen-3-ol (42,58%), (E)-ocimène (15,85%), (Z) ocimène (7,01%)		Feuilles
<i>Litchi chinensis</i>	α -Curcumène (26,32%), β -himachalène (24,41%), himachalol (12,39%)	0,23% (v/p)	Fruits
<i>Malus domestica</i>	Eucalyptol (43,70%), phytol (11,50%), α -farnesène (9,60%),		Feuilles
<i>Mangifera indica</i>	δ -3-carène (20,5%), a-gurjunène (19,2%), b-selinène (13,9%)		Feuilles
<i>Matricaria chamomilla</i>	β -farnesène (29,80%), α -farnesène (9,30%), α -bisabolol oxyde A (7,00%)		Feuilles
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Terpinen-4-ol (39,90%), γ -terpinène (17,80%), a-terpinène (8,30%)		Feuilles
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	1,8-cinéole (50,20 %), α -pinène (10,10%), limonène (7,50%)	0,80% (p/p)	Feuilles
<i>Melanthera scandens</i>	-caryophyllène (26,40%), bicyclosesquiphellandrène (19,40%), -phellandrène (6,00%)		Feuilles
<i>Melia azedarach</i>	Trans-nerolidol (70,00%), n-nonanal (4,78%), cis-nerolidol (3,99%)	0,09% (p/p)	Fleurs
<i>Melissa officinalis</i>	géranyl acetate (27,90 %), citral (14,20%), Z-citral (9,80%)	0,50%(v/p)	Feuilles
<i>Mentha piperita</i>	1,8-cinéole (2,00%), p-cymène (2,00%), trans-sabinène hydral (1,20%)	3,70% (p/p)	Feuilles
<i>Mesosphaerum pectinatum</i>	β -caryophyllène (17,66%), calamusenone (36,08%), caryophyllène oxyde (11,52%)		Feuilles
<i>Micronychia tsiramiramy</i>	α -pinène (26,41 %), fellandrène (19,40 %), méthylpyridine (9,548%)	0,84 - 1,10% (p/p)	Fleurs
<i>Mikania scandens</i>	β -caryophyllène (16,98%), d-cadinène (12,22%), α -cubebène (11,33%)		Feuilles
<i>Mimosa pudica</i>	phthalic acid dioctyl ester (27,76), α -linolenic acid (20,34), cinnamaldehyde (16,24)		Feuilles
<i>Moringa oleifera</i>	Hexacosane (13,90%), pentacosane (13,30%), heptacosane (11,40%)		Feuilles
<i>Morus alba</i>	Trans-phytol (7,90-71,20%), (E, E)-géranyl linalol (0,20-8,00%), (Z)-bovolide (8,10%)	0,008% (p/p)	Feuilles
<i>Morus nigra</i>	Trans-phytol (7, 90%), (E, E)-géranyl linalol (7,80%)		Feuilles
<i>Myristica fragrans</i>	Sabinène (21,38%), 4-terpinéol (13,92%), myristicine (13,57%)	6,85% (p/p)	Graines
<i>Myrothamnus moschatus</i>	Transpinocarvéol (34,10%), pinocarvone (14,20%), β -selinène (12,20%)		Feuilles
<i>Myrtus communis</i>	α -pinène (50,00%), limonène (20,00%), 1,8-cinéole (12,18%)	0,20-1,60% (p/p)	Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Nelumbo nucifera</i>	Palmitic acid methyl ester (22,66%), linoleic acid methyl ester (11,16%), palmitoleic acid methyl ester (7,55%)		Feuilles
<i>Ocimum africanum</i>	Citral II (37,43%), citral I (26,69%), citronellol (7,20%)	0,60% (p/p)	Feuilles
<i>Ocimum americanum</i>	Eugénol (28,46%), methyl chavicol (17,34%), terpinéol (15%)		Feuilles
<i>Ocimum basilicum</i>	linalol (71,01 %), 1,8-cinéole (8,27 %), aromadendrène (6,73 %)	1,20% (p/p)	Feuilles
<i>Ocimum canum</i>	1,8-cinéole (34,00%), camphor (18,00%), b-caryophyllène (7,10%)		Feuilles
<i>Ocimum gratissimum</i>	Eugénol (72,26%), 1,8-cinéole (9,69%), β -selinène (4,25%)		Feuilles
<i>Ocotea auriculiformis</i>	α -humulène (42,60%), β -pinène (8,50%), (E)- β -caryophyllène (7,80%)	0,47% (p/p)	Feuilles
<i>Ocotea cymosa</i>	α -pinène (23,87%), limonène (16,54%), 1,8-cinéole (13,35%)	0,70% - 1,50% (p/p)	Feuilles
<i>Ocotea laevis</i>	α , β , δ - élémène (12,75%), α , β -sélénène (8,46%), β -caryophyllène (12,08%)	1,25% (p/p)	Feuilles
<i>Ocotea macrocarpa</i>	Germacrène B (13,93%), (E)- β -caryophyllène (12,38%), γ -eudesmol (9,57%)	0,10-0,40% (p/p)	Feuilles
<i>Ocotea zahamenensis</i>	Safrole ou 4-allyl-1,2-méthylènedioxybenzène (83,178%), (+) - 3- carène (5,21%), diéthylphtalate (3,48%)	2,75% (p/p)	Feuilles
<i>Oxalis corniculata</i>	Geranyl acetate (13,3%), terpinolène (9,20%), acide hexadecanoïque (7,70%)		Feuilles
<i>Passiflora edulis</i>	Ionol (13,15%), Palmitaldehyde (6,24%), Heptadecane (3,29%)	0,02% (v/p)	Fruits
<i>Passiflora foetida</i>	Alkanals (48,54%), alkanols (21,43%), esters (20,30%)	0,4% (v/p)	Tiges
<i>Pelargonium capitatum</i>	α -pinène (42,00%), β -caryophyllène (18,00%), germacrène D (18,00%)	0,07% (p/p)	Feuilles
<i>Pelargonium roseum</i>	Citronellol (43,67 %), géraniol (9,66 %), linalol (4,77 %)	0,16% (p/p)	Feuilles
<i>Petroselinum crispum</i>	D-limonène (18,82%), myristicine (17,18%), apiol (10,08 %)		Feuilles
<i>Petroselinum sativum</i>	(+)-(S)-carvone (39,55 %), 4-carène (35,28 %), myristicine (6,06 %)		Feuilles
<i>Phellolophium madagascariense</i>	Limonène (43,81%), α -pinène (29,55%), γ - terpinène (8,03%)		
<i>Pimenta acris</i>	Eugénol (52,70%), myrcène (29,40%), chavicol (9,30%)		Feuilles
<i>Pinus patula</i>	α -pinène (35,20%), β -phellandrène (19,50%), abietatriène (9,30%)	0,4%,(p/p)	Feuilles
<i>Pinus pinaster</i>	α -pinène (63,90 %), β -caryophyllène (14,30 %), junipène (7,50 %)	0,15 % (v/p)	Feuilles
<i>Pinus pinea</i>	Limonène (54,10%), α -pinène (7,65%), Z-caryophyllène (5,65%)	0,4% (v/p)	Feuilles
<i>Pinus sylvestris</i>	α -pinène (19,44-56,88%), camphène (2,87-17,09%) β -pinène (0,44-16,84%).		Feuilles
<i>Pinus kesiya</i>	β -phéllandrène (20,96%), β -caryophyllène (17,63%), α -pinène (17,52%)		Feuilles
<i>Piper betle</i>	Eugénol (26,36%), trans-caryophellène (3,53%), α -selinène (2,39%)	0,032% (v/p)	Feuilles
<i>Piper borbonense</i>	Spathuléol (27,27%), bicyclogermacrène (16,27%), α -phellandrène (8,28%)	3,26%, 0,60% (v/p)	Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Piper capense</i>	δ -Selinène (13,95%), α -phellandrène (12,82%), δ -2-carène (11,13%)	3,04% (v/p)	Feuilles
<i>Piper nigrum</i>	Caryophyllène (19,12%), limonène (9,74%), camphène (8,44%)		Feuilles
<i>Piper sarmentosum</i>	Spathulénol (21,00%), myristicin (18,80%), β -caryophyllène (18,20%)	1,10% (v/p)	Feuilles
<i>Piper umbellatum</i>	Linalol (15,80%-41,10%), limonène (6,30%-38,60%), thymol (25,00%)		Feuilles
<i>Pluchea grevei</i>	α -sélinène (39,85%), viridiflorol (36,97%), germacrène-D (4,41%)	0,10% (p/p)	Feuilles
<i>Pluchea bojeri</i>	viridiflorol (45,91%), cis-chrysanthenol (12,80%), cis acétate de chrysanthenyl (6,11%)	0,10% (p/p)	Feuilles
<i>Pluchea ovalis</i>	limonène (18,90%), p-cymène (11,70%), β -maaliène (7,40%)	0,06% (p/p)	Feuilles
<i>Pogostemon cablin</i>	Patchoulol (35,00%), α -guaiène (16,00%), β -patchoulène (3,50%)	1,80% (p/p)	Partie aérienne
<i>Polyscias ornifolia</i>	α -pinène (23,81%), β -pinène (14,22%), sabinène (10,07%)	0,70% (p/p)	Feuilles
<i>Prunus armeniaca</i>	Phytol (19,42-19,92%), manoyl oxyde (5,21-6,53%), linalol (4,44-4,81%)		Feuilles
<i>Prunus domestica</i>	Pentacosane (15,78-16,83%), phytol (25,83-9,36%), hexadecanoïque (6,33-7,67%)		Feuilles
<i>Pseudoconyza viscosa</i>	Dimethoxy-p-cymène (27,70%), β -caryophyllène (9,60%), α -humulène (6,40%)		Feuilles
<i>Psiadia altissima</i>	β -pinène (39,72%), (E)- β -ocimène (6,99%), terpinen-4-ol (4,87%)	0,50% (p/p)	Feuilles
<i>Psiadia salviaefolia</i>	β -pinène (22,09%), limonène (19,89%), β -phellandrène (10,43%)	0,18% (p/p)	Feuilles
<i>Psidium guajava</i>	β -caryophyllène (20,34%), globulol (8,20%), trans-nerolidol (7,72%)	0,60% (p/p)	Feuilles
<i>Psidium guineense</i>	limonène (0,30-47,40%), α -pinène (0,10-35,60%), β -caryophyllène (0,10-24,00%)	0,10-0,90% (p/p)	Feuilles
<i>Psidiumcattleyanum</i>	Viridiflorol (17,90%), β -caryophyllène (11,80%), 1,8-cinéole (10,80%)	0,30% (p/p)	Feuilles
<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	(E)- β -caryophyllène (31,81%), α -copaène (6,86%), caryophyllène oxyde (6,28%)	0,002% (p/p)	Feuilles
<i>Punica granatum</i>	Farnésène (27,75%), trans-squalène (20,68%), docosane (16,86%)		Feuilles
<i>Ricinus communis</i>	α -thujone (31,71%), 1,8-cinéole (30,98%), α -pinène (16,88%)	0,32% (p/p)	Feuilles
<i>Rosa canina</i>	Vitispirane (22,50%), acide palmitique (15,50%), acide linoléique (13,50%)		Feuilles
<i>Rosa damascena</i>	β -phenylethanol (34,42%), β -citronellol (14,49%), nonadecane (9,43%)	0,06% (p/p)	Feuilles
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,8-cinéol (33,08%), camphor (13,55%), α -pinène (8,58%)	1,80% (p/p)	Feuilles
<i>Rubus rosaefolius</i>	Linalol (21,00%), α -terpinéol (13,10%), α -cadinol (10,60%)		Fruits
<i>Ruta graveolens</i>	n-Hex-4-en-3-one (53,61%), n-pent-3-one (37,16%), n-hex-3-en-2-one (8,12%)	0,32% (p/p)	Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Salvia coccinea</i>	Germacrène D (15,60%), linalol (10,70%), β - caryophyllène (8,20%)		Feuilles
<i>Salvia officinalis</i>	α-thujone (26,68%), (E)-β-caryophyllène (7,47%), 1,8-cinéole (7,19%)	0,93% (p/p)	Feuilles
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Germacrène D (23,70%), bicyclogermacrène (15,00%), β-pinène (9,10%)	0,17% (p/p)	Feuilles
<i>Senecio hirtocrassus</i>	pirazine < 2-méthoxy-> (66,08%), éthyl 2-méthyl-2 penténoate (<z>) (8,28%), butanethiol <2-méthyl-> (5,67%)	0,22% (p/p)	Feuilles
<i>Senna alata</i>	Octadecanoic acid methyl ester (75,03), hexadecanoic acid methyl ester (8,59%), 3,7-dimethylocta-1,6-diene (3,94%)		Feuilles
<i>Sigesbeckia orientalis</i>	caryophyllène oxyde (21,89), germacra-4(15),5E,10(14) - trien-1β-ol (14,10%), trans-longipinocarvéol (5,87%)	0,13% (p/p)	Feuilles
<i>Sonchus oleraceus</i>	Pyrazine<2-méthoxy-> (66,08), éthyl 2-méthyl-2 penténoate (<z>) (8,28), Butanethiol <2 méthyl-> 5,67)		Feuilles
<i>Striga asiatica</i>	(-)-caryophyllène (10,49 %), β-caryophyllène oxyde (8,56 %), acide hexadecanoïque (7,59 %)		Feuilles
<i>Syzygium aromaticum</i>	Eugenol (87,62 %), β-caryophyllène (5,88 %), β-bisabolène (4,41 %)		Feuilles
<i>Syzygium jambos</i>	Butylated hydroxytoluene (32,82%, caryophyllenyl alcohol (7,41%), thujopsan-2-α-ol (5,48%)		Feuilles
<i>Syzygium micropodum</i>	Oxyde de caryophyllène (25,00%), α-farnésène (22,23%), β-caryophyllène (18,60%)	0,26% (p/p)	Feuilles
<i>Tagetes erecta</i>	cis-ocimène (18,46), l-limonène (11,16), (E)-tagetone (10,56)	0,40-0,70% (p/p)	Feuilles
<i>Tagetes minuta</i>	(E)-ociménone (34,80), (Z)-ociménone (15,90), (Z)-β-ocimène (8,30)	1,5% (v/p)	Feuilles
<i>Tagetes patula</i>	β-ocimène (22,11 %), α-terpinolène (14,59 %), trans-caryophyllène (1,69 %)	0,18% (p/p)	Feuilles
<i>Tamarindus indica</i>	benzyl benzoate (40,60%), limonène (24,40%), hexadecanol (12,40%)		Feuilles
<i>Tambourissa purpurea</i>	β-eudesmol+α-cadinol (12,10%), β-caryophyllène (7,90%), α-pinène (7,40%)	0,14% (p/p)	Feuilles
<i>Tana bojeriana</i>	α-phellandrène (30,40%), carvone (22,30%), limonène (13,30%)	0,65-0,75% (p/p)	Feuilles
<i>Tephrosia purpurea</i>	Acide hexadecanoïque (69,61%), acide linoléique (11,05%), caryophyllène oxyde (10,03%)	0,20% (p/p)	Feuilles
<i>Tephrosia vogelii</i>	β-caryophyllène (45,00%), germacrène-B (18,00%), (E)-nerolidol (20,00%)	0,07% (p/p)	Feuilles
<i>Tetradenia hildeana</i>	β - caryophyllène (14,41%), β-phéllandrène (11,48%), l'α - pinène (11,39%)		Feuilles
<i>Tetradenia cordata</i>	sabinène (18,06%), p-cymène (14,30%), α-fenchol (9,86%)		Feuilles
<i>Tetradenia nervosa</i>	β-caryophyllène (21,28%), α-pinène (11,48%), (-) spathuléol (16,64%)	0,06% (p/p)	Feuilles
<i>Tetradenia riparia</i>	14-Hydroxy-9-Epi-(E)-caryophyllène (16,03%), (E)-caryophyllène (3,33%), cubéol (2,70%)	0,07% (p/p)	Feuilles
<i>Thymus vulgaris</i>	p-cymène (8,41%), γ-terpinène (30,90%), thymol (39,59%)	1,25% (v/p)	Feuilles
<i>Tithonia diversifolia</i>	α-pinène (63,64%), β-pinène (15,0%), iso-caryophyllène (7,62%)	0,09% (p/p)	Feuilles

Noms scientifiques	Constituants majeurs (%)	Rendement (%)	Organes
<i>Tridax procumbens</i>	Thymol (24,90%), élémol (16,00%), β -sélinène (10,00%)	0,07% (p/p)	Feuilles
<i>Tropaeolum majus</i>	Benzyl thiocyanate (82,50 %), benzène acetonitrile (3,90 %), 2-phenylethyl isovalerate (2,90 %)		Feuilles
<i>Vachellia farnesiana</i>	Methyl salicylate (15,20%), tricosane (14,00%), nonadecane (13,30%)		Feuilles
<i>Vepris elliotii</i>	β -caryophyllène (56,30%), méthylchavicol (32,60%), β -eudesmol (4,80%)		Feuilles
<i>Vepris leandriana</i>	Citronellol (33,60%), géranial (27,00%), néral (19,70%)		Feuilles
<i>Vepris madagascariensis</i>	(E)-anéthole (78,20%), estragole (15,60%), α -pinène (1,20%)	0,80 - 1,20 % (p/p)	Feuilles
<i>Vepris nitida</i>	Estragole (58,5%), (E)-anéthole (30,0%)		Feuilles
<i>Vitis vinifera</i>	Acide linoléique ethyl ester (36,25%), farnésène (33,59%), docosane (10,02%)		Feuilles
<i>Zingiber officinale</i>	β -zingiberène (12,20%), 1,8-cinéole+limonène+ β -phellandrène (10,50%), géranol (15,00%)	1,02% (v/p)	Feuilles

p/p : poids/poids ; v/p : volume/poids

Annexe 9 : Caractéristiques chimiques des familles botaniques

Familles	Familles chimiques
Amaranthaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, autres composés
Amaryllidaceae	Autres composés
Anacardiaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Annonaceae	Sesquiterpènes hydrocarbonés
Apiaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Apocynaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques
Araliaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, monoterpènes oxygénés,
Asteraceae	Monoterpènes hydrocarbonés, monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Bixaceae	Sesquiterpènes oxygénés
Boraginaceae	Sesquiterpènes hydrocarbonés
Brassicaceae	Autres composés
Bromeliaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques, phénylpropanoïdes
Calophyllaceae	Monoterpènes hydrocarbonés
Cannellaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Cleomaceae	Diterpènes, sesquiterpènes oxygénés
Cucurbitaceae	Sesquiterpènes hydrocarbonés, autres composés
Cupressaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Cyperaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Euphorbiaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
Fabaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Geraniaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Hernandiaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes

Familles	Familles chimiques
Hypericaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Lamiaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Lauraceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, Sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Malvaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
Meliaceae	Sesquiterpènes oxygénés
Monimiaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés,
Moraceae	Diterpènes, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
Moringaceae	Autres composés
Myristicaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Myrothamnaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés,
Myrtaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Nelumbonaceae	Autres composés
Orobanchaceae	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
Oxalidaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
Passifloraceae	Composés oxygénés non terpéniques, autres composés
Pinaceae	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes
Piperaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
Poaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques
Punicaceae	Sesquiterpènes hydrocarbonés, autres composés
Rosaceae	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
Rubiaceae	Sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
Rutaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes, composés oxygénés non terpéniques
Sapindaceae	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Solanaceae	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes oxygénés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
Theaceae	Monoterpènes oxygénés
Tropaeolaceae	Phénylpropanoïdes
Verbenaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
Vitaceae	Sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
Zingiberaceae	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés sesquiterpènes hydrocarbonés

Annexe 10 : Caractéristiques chimiques de genres botaniques

Genres	Familles chimiques	Genres	Familles chimiques
<i>Abelmoschus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, autres composés	<i>Callistemon</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Acanthospermum</i>	Monoterpenes hydrocarbonés, sesquiterpenes hydrocarbonés	<i>Calophyllum</i>	Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Achyranthes</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés	<i>Camellia</i>	Monoterpènes oxygénés
<i>Acmella</i>	Monoterpènes hydrocarbonés sesquiterpènes hydrocarbonés sesquiterpènes oxygenés	<i>Cananga</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Aerva</i>	Autres composés	<i>Capsicum</i>	Autres composés
<i>Aframomum</i>	Monoterpènes hydrocarbonés sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Carum</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés,
<i>Ageratum</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Catharanthus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques
<i>Allium</i>	Autres composés	<i>Cedrelopsis</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Aloysia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Centella</i>	Sesquiterpenes hydrocarbonés
<i>Alpinia</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés	<i>Chenopodium</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Ananas</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques, phénylpropanoïdes	<i>Chrysopogon</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Apodocephala</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes	<i>Cichorium</i>	Monoterpènes oxygénés
<i>Artemisia</i>	Monoterpènes oxygenés, monoterpènes hydrocarbonés sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Cinnamomum</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Baronia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés	<i>Cinnamosma</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Beilschmiedia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Citrus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Bidens</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Cleome</i>	Diterpènes, sesquiterpènes oxygénés
<i>Billburttia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Coffea</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
<i>Bixa</i>	Sesquiterpènes oxygénés	<i>Conyza</i>	Sesquiterpènes oxygenés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Blumea</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygenés	<i>Coriandrum</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Brassica</i>	Autres composés	<i>Corchorus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, autres composés
<i>Calea</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Cosmos</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Calendula</i>	Ssquiterpènes oxygenés, sesquiterpènes hydrocarbonés	<i>Crassocephalum</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés

Genres	Familles chimiques
<i>Croton</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
<i>Cryptocarya</i>	Monoterpènes oxygénés, phénylpropanoïdes
<i>Cucurbita</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés, autres composés
<i>Cupressus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés,
<i>Curcuma</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Cyanthillium</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques
<i>Cymbopogon</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques
<i>Cyperus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Datura</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes oxygénés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques
<i>Daucus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés
<i>Eclipta</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Ehretia</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Elephantopus</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
<i>Elionurus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Eucalyptus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés
<i>Eugenia</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Euphorbia</i>	Monoterpènes oxygénés, diterpènes
<i>Foeniculum</i>	Monoterpènes oxygénés

Genres	Familles chimiques
<i>Fragaria</i>	Monoterpènes oxygénés, composés oxygénés non terpéniques
<i>Galinsoga</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Gossypium</i>	Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Harungana</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Hazomalania</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Hedychium</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Helichrysum</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
<i>Hibiscus</i>	Composés oxygénés non terpéniques
<i>Hyptis</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Inulanchera</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Jatropha</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes
<i>Juniperus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Lantana</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Lavandula</i>	Monoterpènes oxygénés, Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Leonotis</i>	Monoterpènes oxygénés, Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Litchi</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Malus</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes
<i>Mangifera</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Matricaria</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Melaleuca</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés

Genres	Familles chimiques
<i>Melanthera</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Melia</i>	Sesquiterpènes oxygénés
<i>Melissa</i>	Monoterpènes oxygénés,
<i>Mentha</i>	Monoterpènes oxygénés, Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Mesosphaerum</i>	sesquiterpènes oxygénés, Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Micronychia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Mikania</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Mimosa</i>	Phénylpropanoïdes, composés oxygénés non terpéniques
<i>Moringa</i>	Autres composés
<i>Morus</i>	Diterpènes, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
<i>Myristica</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Myrothamnus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Myrtus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Nelumbo</i>	Autres composés
<i>Ocimum</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Ocotea</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Oxalis</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques
<i>Passiflora</i>	Composés oxygénés non terpéniques, autres composés
<i>Pelargonium</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Petroselinum</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Phellolophium</i>	Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Pimenta</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes

Genres	Familles chimiques
<i>Pinus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés, diterpènes
<i>Piper</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Pluchea</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Pogostemon</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Polyscias</i>	Monoterpènes hydrocarbonés
<i>Prunus</i>	Monoterpènes oxygénés, diterpènes, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
<i>Pseudoconyza</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Psiadia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Psidium</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Psorospermum</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, Sesquiterpènes oxygénés, Sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Punica</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés, autres composés
<i>Ricinus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Rosa</i>	Monoterpènes oxygénés, phénylpropanoïdes, autres composés
<i>Rosmarinus</i>	Monoterpènes oxygénés monoterpènes hydrocarbonés,
<i>Rubus</i>	Monoterpènes oxygénés
<i>Ruta</i>	Composés oxygénés non terpéniques
<i>Salvia</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Schinus</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Senna</i>	Composés oxygénés non terpéniques
<i>Sigesbeckia</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés

Genres	Familles chimiques
<i>Striga</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Syzygium</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Tagetes</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés,
<i>Tamarindus</i>	Monoterpènes oxygénés, Monoterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Tambourissa</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés,
<i>Tana</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Tephrosia</i>	Sesquiterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés, phénylpropanoïdes
<i>Tetradenia</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Thymus</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Tithonia</i>	Monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Tridax</i>	Monoterpènes oxygénés, sesquiterpènes hydrocarbonés
<i>Tropaeolum</i>	Phénylpropanoïdes
<i>Vachellia</i>	Autres composés
<i>Vepris</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés
<i>Vitis</i>	Sesquiterpènes hydrocarbonés, composés oxygénés non terpéniques, autres composés
<i>Zingiber</i>	Monoterpènes oxygénés, monoterpènes hydrocarbonés, sesquiterpènes hydrocarbonés

Annexe 11 : Relation entre les constituants majoritaires et les parties aromatiques

Constituants	Feuille	Tige	Racine	Fleur	Ecorce	Fruit	Graine	Total
α -pinène	36	0	0	1	1	4	1	43
β -caryophyllène	33	2	0	4	0	0	0	39
1-8-cinéole	39	0	0	0	0	0	0	39
Limonène	30	0	0	0	0	8	0	38
β -pinène	20	0	0	0	0	5	1	26
Linalol	18	0	0	0	0	0	0	18
p-cymène	14	0	0	0	0	0	1	15
α -terpinéol	8	0	0	0	0	3	0	11
Oxyde caryophyllène	10	0	0	0	0	0	0	10
α -humulène	7	0	2	0	0	0	0	9
Eugénol	9	0	0	0	0	0	0	9
(E)- β -caryophyllène	8	0	0	0	0	0	0	8
Phytol	6	0	0	0	0	0	1	7
Sabinène	7	0	0	0	0	0	0	7
β -phellandrène	6	0	0	0	0	0	0	6
Citral	3	0	0	0	0	1	2	6
Terpinène-4-ol	6	0	0	0	0	0	0	6
D-limonène	2	0	0	0	0	4	0	6
Germacrène D	4	1	0	0	0	0	0	5
Myrcène	4	0	0	0	0	1	0	5
(E)-caryophyllène	2	1	0	0	1	0	0	4
Camphor	4	0	0	0	0	0	0	4
Citronellale	4	0	0	0	0	0	0	4
Farnesène	4	0	0	0	0	0	0	4
Heptacosane	3	1	0	0	0	0	0	4
Myristicine	4	0	0	0	0	0	0	4
Spathulenol	4	0	0	0	0	0	0	4
Terpinolène	4	0	0	0	0	0	0	4
Thymol	4	0	0	0	0	0	0	4
α -cadinol	0	0	0	1	0	3	0	4
α -phellandrène	4	0	0	0	0	0	0	4
β -selinène	4	0	0	0	0	0	0	4
γ -terpinène	4	0	0	0	0	4	0	7
Total	315	5	2	6	2	36	6	372

Annexe 12 : Relation entre les constituants chimiques et familles botaniques

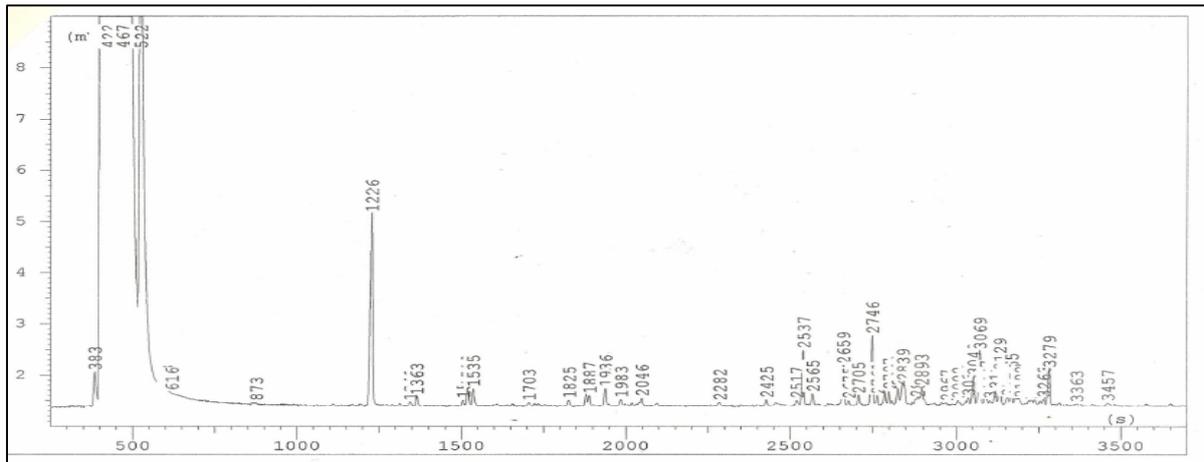
CON	F1	F2	F3	F5	F6	F8	F14	F17	F18	F19	F20	F21	F23	F24	F25	F26	F33	F37	F38	F39	F40	F42	F44	F46	F49	F51	TO
C1	0	0	0	0	0	6	3	0	0	1	0	0	0	6	2	0	16	0	0	0	1	1	0	0	0	1	37
C2	0	0	1	2	0	4	1	1	0	3	0	1	0	3	1	0	9	0	5	0	1	0	1	0	0	0	33
C3	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	2	1	1	5	2	0	6	0	2	0	0	0	1	0	0	0	30
C4	0	0	1	3	0	3	1	0	0	2	1	0	0	0	2	1	6	0	0	2	0	0	2	0	1	0	25
C5	0	0	1	0	0	4	1	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	15
C6	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	0	14
C7	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
C8	0	0	0	1	0	4	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
C9	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	8
C10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7
C11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
C12	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7
C13	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C14	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	7
C15	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C16	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C17	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
C18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
C19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5
C20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
C22	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
C23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	4
C24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
C25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4

CON	F1	F2	F3	F5	F6	F8	F14	F17	F18	F19	F20	F21	F23	F24	F25	F26	F33	F37	F38	F39	F40	F42	F44	F46	F49	F51	TO
C26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
C27	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4
C28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
C29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
C31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
C32	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3
C34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
C35	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C36	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C37	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
C38	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
C39	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	3	3	5	13	2	62	10	2	1	15	7	5	4	32	17	6	54	1	11	9	7	11	20	7	2	6	315

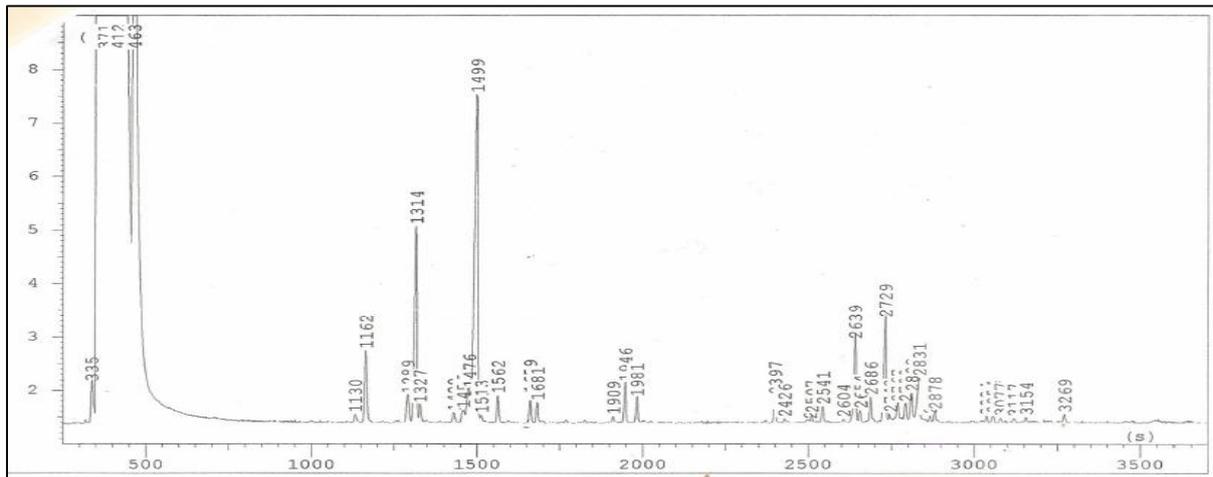
F1 (Amaranthaceae), F2 (Amaryllidaceae), F3 (Anacardiaceae), F38 (Pinaceae), F33 (Myrtaceae), F21 (Geraniaceae), F51 (Zinziberaceae), F35, F14 (Cannellaceae), F8 (Asteraceae), F24 (Lamiaceae), F25 (Lauraceae), F40 (Poaceae), F23 (Hypericaceae), F19 (Euphorbiaceae), F5 (Apiaceae), F46 (Solanaceae), F18 (Cyperaceae) F39 (Piperaceae), F26 (Malvaceae), F37 (Passifloraceae), F17 (Cupressaceae), F42 (Rosaceae), F6 (Apocynaceae), F20 (Fabaceae), F44 (Rutaceae), F49 (Verbenaceae), TO (Total).

C1 (1,8-cinéole), C2 (α -pinène), C3 (β - caryophyllène), C4 (Limonène), C5 (β -pinène), C6 (Linalol), C7 (p-cymène), C8 (α -humulène), C9 (Phytol), C10 (Camphor), C11 (Eugenol), C12 (Germacrène D), C13 (Oxyde caryophyllène), C14 (γ - terpinène), C15 ((E)-caryophyllène), C16 (Sabinène), C17 (Terpinen-4-ol), C18 (α -terpinéol), C19 (Limonène-D), C20 (Acide hexadecanoïque), C21 (Camphène), C22 (Caryophyllène), C23 (Citral), C24 (Myrcène), C25 (Thymol), C26 (α -phellandrène), C27 (β -phellandrène), C28 ((E)-anethole), C29 ((E)- β -caryophyllène), C30 (Acide linoléique), C31 (Citronellol), C32 (Dipropyl trisulfide), C33 (Geraniol), C34 (Nonadecane), C35 (Terpinolène), C36 (Viridiflorol), C37 (α -farnesène), C38 (β -myrcène), C39 (β -Ocimene)

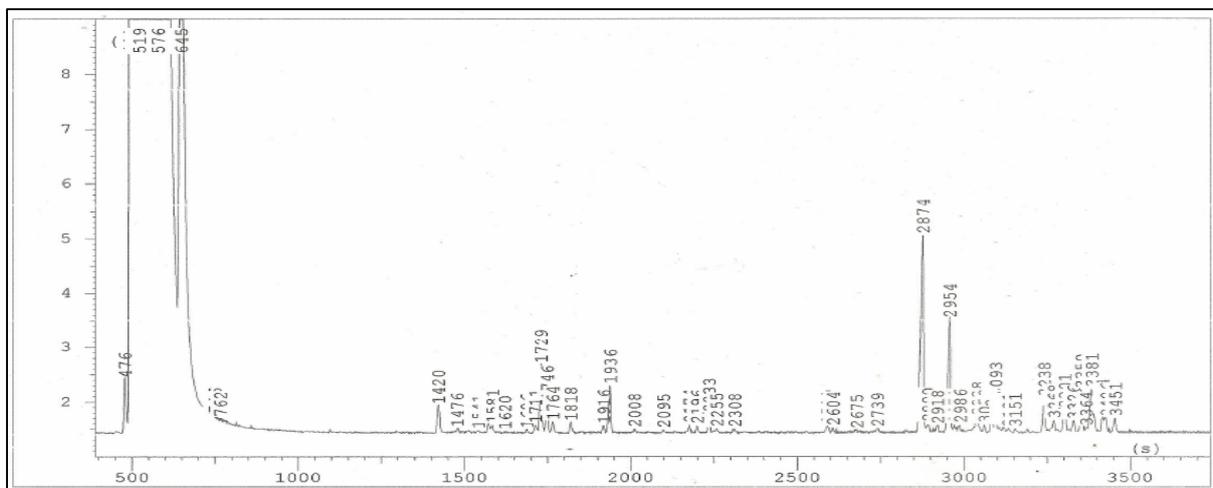
Annexe 13 : Profils caractéristiques d'échantillon d'huile essentielle des rameaux feuillés d'*H. benthamii*



Annexe 14 : Profils caractéristiques d'échantillon d'huile essentielle des rameaux feuillés d'*H. bracteiferum*



Annexe 15 : Profils caractéristiques d'échantillon d'huile essentielle des rameaux feuillés d'*H. manopappoides*



Titre : Contribution au recensement et à la valorisation chimique et biologique des plantes aromatiques de Madagascar

Auteur : Ramaminirina Henintsoa Jean Baptiste

Pagination : 60

Figure : 21

Tableaux : 6

Photo : 7

Résumé

Madagascar est un pays hot spot en biodiversité. Cette dernière abrite des plantes aromatiques (PA) qui ont une importance socio-économique. Ce travail se propose de contribuer à la valorisation des PA de Madagascar en procédant à leur recensement et en effectuant des études chimique et biologique sur les huiles essentielles (HE) d'*Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* et *H. manopappoides* (Asteraceae). Deux cent trente-deux publications parues entre 1959 et 2021 ont été consultées pendant les travaux de recensement des PA. Les données rassemblées ont été soumises à des analyses statistiques grâce aux logiciels XLSTAT 2018 et R 386 3.0.0. Les HE ont été obtenues par hydrodistillation et/ou entraînement à la vapeur puis analysées par chromatographie en phase gazeuse. Leur activité insecticide a été évaluée par fumigation envers *Sitophilus zeamais*, un insecte nuisible des grains de maïs.

Au total, 650 espèces de PA réparties dans 68 familles et 231 genres ont été recensées. Parmi ces espèces, 61,41% sont endémiques et 47,03% sont des arbustes. Les familles les plus riches en PA sont Asteraceae (171 espèces) et Rutaceae (92 espèces). Quant au genre, *Helichrysum* (109 espèces) et *Cryptocarya* (42 espèces) prédominent. Analamanga (214 espèces), Diana (199 espèces) sont les Régions les plus riches en PA. Les espèces décrites dans l'UICN sont au nombre de 272.

Les espèces les plus utilisées en médecine traditionnelle sont *Psiadia altissima*, et *Harungana madagascariensis*. Les Maladies de l'Appareil Digestif et Certaines Maladies Infectieuses et Parasitaires figurent parmi les maladies les plus soignées avec les PA. Concernant les données chimiques, β -caryophyllène, α - et β -pinènes et limonène sont les composés majoritaires les plus cités dans les HE des PA recensées.

Pour les HE des 3 espèces d'*Helichrysum*, α -pinène (22,28%) et α -humulène (7,02%) sont les plus abondants dans *H. benthamii* ; 1,8-cinéole (30,00%) et α -humulène (14,50%) dans *H. bracteiferum* ; β -caryophyllène (23,23%) et α -humulène (11,56%) dans *H. manopappoides*. L'HE d'*H. bracteiferum* a montré une activité insecticide envers *Sitophilus zeamais* avec une valeur de CL₅₀ égale à 213,79 μ L/L.

Mots clés : Plantes aromatiques ; Huiles essentielles ; *Helichrysum* ; Madagascar

Abstract

Madagascar is a biodiversity hot spot in the Indian Ocean. It has many medicinal and aromatic species that are very important in the daily life of the Malagasy people. This study aims at contributing to the valorization of aromatic species from Madagascar by taking their census and performing the chemical and biological investigations of the essential oils (EO) from *Helichrysum benthamii*, *H. bracteiferum* and *H. manopappoides* (Asteraceae). To do this, 232 publications published between 1959 and 2021 were consulted. The data gathered were subjected to statistical analyses through XLSTAT 2018 and R 386 3.0.0 software. The EOs were obtained by hydrodistillation and/or water steam distillation and analyzed by gas chromatography. Their insecticidal activity was evaluated against *Sitophilus zeamais* by fumigation, a pest of maize seeds.

A total of 650 species of APs divided into 68 families and 231 genera have been inventoried through an extensive bibliographical search. Among these species, 61.41% are endemic and 47.03% are shrubs. The richest families are Asteraceae with 171 species, Rutaceae with 92 species and Lauraceae with 62 species, while the richest genera are *Helichrysum* with 109 species, *Cryptocarya* with 42 species and *Ivodea* with 28 species. Leaves are the main organs containing EO with a percent of 77.12%. The Analamanga (214 species), Diana and Vakinankaratra (199 and 197 species, respectively) are the richest Regions while the subhumid bioclimat (488 species) is the most favoured for APs. The number of species described in the IUCN are 272. Most of them are found in the Regions of Alaotra-Mangoro (71 species), (Analamanga (69 species) and Diana (68 species).

The species mostly used in traditional medicine are *Psiadia altissima*, *Harungana madagascariensis* and *Lantana camara*. Diseases of digestive system, Infectious and parasitic diseases and Traumatic complications, poisoning and unspecified effects of external causes are the most treated by plants. The chemical families such as hydrocarbons monoterpenes, hydrocarbons sesquiterpenes and oxygenated monoterpenes predominate in EOs from Madagascar APs. Caryophyllene, pinene and limonene were the most cited constituents. The EO from *H. benthamii* contains α -pinene (22.28%), α -humulene (7.02%) and caryophyllene oxide (6.22%) as major constituents. 1,8-cineol (30.00%), α -humulene (14.50%) and β -pinene (14.00%) predominate in the EO from *H. bracteiferum*. The major components in the EO from *H. manopappoides* are β -caryophyllene (23.23%), α -humulene (11.56%) and linalool (4.45%). The EO of *H. bracteiferum* demonstrated insecticidal activity by fumigation against *Sitophilus zeamais* with an LC₅₀ value of 213.79 μ L/L.

Keywords : Aromatics plants; Essential oils; *Helichrysum*; Madagascar

Rapporteurs : Mr. RASAMISON Vincent Emile, Directeur de Recherche Associé

Mr. RAKOTONANDRASANA Stephan Richard, Maître de Recherche HDR

Adresse de l'auteur : 20D221 Ambohimandrisoa Antsirabe

Téléphone : 034 61 400 73/033 85 078 49

E-mail : ramaminirinah7@gmail.com