

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE

ANNEE 2012

THESE N°...3311

Cinnamosma fragrans :
une Canellacée médicinale endémique de Madagascar

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 11 Mai 2012

par

Chrystelle RAVOAJAHARISOA

née le 30 mars 1986 à Antananarivo (MADAGASCAR)

EXAMINATEURS DE LA THESE

M. le Professeur CHULIA Président
M. le Professeur BOTINEAU Juge
Mme EKOLLO Juge



DOYEN DE LA FACULTE :

Monsieur le Professeur Jean-Luc **DUROUX**

1^{er} VICE-DOYEN :

Madame Catherine **FAGNERE**, Maître de Conférences

2^{ème} VICE-DOYEN :

Monsieur Serge **BATTU**, Maître de Conférences

PROFESSEURS :

BENEYTOU Jean-Louis

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE

BOTINEAU Michel

BOTANIQUE ET CRYPTOGRAMIE

BROSSARD Claude

PHARMACOTECHNIE

BUXERAUD Jacques

CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE

CARDOT Philippe

CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE

CHULIA Albert

PHARMACOGNOSIE

CHULIA Dominique

PHARMACOTECHNIE

DELAGE Christiane

CHIMIE GENERALE ET MINERALE

DESMOULIERE Alexis

PHYSIOLOGIE

DREYFUSS Gilles

MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-
IMMUNOLOGIE

DUROUX Jean-Luc

BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET
INFORMATIQUE

ODART Nicole

PHARMACOLOGIE

ROUSSEAU Annick

BIostatistique

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES
PHARMACEUTIQUES :

LACHATRE Gérard

TOXICOLOGIE

MOESCH Christian

HYGIENE HYDROLOGIE ENVIRONNEMENT

ROGEZ Sylvie

BACTERIOLOGIE ET VIROLOGIE

MAITRES DE CONFERENCES :

BASLY JEAN-PHILIPPE

CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE

BATU Serge

CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE

BEAUBRUN-GIRY Karine

PHARMACOTECHNIE

BILLET Fabrice	PHYSIOLOGIE
CALLISTE Claude	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE
CLEDAT Dominique	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
COMBY Francis	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
COURTIOUX Bertrand	PHARMACOLOGIE, PARASITOLOGIE
DELEBASSE Sylvie	MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-IMMUNOLOGIE
DEMIOT Claire-Elise	PHARMACOLOGIE
FAGNERE Catherine	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
FROISSARD Didier	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE
JAMBUT Anne-Catherine	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
LABROUSSE Pascal	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE
LEGER David	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
LIAGRE Bertrand	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
LOTFI Hayat	TOXICOLOGIE
MARION-THORE Sandrine	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
MARRE-FOURNIER Françoise	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
MILLOT Marion	PHARMACOGNOSIE
MOREAU Jeanne	MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-IMMUNOLOGIE
POUGET Christelle	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
SIMON Alain	CHIMIE GENERALE ET MINERALE
TROUILLAS Patrick	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE
VIANA Marylène	PHARMACOTECHNIE
VIGNOLES Philippe	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE

PROFESSEUR CERTIFIE :

MARBOUTY Jean-Michel	ANGLAIS
-----------------------------	---------

Remerciements

Il m'est agréable de trouver ici l'occasion d'exprimer mes sincères gratitudee à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette thèse. Je voudrais exprimer mes vifs remerciements:

A Monsieur le Professeur José **CHULIA** pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider ce jury. Qu'il trouve ici le témoignage de ma respectueuse reconnaissance pour son encadrement lors de l'élaboration de ce travail et pour ses précieux conseils. Je le remercie également pour sa disponibilité et sa gentillesse;

A Monsieur le Professeur Michel **BOTINEAU** pour avoir accepté de juger mon travail. Je le remercie pour son aide, sa gentillesse, ses corrections. Qu'il veuille bien recevoir mes sincères remerciements;

A Madame le Docteur Sylvia **EKOLLO** pour avoir accepté de prendre part à mon jury de thèse. Qu'elle croie en mes remerciements les plus sincères pour ses encouragements et son soutien;

Au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Herbar National de Paris (P) pour m'avoir autorisé à utiliser et reproduire leurs images d'herbiers pour ma thèse.

A mes parents, pour leur soutien et leur amour inconditionnels. Je leur dois la réussite de mes études. Je les remercie pour la confiance qu'ils ont su m'accorder;

A ma sœur et son mari ainsi que mon frère et sa femme, pour leur soutien, leurs conseils et pour leur encouragement;

A toute ma famille, pour avoir toujours été à mes côtés et pour m'avoir toujours encouragé dans les moments difficiles;

A tous mes amis, pour leur soutien, leur présence et pour les moments agréables passés ensemble;

A Monsieur et Madame Leleu, qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Introduction

Madagascar, un milieu naturel de *Cinnamosma fragrans*

- I- Situation géographique de Madagascar
- II- Géomorphologie
- III - Pédologie
- IV- Climat et pluviométrie
- V- Flore et végétation
- VI- Distribution géographique de *Cinnamosma fragrans*

Ethnobotanique et ethno/pharmacologie : usages anciens et actuels

- I- *Cinnamosma fragrans* : planches d'herbier
 - 1- Planche 1
 - 2- Planches 2
 - 3- Planches 3
- II- *Cinnamosma fragrans* : tradition et culture
 - 1 - Usages traditionnels
 - 2 - Les pharmacopées malgaches
- III- Produits à base de *Cinnamosma fragrans* et indications
 - 1- Les tisanes
 - a- Tisane désinfectante, stimulante, diaphorétique, stomachique et cholagogue
 - b- Tisane cholagogue et désinfectante préconisée dans l'angiolite et la cholécystite
 - c- Tisane préconisée dans les lithiases biliaires
 - 2- Les oenolés
 - 3- Les produits à base d'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans*

Botanique

- I- Systématique
- II- Dénominations de *Cinnamosma fragrans*
- III- Caractères botaniques
 - 1- Les Canellacées
 - a- Appareil végétatif
 - b- Appareil reproducteur
 - c- Fruit
 - 2- Le genre *Cinnamosma*
 - a- Appareil végétatif
 - b- Appareil reproducteur
 - c- Fruit

- 3- *Cinnamosma fragrans*
 - a- Appareil végétatif
 - b- Appareil reproducteur
 - c- Fruit
- IV- Comparaison aux autres espèces du même genre
 - 1- Répartition géographique des trois espèces du genre *Cinnamosma*
 - 2- Caractères botaniques
 - a- Appareil végétatif
 - b- Appareil reproducteur
 - c- Fruit
- V- Planches illustrées des différents *Cinnamosma*

***Cinnamosma fragrans* : de la tradition à la science**

- I- Etudes scientifiques portant sur *Cinnamosma fragrans*
 - 1- Etudes antérieures
 - 2- Recherches actuelles
- II- L'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* : l'huile essentielle de Saro
 - 1- Aspects socio-économiques
 - a- Mode de culture
 - b- Production de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans*
 - 2- Aspects physico-chimiques
 - a- Propriétés organoleptiques
 - b- Propriétés physico-chimiques
 - c- Composition chimique
 - 3- Propriétés pharmacologiques

Conclusion

Bibliographie

Lexique

Table des illustrations

Table des tableaux

Table des figures

Table des matières

Introduction

Pour se soigner, l'homme a depuis des siècles puisé ses ressources thérapeutiques dans le monde végétal. Les traitements utilisant les plantes médicinales – phytothérapie - sont largement répandus dans le monde. La médecine traditionnelle, de nos jours encore employée dans plusieurs pays, utilise cette méthode ancestrale. Le monde végétal constitue aujourd'hui encore l'une des principales sources de médicaments et de produits cosmétiques. Certaines plantes médicinales, utilisées dans la médecine traditionnelle, ont fait l'objet de recherches approfondies et ont fourni des principes actifs de spécialités pharmaceutiques. De nos jours, la majorité des médicaments contient des molécules synthétiques dont la structure est construite par analogie à celle d'une molécule naturelle active présente dans la plante médicinale.

A l'heure où les médicaments de synthèse présentent de plus en plus d'effets indésirables et dont le rapport bénéfice/risque de ces derniers ne cesse d'être évalué par les autorités compétentes, les traitements par les plantes médicinales notamment constituent actuellement une alternative pour les patients, ne serait-ce que pour la prévention de certaines pathologies ou pour le traitement des petites affections du quotidien évitant ainsi le recours à des médications parfois agressives. Dans plusieurs pays, de plus en plus de recherches, académiques et industrielles, sont effectuées sur les plantes, les huiles essentielles..., dans le but de préciser leur composition chimique et de mettre en évidence leurs propriétés biologiques voire leurs propriétés préventives et curatives.

A Madagascar, la médecine traditionnelle, utilisant les plantes, reste l'un des moyens les plus utilisés pour se soigner. L'île est connue pour la richesse de sa flore endémique, qui est de l'ordre de 80% de la flore du pays. Cette flore compte plusieurs plantes médicinales et parmi les plus utilisées, on retrouve *Cinnamosma fragrans* plus communément appelé « Mandravasarotra » par les Malgaches. La population locale est très composite avec au total dix huit ethnies. Chaque ethnie a sa propre culture mais on retrouve dans chacune des points communs qui constituent la tradition malgache. Selon chacune de ces ethnies, l'emploi des plantes médicinales n'est pas identique. Certaines n'en font aucun usage tandis que d'autres les utilisent soit à des fins thérapeutiques soit dans certains rites traditionnels. *C. fragrans*, plante endémique de Madagascar, a fait l'objet de différentes études botaniques par plusieurs scientifiques français pendant la période coloniale. Son utilisation traditionnelle a certainement suscité ces études et les recherches sur cette plante continuent jusqu'à aujourd'hui. *C. fragrans* étant une plante aromatique, la découverte de la présence d'huile essentielle dans ses feuilles a suscité d'autres travaux. Cette plante aux multiples vertus thérapeutiques traditionnelles sera donc l'objet de notre mémoire. Après une description du milieu naturel de développement de ce taxon, nous en aborderons dans un premier temps l'aspect ethnobotanique, ethno/pharmacologique puis botanique. Nous évoquerons ensuite les études concernant la composition chimique et celles traitant de l'activité physiologique de *C. fragrans*.

Madagascar,
un milieu naturel de
Cinnamosma fragrans

I- Situation géographique de Madagascar

Madagascar est une île située dans l'hémisphère Sud. Traversée par le Tropique du Capricorne, l'île se trouve dans l'Océan Indien. Elle est séparée du continent Africain par le canal du Mozambique. Plus vaste que la France, sa superficie est de 587.000 km². Madagascar s'étire du Nord au Sud sur près de 1.500 km et a une largeur moyenne de l'ordre de 500 km [30].

II- Géomorphologie

Le relief de Madagascar peut être divisé en trois parties. On retrouve du Nord au Sud [8] [44] [30]:

- une bande côtière étroite à l'Est : de l'Est vers les régions centrales, l'altitude s'élève rapidement et on atteint les régions centrales par une falaise escarpée. Les plaines côtières de l'Est sont donc très étroites, il s'agit de succession de lagunes ;

- des hauts plateaux au centre : la partie centrale et le Nord sont formés de montagnes ou de hautes collines ; on parle alors de plateau central malgache aussi appelé les hautes terres malgaches (altitude approximative : 1200 m et au-delà). Trois principaux massifs constituent ces hautes terres : au Nord le Tsaratanana qui possède le plus haut sommet de l'île, au centre l'Ankaratra et au Sud l'Andringitra. Ces hautes terres dominent le centre de l'île ;

- une zone de plateaux plus bas et des plaines à l'Ouest : contrairement à l'Est, le relief vers l'Ouest diminue progressivement d'où des régions occidentales plus vastes et plus étendues. Les plateaux et les plaines de l'Ouest constituent une suite de formations sédimentaires.

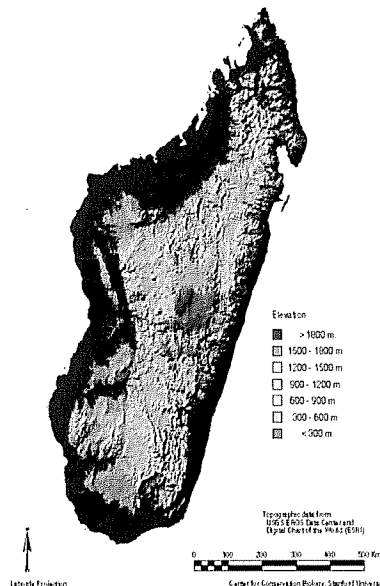


Figure 1: Relief de Madagascar [38]

III- Pédologie

Il existe une grande variété de sols à Madagascar. Le sol du versant Est et du plateau central fait partie des plus vieux terrains du monde. Les hautes terres malgaches sont principalement constituées de sols granitiques et quartzitiques [8].

Les régions occidentales ont été formées par l'exhaussement du fond de la mer, donnant ainsi des terrains sédimentaires constitués de calcaires, de grès et de basaltes [8] [24]. *C. fragrans* se rencontre principalement en forêts dans la partie littorale occidentale sur sol sablonneux. Ces informations sont recueillies à partir d'herbiers du Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural de Madagascar.

IV- Climat et pluviométrie

Il existe deux saisons à Madagascar : une saison chaude (saison pluvieuse) de novembre à avril, et une saison fraîche de mai à octobre [8].

Située dans la zone tropicale, Madagascar est affecté par les phénomènes de l'alizé du Sud-Est et la mousson du Nord-Est. Au Nord et Nord-Ouest, la région reçoit des pluies annuelles abondantes pendant la mousson, période qui dure de décembre à avril. Le climat est de type tropical et les températures varient de 15 à 37°C [37].

Les régions orientales sont à climat tropical très humide [30]. La pluviométrie varie entre 2.000 et 3.500 mm par an. Ce versant oriental reçoit ainsi le maximum de précipitations [8].

L'Ouest et le Sud reçoivent moins de précipitations et sont donc plus secs [30]. La saison sèche est très marquée. La pluviométrie de la région occidentale est d'environ 800 mm par an [8].

Au centre de l'île, le climat des hautes terres peut être assimilé à un climat tropical de montagne à pluies estivales dominantes, avec des températures moyennes annuelles de l'ordre de 20°C.

L'extrême Sud et l'extrême Sud-Ouest sont très peu arrosés. Le climat est semi-aride. La pluviométrie dans le sud est de moins de 500 mm dans l'année [8].

V- Flore et végétation

La flore de Madagascar présente une grande diversité. Les grands domaines végétaux sont déterminés essentiellement par les données climatiques. La diversité des climats et des reliefs favorise le développement d'une flore unique [37].

La flore, à son origine, devait être vraiment différente de celle qui existe aujourd'hui. En effet, la végétation originelle forestière a été dégradée par l'homme. Sur une grande partie de l'île, notamment le Centre et l'Ouest, cette végétation forestière primaire, très riche en espèces endémiques a disparu [44]. Les défrichements et les feux de brousse continuent à les faire disparaître. De nos jours, une partie de cette forêt originelle, peu ou pas dégradée, ne

subsiste plus que dans certaines parties orientales de l'île. La forêt y est dense et les végétaux sont à feuillage persistant. Ailleurs, cette forêt primaire est remplacée par une forêt secondaire de bambous et ravenala, appelée « savoka » (les « savoka » ou savanes résultent des zones détruites par le feu) [8]. Sur les hautes terres et l'Ouest de l'île, la forêt tropophylle, primaire, qui a quasiment disparu, a laissé place à une prairie pauvre, le « bozaka » (ou steppe). On retrouve cependant dans l'Ouest : la mangrove sur les côtes basses, dans les estuaires des fleuves, et ailleurs des restes de la forêt tropophylle primaire [44].

Au Sud et à l'extrême Sud-Ouest, la végétation naturelle est une brousse épineuse. On y retrouve un ensemble de plantes xérophiles [37].

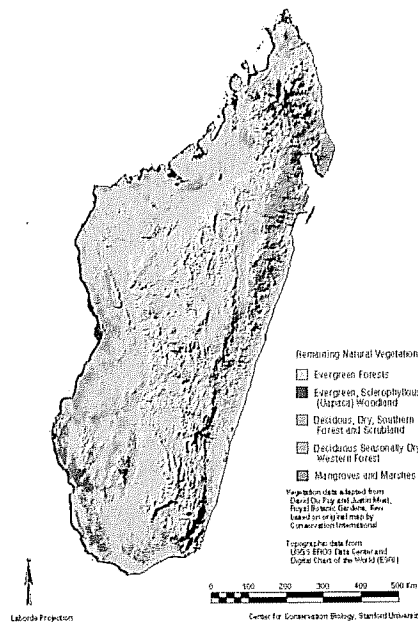


Figure 2: Végétation de Madagascar [38]

VI- Distribution géographique de *Cinnamosma fragrans*

C. fragrans est une plante endémique de Madagascar. Elle appartient à la famille des Canellacées. Cette espèce est localisée dans le Nord-Ouest de l'île et se trouve en abondance dans les forêts denses sèches de l'Ouest, le plus souvent le long des régions côtières, au bord des eaux, dans les gorges ou parmi des rocaillles ombragées, sur terrains calcaires ou siliceux, entre 0 et 600 m d'altitude [29]. HUMBERT nous informe plus précisément de la distribution occidentale de *C. fragrans* :

- dans le secteur Nord-Ouest : près de la baie de Diégo Suarez, (à Antsiranana, au nord de Madagascar),
- dans les environs du Boina (Boeny) : Masiakampy (bassin moyen de Bemarivo), Ankarafantsika, environs de Mahajanga, Firingalava (entre Maevatanana et Andriba),
- dans la région de Menabe : environs de Besalampy et Folakary [29].



● *Cinnamosma fragrans*

Figure 3: Répartition géographique de *Cinnamosma fragrans* [49]

Les conditions climatiques, les dissemblances des sols, le facteur eau, la diversité des reliefs ont permis le développement d'une flore à la fois diversifiée et endémique à Madagascar. Tel est le cas de *C. fragrans*, longtemps utilisée comme plante médicinale par les Malgaches.

**Ethnobotanique et
ethno/pharmacologie :
usages anciens et actuels**

Madagascar est connu pour la richesse de sa flore médicinale. La majeure partie des Malgaches utilisent encore la médecine traditionnelle par les plantes pour se soigner. *C. fragrans* fait partie des plantes médicinales les plus utilisées. La majorité de ces plantes médicinales sont sauvages.

Plusieurs plantes médicinales malgaches sont à l'origine de certains médicaments ayant actuellement une grande importance sur le plan pharmacothérapeutique. En effet, certaines sont utilisées dans le traitement de pathologies graves comme le cancer. A titre d'exemple la pervenche de Madagascar (*Catharanthus roseus* (L.)) fait partie des végétaux qui ont suscité le plus grand nombre d'études botaniques, chimiques ou pharmacologiques. Cette plante possède en effet une activité antitumorale. Les deux composés responsables de cette activité sont la vincristine et la vinblastine [15]. Ces deux composés entrent dans la composition de plusieurs spécialités comme VELBE® (vinblastine) ou ONCOVIN® (vincristine) [61]. Ces composés de structures complexes sont utilisés dans la chimiothérapie de la leucémie et de différents cancers notamment des ganglions. Madagascar fait partie des plus grands producteurs de « clou de girofle », bouton floral de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry ou *Eugenia caryophyllus* [Spreng] Bullock & S. Harrison. Cette plante, bien qu'originale d'Indonésie est largement cultivée à Madagascar. Riche en eugénol, elle est utilisée dans le traitement de petites plaies, dans les affections broncho-pulmonaires ou en bain de bouche pour l'hygiène buccale, mais aussi comme antalgique notamment dans les douleurs dentaires [15].

I- *Cinnamosma fragrans* : planches d'herbier

Voici quelques exemples de planches d'herbier de *C. fragrans*. Le Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) [39] et le Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural de Madagascar (FOFIFA) sont la source d'origine de ces planches. La fiche botanique de chaque espèce sera transcrite de façon plus lisible.

1- Planche 1

Cette première planche représente l'holotype de *C. fragrans*. L'holotype est un spécimen unique qu'un auteur utilise ou désigne comme type nomenclatural quand il publie pour la première fois la description d'espèce.



Planche 1: Holotype de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom : *Cinnamosma fragrans* H. Baillon
- Port : Petit arbre
- Lieu de récolte : Presqu'île du Cap d'Ambre à Diégo-Suarez (Nord de Madagascar)

2- Planches 2

Sont ici répertoriés différents syntypes de *C. fragrans*. Le syntype désigne tout spécimen quand aucun holotype n'a été désigné, ou chacun des spécimens qui ont été désignés simultanément comme type.

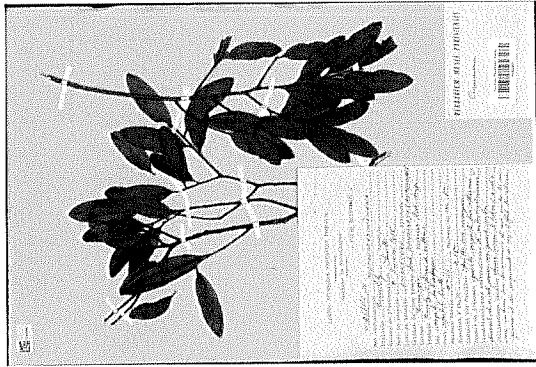


Planche 2: Syntype 1 de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom vernaculaire: Motrobeatinàna
- Dialecte: Tsimihety
- Nature de l'échantillon: Feuilles
- Date de récolte: 2 février 1955
- Lieu de récolte: Analavory
- Station: Flanc de colline
- Sol: Argile latéritique
- Port: Petite taille
- Hauteur totale: 2m50
- Hauteur du fût: 1m
- Diamètre à 1m30: 0m18
- Caducité des feuilles: Feuilles non caduques
- Aspect de l'écorce: Grisâtre, rugosité peu affirmée
- Caractéristique particulière: Le « motrobeatinàna » paraît-il n'est jamais un grand arbre
- Utilisation locale: Pris comme le tabac, il sert contre la migraine et les saignements de nez. Effet très efficace.



Planche 2: Syntype 2 de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom: *Cinnamosma fragrans* Baill.
- Port: Petit arbre
- Lieu de récolte: Presqu'île du Cap d'Ambre (Nord de Madagascar)
- Note: M. RICHARD, directeur du jardin colonial (à Madagascar), 1840



Planche 2: Syntype 3 de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom: *Cinnamosma fragrans* H. Baillon
- Port: Petit arbre
- Lieu de récolte: Presqu'île du Cap d'Ambre, à l'extrémité Nord de Madagascar

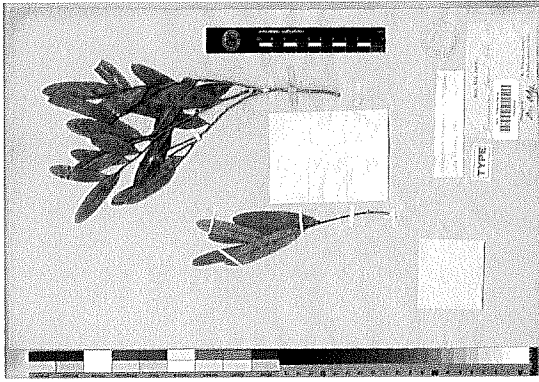


Planche 2: Syntype 4 de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom : *Cinnamosma fragrans* H. Baillon
- Note : M. RICHARD, directeur du jardin colonial (à Madagascar), 1840
T.K. Wilson, 1958

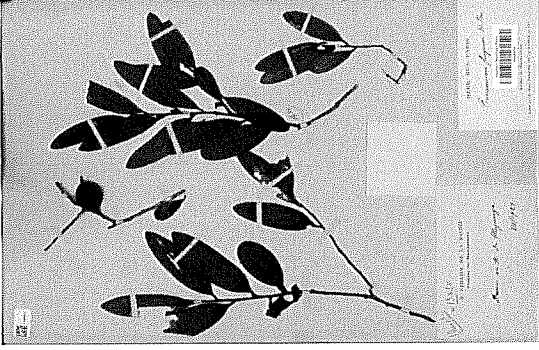


Planche 2: Syntype 5 de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom : *Cinnamosma fragrans* H. B
- Lieu de récolte : Dunes au Nord de Majunga (Nord-Ouest de Madagascar)
- Date de récolte : Août 1921
- Récolteur : H. PERRIER DE LA BATHIE

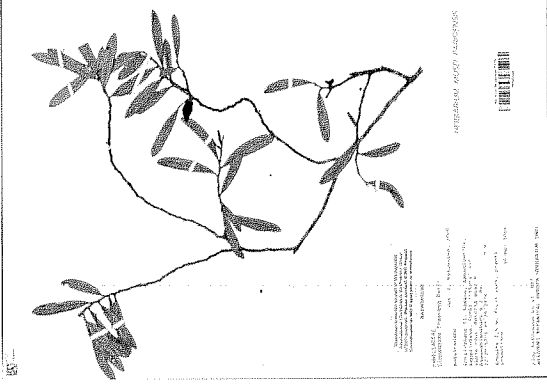


Planche 2: Syntype 6 de *Cinnamosma fragrans*
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

- Nom : *Cinnamosma fragrans* Baillon
- CANELLACEAE
- Lieu de récolte : Antsiranana
- Récolteur : R. RAMANANJANAHARY et J. Be.
- Date de récolte : 20 Mai 2005
- Station de récolte : Forêt littoral sur sable roux
- Situation géographique : 12°20'53''S 49°25'34''E
9 m
- Port : Arbuste 2m50, fruit vert, plante aromatique
- Notes : Détermination, F. RATOVOSON, 2005/
Missouri Botanical Garden

3- Planches 3

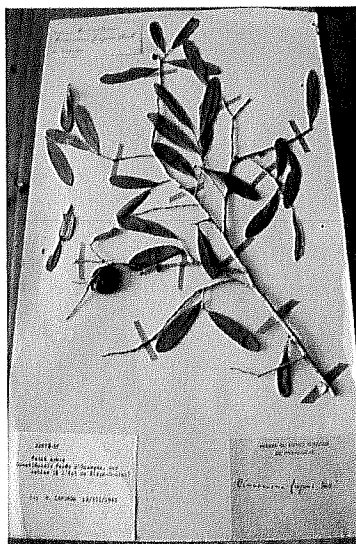


Planche 3: Echantillon 1 de *Cinnamosma fragrans*
(source : FOFIFA)

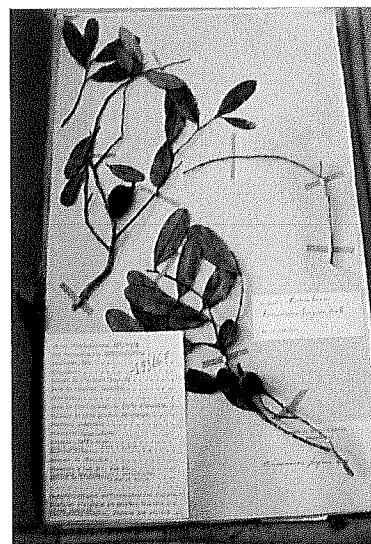


Planche 3: Echantillon 2 de *Cinnamosma fragrans*
(source : FOFIFA)

- Nom : *Cinnamosma fragrans* Baill.
 - Lieu de récolte : Nord-Ouest de Madagascar, dans la forêt d'Orangea
 - Station de récolte : Forêt sur sable
 - Date de récolte : 16 Décembre 1963
 - Collecteur : R. CAPURON
- Nom : *Cinnamosma fragrans* Baill.
 - Lieu de récolte : Forêt d'Analabe
- La forêt d'Analabe est située dans la région de Morondava, ville située à l'Ouest de Madagascar.
- Station de récolte : Forêt sèche – Sable
 - Date de récolte : 24 Septembre 1958
 - Collecteur : R. CAPURON
 - Description :
 - Port : Arbre
 - Hauteur totale : 7m
 - Hauteur du fût : 2m
 - Diamètre à 1.30m : 0.15 m
 - Caducités des feuilles : Persistantes
 - Aspect de l'écorce : Lisse et mince
 - Caractéristiques particulières : les racines et les feuilles froissées ou grattées dégagent une odeur piquante.
 - Utilisation locale : Presque non utilisée

Une fiche botanique du *C. fragrans* datant du 5 Août 1955 mentionne une caractéristique particulière de la plante qui est le dégagement d'une odeur piquante lorsque l'écorce de la racine et les feuilles sont froissées.

Malgré une distribution géographique différente de *C. fragrans* et malgré des récoltes distantes de plusieurs années par différents chercheurs, on retrouve une similitude dans la description de chaque fragment de plante.

II- *Cinnamosma fragrans* : tradition et culture

La science de l'ethnobotanique, définie par Schultes comme la relation entre l'homme et le milieu végétal, joue un rôle important dans la connaissance préalable des utilisations et des éventuelles propriétés thérapeutiques de certaines plantes médicinales attribuées à celles-ci par la population [45].

1- Usages traditionnels

Madagascar est un pays dont les traditions restent encore ancrées dans les générations malgaches. L'île est composée de dix huit ethnies avec chacune, ou presque, sa propre tradition mais on retrouve néanmoins des traditions communes. Il y a plusieurs siècles, chez les Malgaches, les connaissances se partageaient de génération en génération suivant un héritage transmis verbalement appelé le « lovan-tsofina ». Différents ouvrages ont été édités pendant la période coloniale dans le but de mettre par écrit ces savoirs transmis par le « lovan-tsofina » afin, entre autres, de donner aux médecins qui souhaitaient utiliser les ressources du « droguier » local, plus de précisions sur les plantes médicinales locales utilisées et leurs modes de préparation. Certains formulaires ont été ainsi établis à la demande de plusieurs services hospitaliers, pendant les années 1941-1943 où, du fait de la guerre, les médicaments préparés par les industries pharmaceutiques étrangères ne parvenaient plus à Madagascar. Durant cette période, les autorités coloniales qui avaient tout fait pour déconsidérer l'emploi des drogues malgaches, avaient recours elles-mêmes à leur utilisation lorsque les médicaments venant de l'extérieur venaient à faire défaut [11].

Selon plusieurs fiches botaniques de différents herbiers datant des années 1950 et 1960, les notes sur les utilisations locales de *C. fragrans* sont diverses. Parmi ces recueils, la population locale proche du lieu de récolte de la plante précisait, selon un herbier du 05 Août 1955, qu'elle en faisait usage pour la construction de cases d'habitation. Selon un herbier datant du 4 Mai 1956, les villageois l'utilisaient comme « remèdes contre le mal de toux ». Selon un autre herbier datant du 15 décembre 1957, la population l'utilisait « contre la grippe » et se servait des racines et des feuilles pour en faire une tisane. Un herbier du 02 Février 1965 précise que la plante était utilisée par la population locale comme traitement « contre la migraine », et contre « le saignement de nez ». A cette époque, la population évaluait l'action de la plante comme ayant un « effet très efficace » (source : FOFIFA).

La baisse régulière du pouvoir d'achat entraîne pour la majorité des Malgaches l'impossibilité d'accéder aux médicaments essentiels, ce qui a pour conséquence le recours à la médecine traditionnelle utilisant les plantes médicinales malgaches. *C. fragrans* est connu par les tradipraticiens de Madagascar sous le nom de « Mandravarotra », la plante qui « détruit ce qui est difficile » [12]. Un exemple d'usage des plus caractéristiques est son utilisation pour sa vertu anti-poison. Elle est par exemple utilisée lors des « tolon'omby » (il s'agit d'une sorte de rodéo) par les « mpitolon'omby betsileo » (les participants) lors des épreuves de force contre les bœufs pour se protéger du mauvais sort [2]. Son pouvoir tonique est mis à profit par la tribu des Tanala durant les luttes traditionnelles entre hommes (appelées « tolonga »). Son utilisation comme tonique par ces hommes leur procure force et tonus pour ce genre de pratique. Les feuilles de *C. fragrans* sont alors bouillies avec des feuilles de « soafotsy » (*Aphloia theaformis* Benn Flacourtiacées) pour donner un thé traditionnel que les lutteurs boivent avant le combat. Les décoctions des feuilles sont utilisées par les tradipraticiens pour les enfants qui semblent trop gros ou trop maigres mais également pour les accouchements difficiles ou pour protéger les personnes affaiblies contre les maladies. Le liquide extrait des feuilles est utilisé pour le traitement des plaies et des abcès [31].

2 - Les pharmacopées malgaches

Nous regroupons ici par l'intitulé « les pharmacopées malgaches » l'ensemble des différentes pharmacopées qui existent à Madagascar et la littérature consultée renfermant les différentes utilisations de *C. fragrans*.

L'utilisation des plantes par la population locale repose principalement sur la décoction. La décoction consiste à maintenir la drogue avec de l'eau potable à l'ébullition pendant une durée de 15 minutes à 30 minutes environ [35]. Dans la majorité des cas, concernant les parties utilisées de la plante dans la médecine traditionnelle, les rameaux ou les feuilles prédominent, ensuite vient l'écorce et enfin la tige. Les autres parties de la plante, comme la racine et les fruits, ne sont que rarement utilisées. Dans le cas de *C. fragrans*, ce sont les feuilles, la tige et la racine qui sont actuellement et généralement employées en décoction et en inhalation [53].

Employé comme taenifuge, 2 à 4 grammes d'écorce de *C. fragrans* sont mâchés et avalés matin et soir pendant 6 à 8 jours ; le dernier jour, la dernière dose sert de dîner et le lendemain, forte purgation à l'huile de ricin pour évacuer le taenia. Dans les stades avancés de la syphilis et de la coqueluche, *C. fragrans* est également utilisé conjointement avec le tanghin (*Tanghinia venenifera* Poir., Apocynacées) [28] [43]. Le tanghin est un arbuste toxique qui rappelle par son port et sa forme le laurier-cerise. Le fruit contient une graine qui est la partie toxique et « thérapeutique » [28]. Plusieurs ouvrages recueillent les autres indications thérapeutiques de *C. fragrans*. Le tableau suivant regroupe toutes ses utilisations dans la médecine traditionnelle malgache [11] [41] [43] [46] [48] [50] [53] [55]:

Parties utilisées	Indications	Préparations	Mode d'emploi
Tige	- Toux (tige, écorce ou feuille) - Fièvre	- Décoction	- Boire en tisane sucrée - Appliquer sur le front
Feuilles	- Soins post-partum (usage externe) - Carminatif - Hémorragies		
Ecorce	- Coliques - Maladies vénériennes (syphilis) - Stimulant, tonique général (écorce ou feuilles) - Cholagogue - Antihelminthique (taenia)	- Décoction	- Mastiquer
Tige, feuilles ou racine	- Diarrhées - Céphalée/Migraine - Rhume/Sinusite/Coryza/Grippe - Traitement symptomatique du paludisme	- Décoction - Décoction	- Administrer en gouttes nasales - Appliquer sur le front - Boire en tisane sucrée
Parties entières	- Diurétique - Ictère - Stomachique - Antidote		
Non définies	- Coqueluche		

Tableau 1: Indications thérapeutiques traditionnelles de *Cinnamosma fragrans*

Par décoction de l'écorce, *Cinnamosma madagascariensis* et *Cinnamosma macrocarpa*, deux espèces du même genre, sont également employées dans le traitement symptomatique du paludisme mais aussi contre la fatigue et les douleurs musculaires [6] [53]. *Cinnamosma madagascariensis* est aussi utilisé comme antitussif [43].

III- Produits à base de *Cinnamosma fragrans* et leurs indications

Différents types de préparations (tisanes et oenolés) à base de *C. fragrans* utilisées à des fins thérapeutiques sont présents dans la littérature [11].

1- Tisanes composées

a- Tisane désinfectante, stimulante, diaphorétique, stomachique et cholagogue

Espèce	Propriétés	Quantité par rapport à l'eau (en %)
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	vermifuge	5%
<i>Cinnamosma fragrans</i>	cholagogue	5%
<i>Conyza lineariloba</i>	antisplénomégalique	5%
<i>Diphasia madagascariensis</i>	stimulante	5%
<i>Grangea maderaspatana</i>	apéritive	5%
<i>Helichrysum gymnocephalum</i>	stimulante	5%
<i>Hyptis pectinata</i>	diaphorétique	5%
<i>Ocimum canum</i>	désinfectante	5%
<i>Ocimum gratissimum</i>	diaphorétique	5%
<i>Phellolophium madagascariense</i>	désinfectante	5%
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	stomachique	10%
<i>Commiphora mahatambelona</i>	stimulante	10%
<i>Cymbopogon citratus</i>	désinfectante	10%
<i>Helichrysum russillonii</i>	désinfectante	10%
<i>Inula perrieri</i>	désinfectante	10%
<i>Piper borbonense</i>	antihématurique	10%
<i>Ravensara aromatica</i>	stomachique	10%
<i>Salvia coccinea</i>	antisudorale	10%

Ce tableau indique la composition d'une tisane à propriétés principalement désinfectante, stimulante, diaphorétique, cholagogue et stomachique. Sa composition est complexe. Bien que l'objectif soit la recherche de différentes propriétés thérapeutiques

regroupées dans une seule préparation, une telle composition semble exagérée, sachant que de nos jours, une tisane composée contient rarement plus de dix plantes. De plus, *Salvia coccinea* utilisée ici pour sa propriété antisudorale présente un effet pharmacologique opposé à un des effets thérapeutiques recherchés qui est l'action diaphorétique de *Hyptis pectinata* et *Ocimum gratissimum*. Il serait donc bon d'éliminer du mélange cette plante dont la propriété antisudorale s'oppose à l'effet diaphorétique recherché.

b-Tisane cholagogue et désinfectante préconisée dans l'angiolite et la cholécystite

Espèce	Partie utilisée	Quantité (en gr)
<i>Cinnamosma fragrans</i>	écorce	20
<i>Rhopalopilium umbellata</i>	feuilles	20

c- Tisane préconisée dans les lithiases biliaires

Espèce	Partie utilisée	Quantité (en gr)
<i>Cassia laevigata</i>	fleurs	20
<i>Cinnamosma fragrans</i>	écorce	20
<i>Combretum obscurum</i>	feuilles	20
<i>Cuscuta sinensis</i>	plante entière	20
<i>Zingiber officinale</i>	rhizome	20

Mode d'emploi et posologie selon la littérature: mettre une cuillère à soupe du mélange par tasse d'eau puis faire bouillir 10 minutes. La posologie est une tasse le soir avant le coucher.

2- Les oenolés

Les oenolés sont des formes anciennes d'utilisation des plantes. Le vin est utilisé comme excipient. A titre d'exemple, la formule suivante a été retrouvée comme traitement adjuvant de la cachexie palustre, en association à la quinine ou la nivaquine. Le vin employé est de préférence de bonne qualité. La quantité utilisée est d'un litre. Ce vin peut être remplacé par la « betsabetsa » (alcool local produit à partir de canne à sucre). Les plantes sont alors coupées en menus fragments et macérées dans le vin, au moins pendant huit jours. La posologie est d'un petit verre, une heure avant le principal repas. La cure est d'une à deux semaines.

Espèce	Partie utilisée	Quantité (en gr)
<i>Cinnamosma fragrans</i>	écorce	20
<i>Hernandia voyronii</i>	feuilles	20
<i>Senecio cochlearifolius</i>	plante entière	20
<i>Tachiadenus carinatus</i>	plante entière	20

3- Les produits à base d'huile essentielle de *Cinnamosma*

fragrans

L'huile essentielle de *C. fragrans* (aussi appelée huile essentielle de Saro) n'est pour le moment pas employée par la population malgache. L'exploitation de l'huile essentielle dans certaines régions de l'île ne s'est mise en place que depuis quelques années. Cette huile essentielle qui est nouvelle sur le marché français commence peu à peu à être connue et appréciée par certains consommateurs notamment pour son efficacité dans le traitement des affections hivernales touchant l'appareil respiratoire. Généralement, les huiles essentielles sont choisies pour leur activité anti-infectieuse, immunostimulante et décongestionnante des voies aériennes supérieures. Souvent, plusieurs huiles essentielles à action synergique ou complémentaire sont utilisées. Le traitement par les huiles essentielles - aromathérapie - associe le plus souvent la voie locale (inhalations sèches, sur un mouchoir, ou inhalations humides) à la voie systémique grâce au passage des huiles essentielles dans le sang après application sur la peau (frictions sur le thorax, le haut du dos et/ou la voûte plantaire). Utilisées en friction, les huiles essentielles sont le plus souvent diluées dans de l'huile végétale neutre. L'emploi des huiles essentielles est contre-indiqué chez les enfants, les femmes enceintes et allaitantes. Les inhalations avec des huiles essentielles sont réservées à l'adulte et à l'enfant de plus de 12 ans car il y a un risque d'abaissement du seuil épileptogène) [42].

L'huile essentielle de *C. fragrans* à propriété antivirale, antibactérienne et expectorante, est indiquée dans le traitement symptomatique du rhume ou de la bronchite aiguë qui provoque souvent une toux grasse avec des sécrétions jaunâtres, des maux de tête et de la fatigue [42]. A raison d'1 à 5 gouttes en application locale pure ou diluée 3 fois par jour, l'huile essentielle de *C. fragrans* peut être associée à d'autres huiles essentielles pour obtenir un traitement efficace. Celle-ci peut remplacer l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* à cinéole (ou « ravintsara ») dans les infections virales et agit en synergie avec cette dernière dans la stimulation immunitaire [42].

En France, plusieurs laboratoires commercialisent l'huile essentielle de Saro. Le laboratoire PRANAROM dirigé par le pharmacien aromatologue D. BAUDOUX commercialise différents produits à base d'association d'huiles essentielles dont l'huile essentielle de *C. fragrans*. Il s'agit par exemple de produits de relaxation utilisés en friction, de produits pour renforcer les défenses naturelles en diffusion, de produits pour le soin des cheveux ou des produits pour la décongestion nasale utilisés lors d'affections hivernales [47].



Illustration 1: Spray nasal à base d'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* [47]

Le groupe Yves ROCHER, connu pour la production et le commerce de produits cosmétiques à base de plantes, travaille directement en relation avec certains producteurs basés sur les sites de production. Des produits à base de cette huile essentielle sont actuellement vendus sur le marché. A titre d'exemple, l'illustration 2 est un soin exfoliant pour le corps commercialisé par Yves ROCHER [62].

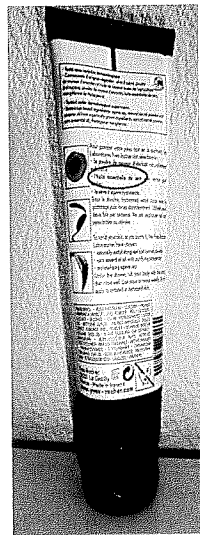
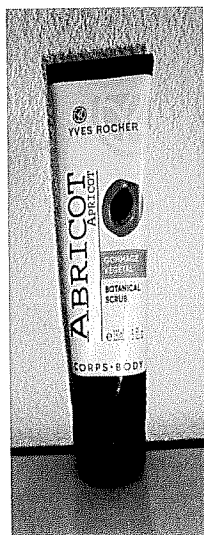


Illustration 2: Produit cosmétique exfoliant à base d'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* (huile essentielle de Saro), de poudre de noyau d'abricot et de sève d'agave du Mexique



Illustration 3: Flaçon d'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans*

Aucune étude clinique n'a jusqu'à aujourd'hui été menée afin de déterminer les utilisations précises de *C. fragrans*. Cependant, les indications possibles de l'huile essentielle sont les infections liées à des bactéries ou des virus. Selon ARNAL-SCHNEBELEN [2], certaines indications pourraient être revendiquées en gynécologie, comme :

- traitement des infections bactériennes et parasitaires basses aiguës à répétition (en association ou non avec l'allopathie): vulvovaginites, cervicites...
- traitement des affections mycosiques aiguës et chroniques (en association ou non avec l'allopathie) ;
- complément en aromathérapie des traitements classiques des infections virales à HPV (human papilloma virus) et HSV (herpes simplex virus).

C. fragrans est depuis longtemps connu par les Malgaches pour ses vertus thérapeutiques. En décoction, en mastication ou en inhalation, cette plante est utilisée pour le traitement symptomatique de diverses affections touchant tant la sphère ORL (oto-rhino-laryngologie) que la sphère digestive. Son huile essentielle est de plus en plus utilisée dans les pays d'exportation. Toutes les utilisations traditionnelles recueillies de *C. fragrans* ont suscité une étude plus approfondie de la plante notamment sur le plan botanique. Nous allons donc étudier dans le chapitre suivant les caractères botaniques de cette espèce permettant aux scientifiques de la discipline de la distinguer des autres plantes.

Botanique

Le genre *Cinnamosma* a été établi par BAILLON, en 1867, pour un arbre de Madagascar, appartenant au petit groupe des Canellacées, et qui se distingue des autres plantes de cette famille par deux traits essentiels : la concrescence de pétales en une corolle tubuleuse, et ses fleurs subsessiles et solitaires à l'aisselle des feuilles. BAILLON a donné à cette plante le nom de *Cinnamosma. fragrans*, à cause de son parfum intense, qui rappelle celui de *Canella winterana*, la cannelle blanche, mêlé à une odeur de cédrat et de citron. Une description détaillée de cette plante a été présentée par BAILLON devant la Société linnéenne de Paris le 8 juin 1867 [19]. Le genre *Cinnamosma* ne doit pas être confondu avec le genre *Cinnamomum*, auquel appartient la cannelle de Ceylan (Lauracée).

I- Systématique

C. fragrans appartient à la famille des Canellacées. Les Canellacées constituent une petite famille de plantes aromatiques ne comprenant que neuf espèces appartenant à cinq genres [13]:

- *Pleodendron* ;
- *Cinnamodendron* (ou *Capsicodendron*) d'Amérique ;
- *Warburgia* d'Afrique Occidentale ;
- *Cinnamosma* de Madagascar ;
- *Canella Winterana* qui a donné son nom à la famille et qui fournit la cannelle blanche des Antilles.

Le genre *Cinnamosma* comporte trois espèces affines :

- *Cinnamosma fragrans* : que l'on retrouve dans le versant Ouest de Madagascar;
- *Cinnamosma madagascarensis* : que l'on retrouve dans les forêts des montagnes du versant Est, entre 900 et 1500 mètres d'altitude. Il existe deux variétés de cette espèce : le *Cinnamosma madagascariensis* P. Danguy et le *Cinnamosma madagascariensis namorensis*, que l'on trouve sur les hautes terres malgaches;
- *Cinnamosma macrocarpa* : que l'on trouve dans la forêt des montagnes du versant Est, entre 600 et 900 m d'altitude. Il s'agit d'une espèce assez rare, difficile à trouver.

La classification systématique est la suivante :

Règne : VEGETAL

Super-embranchement : EMBRYOPHYTES

Embranchement : TRACHEOPHYTES

Sous-embranchement : SPERMATOPHYTES

Super-classe : ANGIOSPERMES

Classe : PALEO-PLANTES

Sous-classe : MAGNOLIIDES

Ordre : MAGNOLIALES

Famille : CANELLACEES

Genre : *Cinnamosma* [57].

II- Dénomination de *Cinnamosma fragrans*

Il est parfois utile d'apporter une précision aux noms vernaculaires. Certains noms vernaculaires désignent parfois deux, voire plusieurs espèces différentes : le plus souvent, la raison tient au fait que ces espèces ne sont pas distinguées par la population concernée. Inversement, il arrive que les populations distinguent plusieurs espèces là où la botanique occidentale n'en reconnaît qu'une [26]. Ainsi, il existe de nombreuses variations locales des noms malgaches de plantes et des confusions peuvent en résulter. *C. fragrans* est ainsi connu sous divers noms vernaculaires.

« Mandravarotra » est l'un des noms vernaculaires qui désigne *C. fragrans* [28] [50]. « Mandravarotra » de « mandrava » qui signifie détruire, anéantir (sous entendu un maléfice) et « sarotra » désignant les difficultés, ce qui est périlleux ou difficile à supporter (allusion aux grandes vertus prêtées à ces plantes) [12] [28]. Il s'agit alors d'un « bois qui détruit les difficultés » [22] [28]. L'ethnie des Betsimisaraka (« ceux qui ne se séparent pas ») et celle des Tanala (« ceux qui vivent dans la forêt ») considèrent *C. fragrans* sous ce nom vernaculaire « mandravarotra ». Les Tanala sont connus pour leur grand savoir en plantes médicinales. Il s'agit alors d'arbuste très odoriférant à écorces parfumées et carminatives [12]. L'ethnie Merina (« ceux des hauteurs ») désigne sous le nom de « mandravarotra » le *Croton hoverum* Léandri (Euphorbiacées), plante qu'on distillait avec des os frais d'animaux pour obtenir une qualité particulière de « ranomena » (littéralement « eau rouge ») que l'on administrait en cas de coliques ou de malaises subits [12]. Les Betsileo (« ceux qui sont invincibles ») placeraient sous le nom de « mandravarotra » *Desmodium ramosissimum* G. Don (Fabacées) et *Calliandra alternans* Bentham (Légumineuses-Mimosacées). Ce nom viendrait du fait que *Calliandra alternans* servait à conjurer les mauvais sorts : les rameaux sont alors placés dans le foyer d'une nouvelle maison pour détruire l'effet des sortilèges éventuels. La poudre des feuilles est utilisée pour réduire les douleurs intestinales [12]. *Cinnamosma macrocarpa* H. Perr., indiqué dans les états grippaux, la rougeole, les coliques, est également connu sous le nom vernaculaire « mandravarotra » [63]. Il en est de même pour *Cinnamosma madagascariensis* Danguy qui est préconisé dans la coqueluche ou les douleurs intestinales brusques [48]. Le nom « mandravarotra » qui signifie donc littéralement « qui détruit ce qui est difficile » est employé pour désigner des plantes d'origines diverses mais dont le seul point commun est leur utilisation pour neutraliser des sortilèges.

Cependant, selon la région et le dialecte, le nom vernaculaire de *C. fragrans* n'est pas « mandravarotra » mais :

- « fanalamangidy » (littéralement « qui ôte l'amertume ») [28] [50];
- « mangidimanitra » (littéralement « qui sent l'amertume ») [50];
- « sakarivohazo » (littéralement « bois de gingembre ») [50] ;
- « sakaihazo » (littéralement « bois de piment ») [50];
- « fandravarotra » (littéralement « ce qui détruit ce qui est difficile ») [50];
- « fanalasarotra » (littéralement « ce qui ôte ce qui est difficile ») [50];

- « motrobetinainy » ou « motrobeantiniaina » (littéralement « grand feu dans les entrailles ») car toute sa partie aérienne a une saveur piquante et brûlante. Cette dénomination est utilisée par l'ethnie Sakalava (« ceux des longues vallées »), une tribu qui habite la côte Ouest de Madagascar [2];
- « môtrobeantigana » ou « matrobeantsignana » : nom vernaculaire utilisé par l'ethnie Antakarana (« ceux de l'Ankara, la falaise »), peuple malgache vivant dans le Nord de Madagascar [55].

III- Caractères botaniques

Ce paragraphe sur l'étude des caractères botaniques de *C. fragrans* est basé sur les écrits de COURCHET [19] et de HUMBERT [29].

1- Les Canellacées

a- Appareil végétatif

La famille des Canellacées est représentée par de petits arbres ou arbrisseaux, très aromatiques dans toutes leurs parties, dont le tronc et les branches sont recouverts d'une écorce de couleur claire. Les écorces sont riches en cellules à essence.

Les feuilles des Canellacées sont simples, alternes et penninerves. Elles n'ont pas de stipules et elles sont entières sur les bords. Elles sont criblées de ponctuations translucides.

b- Appareil reproducteur

Les fleurs sont hermaphrodites et régulières. Les bractées, au nombre de 3 à 7 sont imbriquées. Les sépales, au nombre de 3 à 5 sont libres, épais et imbriqués.

Les Canellacées possèdent 4 à 12 pétales. Parfois, ces pétales sont absents ou soudés en corolle gamopétale à 4-6 lobes, imbriqués.

Les étamines sont concrescentes en une sorte de manchon hypogyne. Les anthères sont nombreuses (jusqu'à 20 anthères).

L'ovaire, monoculaire, est à 2 à 6 placentas pariétaux. Les ovules, incomplètement anatropes, sont au nombre de 2 à 20 par placenta.

Le style est court et peu distinct. Le stigmate est étroit et plus ou moins arrondi ou élargi.

c- Le fruit

Le fruit est une baie, glabre, et contenant un certain nombre de graines. Ces graines présentent une surface lisse ou ruminée.

2- Le genre *Cinnamosma*

Le genre *Cinnamosma* est endémique de Madagascar. Il comprend trois espèces très affines : *Cinnamosma fragrans*, *Cinnamosma madagascariensis* et *Cinnamosma macrocarpa*.

a- Appareil végétatif

Le genre *Cinnamosma* est représenté par des arbustes ou arbres fortement aromatiques à feuillage persistant. Les feuilles sont alternes et sans stipules. Elles sont ponctuées.

b- Appareil reproducteur

Les fleurs sont axillaires, solitaires ou fasciculées. Elles peuvent être sessiles comme subsessiles. Elles sont munies à la base de 3 à 7 bractées imbriquées. Ces bractées forment avec les sépales une série continue de pièces qui s'agrandit graduellement de la base au sépale le plus interne.

Les sépales sont larges et inégaux. La corolle est gamopétale à tube large et long, terminée par 3 à 6 lobes.

Les étamines, au nombre de 7 à 10 sont concrescentes en un tube qui porte les anthères sur sa face externe. Ces dernières sont biloculaires, elles sont plus courtes que le tube de l'androcée.

L'ovaire, uniloculaire, est à 3 à 5 placentas pariétaux pluri ou multi-ovulés.

Le style est épais et court. Le stigmate arrondi, présente 3 à 5 plages de papilles blanches.

Les ovules sont englobés dans une pulpe mucilagineuse.

c- Le fruit

Le fruit est une baie. Les graines sont subréiformes, comprimées et couvertes de saillies cérébriformes. L'albumen est charnu.

3- *Cinnamosma fragrans* Baill.

Un échantillon d'une plante très proche de *C. fragrans* de BAILLON a été récolté et décrit par PERRIER DE LA BATHIE quelque temps après la description de BAILLON. PERRIER DE LA BATHIE a indiqué qu'il s'agissait d'une plante voisine de *C. fragrans*, mais non absolument identique à la plante de BAILLON. Après une étude comparative de l'échantillon de PERRIER DE LA BATHIE et de celui de BAILLON, la littérature a considéré *Cinnamosma* de PERRIER DE LA BATHIE comme une variété de *Cinnamosma* de BAILLON.

Les caractères distinctifs de ces deux formes sont résumés dans le tableau suivant :

<i>Cinnamosma fragrans</i> var. Baillon	<i>Cinnamosma fragrans</i> var. Perrieri
- Feuilles lancéolées linéaires à bord terminal arrondi, atténuées inférieurement en court pétiole. - Longueur maximum des feuilles : 8 cm, sur une largeur moyenne de 12 à 13 mm	- Feuilles beaucoup plus grandes, longues de 12 cm en général, sur une largeur de 25-26 mm
- Nervure médiane faiblement saillante au-dessous du limbe. - Nervures latérales espacées et peu nombreuses	- Nervure médiane fortement saillante à la face inférieure. - Nervures latérales plus serrées et plus nombreuses
- Limbe presque opaque, d'un éclat lustré et luisant à la face supérieure	- Limbe beaucoup plus transparent, lisse, glabre, non luisant à la surface
- Fleurs presque toujours solitaires - 7 à 9 anthères uniloculaires, étroites et très distantes les unes des autres sur le tube staminal - Style non dilaté à son extrémité stigmatifère	- Fleurs solitaires ou géminées - 9 à 20 anthères - Style dilaté, à sa partie terminale, en un petit plateau stigmatifère

Tableau 2 : Tableau comparatif des deux variétés de *Cinnamosma fragrans*

Les deux formes se distinguent donc de la façon suivante :

- *Cinnamosma fragrans* H. B. α *Baillonii* (ou *Cinnamosma fragrans* var. Baillon);

- *Cinnamosma fragrans* H. B. β *Perrieri* (ou *Cinnamosma fragrans* var. Perrieri).

La plante qui nous intéresse ici est le *Cinnamosma fragrans* H. B. α *Baillonii* (ou *Cinnamosma fragrans* var. Baillon).

a- Appareil végétatif

C. fragrans, d'après BAILLON, est un arbuste ou un petit arbre toujours vert et très aromatique. L'écorce, les feuilles et les fruits ont une saveur pimentée et brûlante. L'écorce est d'un blanc jaunâtre, subéreuse, aromatique. Les rameaux sont cylindriques et sont anguleux sur les tiges les plus jeunes. Ces tiges présentent souvent quelques grosses lenticelles.



Illustration 4: Arbuste de *Cinnamosma fragrans* [49]

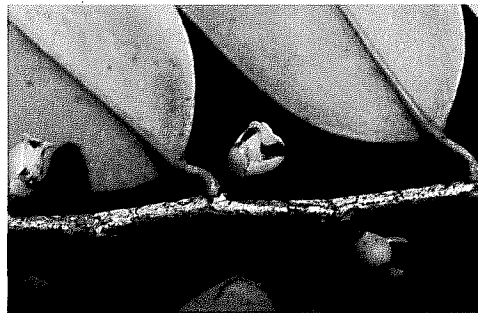


Illustration 5: Rameaux fleuris de *Cinnamosma fragrans* [39]
(©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

Nous nous attarderons un peu plus sur les caractères morphologiques et anatomiques de la feuille de *C. fragrans*. En effet, celle-ci est aujourd'hui employée pour en extraire l'huile essentielle. Les jeunes feuilles sont ponctuées-translucides. Lorsqu'elles sont adultes, elles deviennent opaques, coriaces, de couleur vert sombre. Les feuilles sont légèrement pétiolées, étroites et oblongues ou lancéolées. La feuille est lisse et luisante sur sa face supérieure, beaucoup plus rugueuse et d'une couleur ferrugineuse en dessous. Elle est opaque à la lumière du jour mais examinée de plus près, par transparence, aux rayons du soleil et à l'aide d'une loupe, le limbe est criblé de ponctuations translucides fines et serrées qui correspondent aux cellules sécrétrices d'huile essentielle. La nervure médiane est légèrement saillante en dessous ; elle peut être marquée, en dessus, par une gouttière très étroite, qui s'élargit brusquement à la jonction du limbe et du pétiole. De la nervure médiane se détachent obliquement des nervures secondaires latérales, peu marquées, et assez espacées. La grandeur

du limbe est très variable sur un même rameau (4 à 16 cm × 1 à 3,5 cm). Les nervures sont invisibles sur les feuilles adultes mais, latérales et peu nombreuses, elles sont distantes et peu visibles sur les jeunes feuilles. Le pétiole est court (3 à 8 mm).

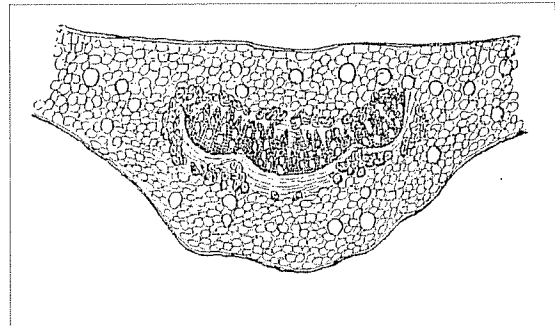
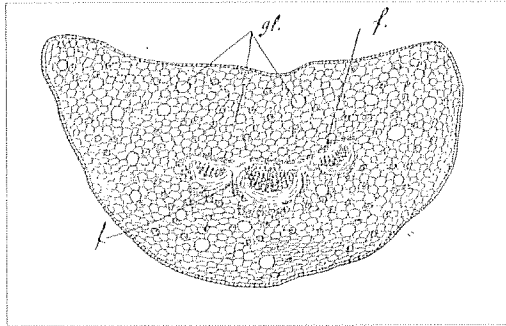


Figure 4 : Coupe transversale du pétiole de *Cinnamosma fragrans*. gl.:cellules glandulaires (cellules sécrétrices d'huile essentielle) ; f.:fibres de la gaine des faisceaux [19]

Figure 5 : Nervure médiane du limbe de *Cinnamosma fragrans* [19]

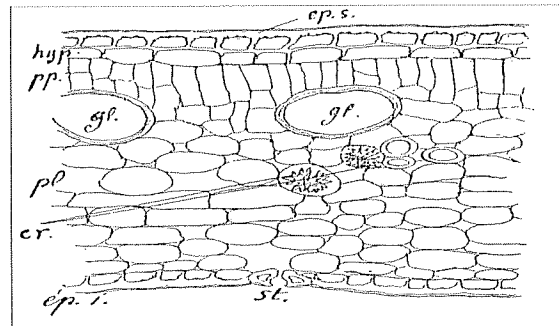
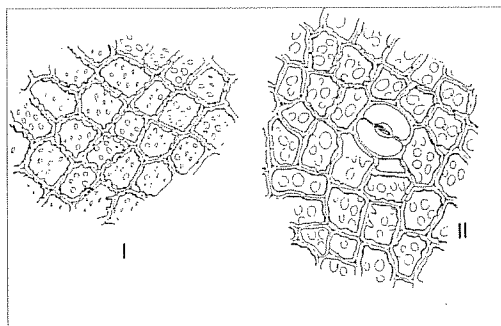


Figure 6 : Epiderme supérieur (I) et inférieur (II) de la feuille de *Cinnamosma fragrans* [19]

Figure 7 : Coupe transversale du limbe foliaire de *Cinnamosma fragrans*. cr.:cellules à cristaux (ou mâcles d'oxalate de calcium) ; epi.s.:épiderme supérieur ; ep.i.:épiderme inférieur ; hyp.:hypoderme (sa présence traduit une adaptation vis-à-vis de la sécheresse); gl. : cellules glandulaires ; pp.:parenchyme en palissade ; pl.:parenchyme lacuneux ; st. :stomates [19]

b- Appareil reproducteur

Les fleurs sont sessiles ou subsessiles, axillaires et presque toujours solitaires. Elles sont petites et accompagnées à la base par 3 à 7 bractées qui sont imbriquées en spirale, les plus inférieures écailleuses et petites, les suivantes de plus en plus grandes et passant graduellement aux sépales.

Les sépales sont plus courts que la corolle et ils sont caducs. La corolle est tubuleuse. Le tube de l'androcée est un peu plus long que celui de la corolle. Il est prolongé au-dessus des anthères par un manchon membraneux court, terminé par de très petites dents.

Les anthères sont linéaires et en nombre variable allant de 7 à 10.

Le pistil, mesurant environ 4 mm, est contracté à la base.

Le style est épais, court et creux, arrondi au sommet avec des papilles stigmatiques blanches.

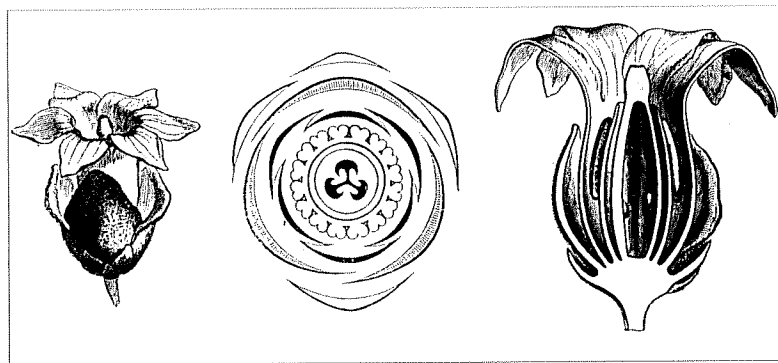


Figure 8 : Fleur et diagramme floral de *Cinnamosma fragrans* [13]

c- Le fruit

La baie est lisse avec une grandeur et une forme très variable. Elle est toujours plus ou moins contractée à la base et présente à son sommet un apicule conique-obtus. Le fruit contient 15 à 25 graines de couleur fauve clair. Ces graines sont irrégulièrement subrénoïdes et comprimées.

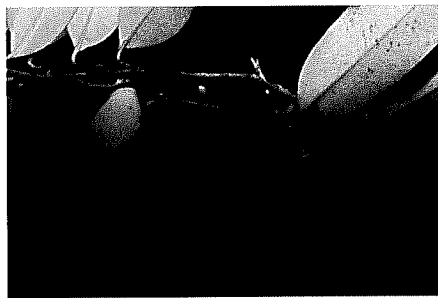


Illustration 6: Fruit de *Cinnamosma fragrans* [39] (©MNHN, Herbar National de Paris (P), 2011)

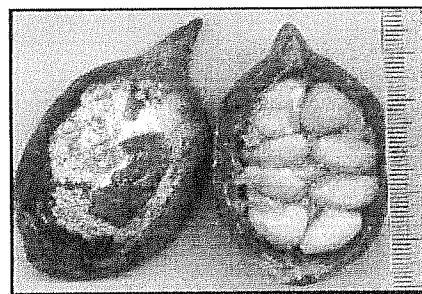


Illustration 7 : Coupe longitudinale du fruit de *Cinnamosma fragrans* [49]

IV- Comparaison de *Cinnamosma fragrans* aux autres espèces du même genre

Les trois espèces appartenant au genre *Cinnamosma* ont des caractères botaniques très proches mais elles sont réparties sur le plan géographique de manière différente.

1- Répartition géographique des trois espèces du genre

Cinnamosma

C. fragrans est réparti au Nord et à l'Ouest de Madagascar comme nous le montre la figure 9 contrairement à *C. madagascariensis* et à *C. macrocarpa* qui sont plutôt distribués dans la partie Est de l'île.

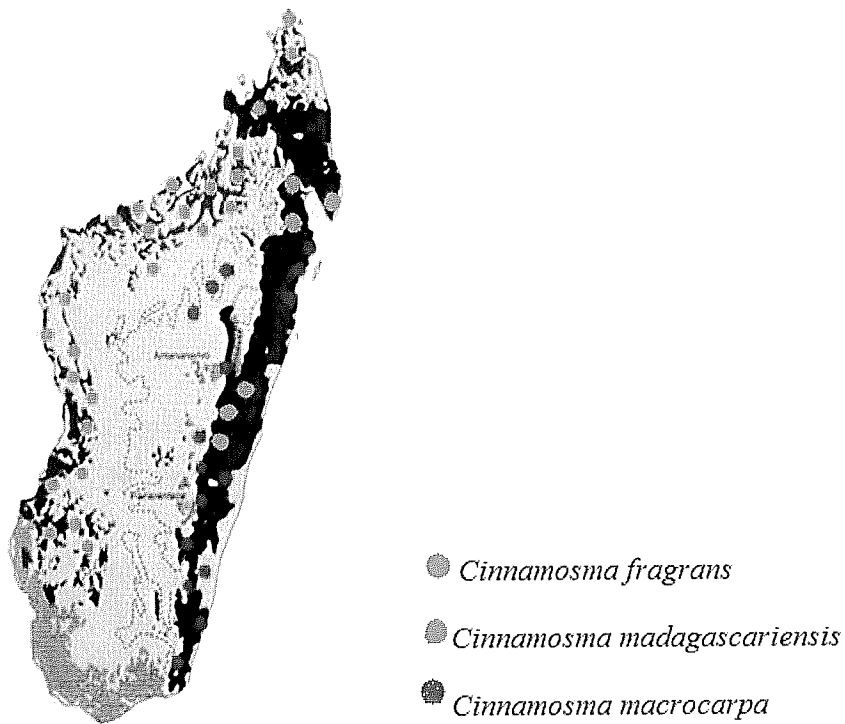


Figure 9 : Répartition géographique du genre *Cinnamosma* [49]

2- Caractères botaniques

Les différents aspects botaniques des trois espèces de *Cinnamosma* sont présentés plus loin sous forme de tableau comparatif (se rapporter aux figures 17, 18 et 19 à la page 46 pour une comparaison illustrée de ces espèces).

a- Appareil végétatif

	<i>Cinnamosma fragrans</i> var. Baillon	<i>Cinnamosma madagascariensis</i> P. Danguy	<i>Cinnamosma macrocarpa</i> H. Perrier
Port	<ul style="list-style-type: none"> - Arbuste - Petit arbre - Très aromatique 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbre de 10 à 20 m de haut - Rarement arbuste 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbre de 10 à 20 m de haut. - Rameaux jeunes subquadrangulaires avec des angles saillants. - Très aromatique et de saveur brûlante
Feuilles	<ul style="list-style-type: none"> - Jeunes feuilles : ponctuées, translucides. - Feuilles adultes : opaques, coriaces, vert sombre. - Pétiole court : 3-8 mm. - Limbe oblong- lancéolé ou lancéolé-linéaire, de grandeur variable. - Nervures latérales peu nombreuses et distantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Feuilles adultes : peu coriaces, vertes sur les 2 faces, ovales ou lancéolées, rarement oblongues, plus atténuées vers la base où le limbe est courtement décurrent sur le pétiole. - Pétiole court : 2-6 mm. - Nervures latérales visibles, saillantes sur la face intérieure. 	<ul style="list-style-type: none"> - Feuilles adultes : coriaces, opaques, concolores, brun sombre en hercier. - Pétiole épais et court : 3 à 4 mm, rouge sombre. - Limbe oblong, grand (11-20 × 4,2-8,4 cm), arrondi ou largement obtus aux 2 extrémités, terminé par une cuspidé deltoïde ou subaiguë. - Nervures marginales obsolètes mais manifestes. - Nervation latérale et réseaux très fins visibles sur les 2 faces. - Nervures secondaires : 14-17 paires s'unissant par des arcs à 2-5 mm des bords.

Tableau 3 : Tableau comparatif de l'appareil végétatif des trois espèces de *Cinnamosma*

b- Appareil reproducteur

	<i>Cinnamosma fragrans</i> var. Baillon	<i>Cinnamosma madagascariensis</i> P. Danguy	<i>Cinnamosma macrocarpa</i> H. Perrier
Fleurs	<ul style="list-style-type: none"> - Petite : 5-6mm - Sessiles ou subsessiles - Axillaires, presque toujours solitaires - Bractées : au nombre de 3 à 7, imbriquées en spirale, les plus inférieures écailleuses et petites ; les suivantes de plus en plus grandes et passant graduellement aux sépales, caducs - Floraison : septembre à octobre 	<ul style="list-style-type: none"> - Fleurs solitaires, souvent fasciculées sur les parties défeuillées des rameaux. - Sessiles ou subsessiles - Rarement à l'aisselle des feuilles inférieures - Bractées : au nombre de 5 à 7, les inférieures écailleuses, petites et souvent bifides ou déchirées, noirâtres au sommet. - Floraison : septembre à novembre 	<ul style="list-style-type: none"> - Fleurs solitaires et axillaires (selon observation des fruits).
Corolle	<ul style="list-style-type: none"> - Corolle en tube, plus long que les lobes. - Lobes au nombre de 4 à 6, larges, arrondis au sommet, réfléchis à l'anthèse, inégaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corolle à tube plus long que large (5×3 mm) - Lobes: au nombre de 4 à 5, arrondis au sommet, égalant la moitié du tube. 	
Calice	<ul style="list-style-type: none"> - Sépales : au nombre de 3, larges, inégaux, plus courts que la corolle, caducs 	<ul style="list-style-type: none"> - Sépales larges et épais 	
Androcée	<ul style="list-style-type: none"> - Tube de l'androcée plus court que celui de la corolle. - Tube prolongé au-dessus par des anthères, terminé par autant de très petites dents qu'il y a d'anthères sur le tube. - Anthères linéaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Long de 4 mm - Anthères : au nombre de 7 à 10 - Tube de l'androcée à manchon denticulé au sommet avec autant de petites dents que d'anthères. 	
Pistil	<ul style="list-style-type: none"> - Long de 4 mm - Contracté à la base - Creux, arrondi au sommet avec autant de plages saillantes de papilles stigmatiques blanches qu'il y a de placentas - Style épais et court 	<ul style="list-style-type: none"> - Long de 4 mm - Contracté à la base - Style épais et court : 1 mm 	

Tableau 4 : Tableau comparatif de l'appareil reproducteur des trois espèces de *Cinnamosma*

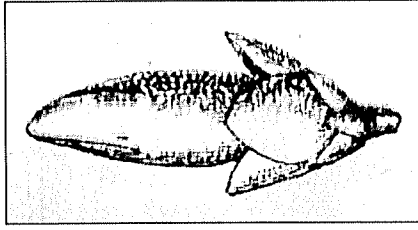


Figure 10: Bouton floral de *Cinnamosma fragrans* [29]

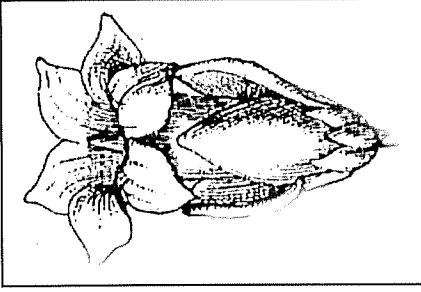


Figure 11: Fleur de *Cinnamosma fragrans* [29]

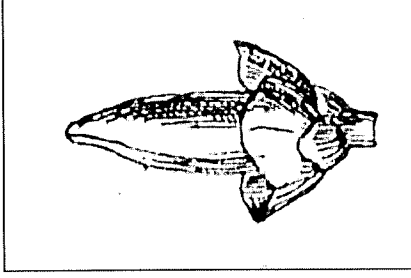


Figure 12: Bouton floral *Cinnamosma madagascariensis* [29]

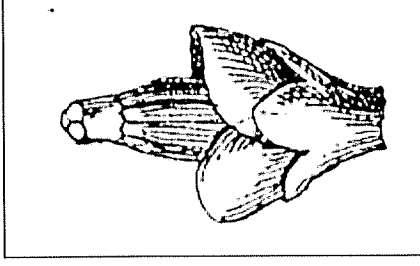


Figure 13: Fleur sans corolle de *Cinnamosma madagascariensis* [29]

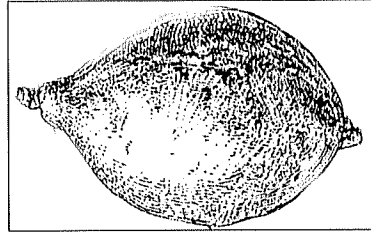


Figure 14: Fruit de *Cinnamosma fragrans* [29]

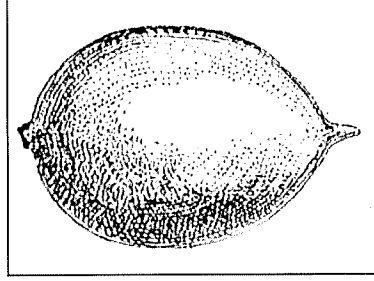


Figure 15: Fruit de *Cinnamosma madagascariensis* [29]

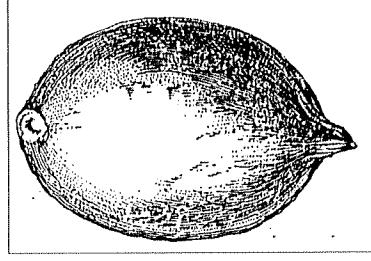


Figure 16: Fruit de *Cinnamosma macrocarpa* [29]

c- Fruit

	<i>Cinnamosma fragrans</i> var. Baillon	<i>Cinnamosma</i> <i>madagascariensis</i> P. Danguy	<i>Cinnamosma macrocarpa</i> H. Perrier
Fruit	<ul style="list-style-type: none"> - Baie lisse - Forme et grandeur variable : <ul style="list-style-type: none"> • Ovoïde : 4×3 cm • Obovale : 6-6,7×3-4,5 cm • Irrégulièrement allongée : 7-8×3-3,5 cm - Munie au sommet d'un apicule conique-obtus. - Courtement pédicellée : 4-6 mm. - Fructification : décembre à mai (saison des pluies) 	<ul style="list-style-type: none"> - Baie petite, globuleuse : 1,5-2 cm - Finement verruqueuse - Courtement apiculée. - Péricarpe charnu 	<ul style="list-style-type: none"> - Baie sphérique ou ovale : 6-9×4-6 cm. - Très arrondie à la base - Terminée au sommet par une cuspide conique - Péricarpe dur sur le sec, finement grenu-verruqueux à l'extérieur - Péricarpe charnu sur le vif de 1 cm d'épaisseur, revêtu d'une pellicule poudreuse blanchâtre à saveur douce puis brûlante. - Fructification : septembre à octobre
Graines	<ul style="list-style-type: none"> - Nombreuses : 15-25 par fruit. - Fauve clair, fortement ridées, irrégulièrement subréniformes, courbées et comprimées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu nombreuses : 5-8 par fruit. - Roux clair, comprimées, subréniformes. - Entourées d'un mucilage clair puis brun rougeâtre à maturité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombreuses : 12-20 par fruit. - Baignant dans un mucilage à saveur douce puis brûlante.

Tableau 5: Tableau comparatif de l'aspect du fruit des trois espèces de *Cinnamosma*

V- Planches illustrées des différents *Cinnamosma*

Les trois figures suivantes récapitulent les caractères botaniques de chaque espèce de *Cinnamosma* :



Figure 17: Parties aériennes de *Cinnamosma fragans* var. Baillon [29]



Figure 18: Parties aériennes de *Cinnamosma madagascariensis* P. Danguy [29]



Figure 19: Parties aériennes de *Cinnamosma macrocarpa* [29]

C. fragrans, espèce endémique de Madagascar, est très proche sur le plan botanique des deux autres espèces du même genre, *C. madagascariensis* et *C. macrocarpa*. Néanmoins, certains caractères botaniques permettent de les différencier, mais également leur distribution géographique. Ces études botaniques ainsi que les utilisations traditionnelles de *C. fragrans* ont certainement conduit certains chercheurs à se pencher sur la composition chimique de cette plante aux vertus traditionnelles multiples. Ainsi, des études ont vu le jour dans les années 1960 et ces recherches sur la composition de *C. fragrans* continuent encore aujourd'hui. Dans le chapitre suivant, nous allons donc aborder les travaux scientifiques réalisés sur cette Canellacée.

Cinnamosma fragrans:
de la tradition à la science

L'utilisation ancestrale de *C. fragrans* par la population malgache a confirmé les vertus médicinales de cette plante. Aussi le nom vernaculaire « Mandravasarotra » désigne ce qui « détruit ce qui est difficile ». Cette plante a alors suscité des études botaniques et chimiques. Des études chimiques ont ainsi été menées dans le but sans doute d'expliquer ses utilisations traditionnelles. De plus, étant une plante aromatique, plusieurs chercheurs se sont penchés sur celle-ci afin d'étudier l'huile essentielle extraite de ses feuilles.

I- Etudes scientifiques portant sur *Cinnamosma fragrans*

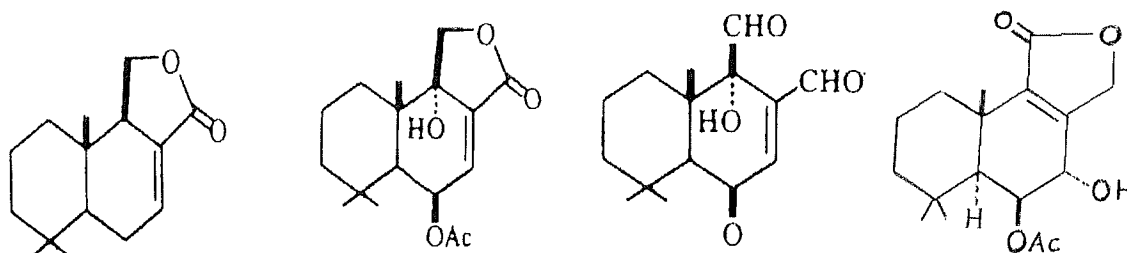
1- Etudes antérieures

Les premières études réalisées sur *C. fragrans* datent des années 1960. Les études portent surtout sur la composition chimique de cette plante. Par spectrométrie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, CANONICA et al. [18] ont déterminé la structure et la stéréochimie de trois composants majeurs présents dans l'écorce de cette plante, des lactones sesquiterpéniques : le cinnamolide, le cinnamodial et le cinnamosmolide. L'activité antifongique du cinnamolide a été testée *in vitro* sur des dermatophytes et la concentration minimale inhibitrice (CMI) a été évaluée pour chacun d'eux: *Tricophyton rubrum* 1007 (CMI=20 µg/ml), *Tricophyton mentagrophytes* 6 (CMI < 10 µg/ml) et *Microsporium gypseum* 350 (CMI=20 µg/ml) [18]. La CMI est la plus faible concentration de l'antifongique donné capable d'inhiber, dans un milieu et à des conditions déterminées, toute croissance visible des dermatophytes testés. Le *C. fragrans* renferme également trois autres sesquiterpènes: le bemarkolide, le bemadienolide et le fragrolide [17].

Le cinnamodial et le cinnamosmolide sont des composés naturels de *C. fragrans* mais aussi de *Warburgia ugandensis* Sprague et de *Capsicodendron dinisii* Schwanks Occhioni, deux autres Canellacées [5]. Le cinnamodial, composant des Canellacées, présente un goût brûlant sur la langue. Il lui a été conféré une activité anti-appétante repoussant des vers appartenant aux espèces *Spodoptera* ainsi qu'un pouvoir cytotoxique selon un test réalisé *in vitro* avec des cellules cancéreuses P-388 [25]. Une synthèse partielle du cinnamodial peut être réalisée à partir de l'uvidin A, substance retrouvée comme métabolite majeur de *Lactarius uvidus* qui appartient à la famille des Basidiomycètes [25]. L'action antivirale du cinnamodial a été testée sur différents virus (virus syncytial respiratoire, coxsackie B4, herpes simplex de type 1 et de type 2, virus de la vaccine, virus de la stomatite vésiculaire) mais aucune activité antivirale n'a été révélée à des concentrations non toxiques pour les cellules hôtes (> 0,64 µg/ml) [6].

D'autres chercheurs ont découvert deux sesquiterpènes de type drimane, l'ugandensidial et l'ugandensolide isolés du bois de *Warburgia ugandensis* Sprague (Canellacée) provenant du Kenya. Il a été montré que l'ugandensidial a la même structure chimique que le cinnamodial issu du *C. fragrans* [14]. Selon WUBE et al. [64], l'ugandensidial est un puissant inhibiteur du métabolisme de l'acide 12(S)-hydroxyeicosatétraénoïque (12(S)-HETE) par inhibition de la 12-lipoxygénase (12-LOX) et

du métabolisme des leucotriènes B(4). L'acide 12(S)-HETE est un composé issu du métabolisme de l'acide arachidonique par la 12-LOX. Il joue un rôle important en tant que molécule-signal dans les métastases tumorales tandis que les leucotriènes interviennent dans les pathologies à composante inflammatoire comme l'asthme. La cytotoxicité de l'ugandensidial peut provenir de la ressemblance de sa structure chimique à celle du cinnamodial qui est également cytotoxique.

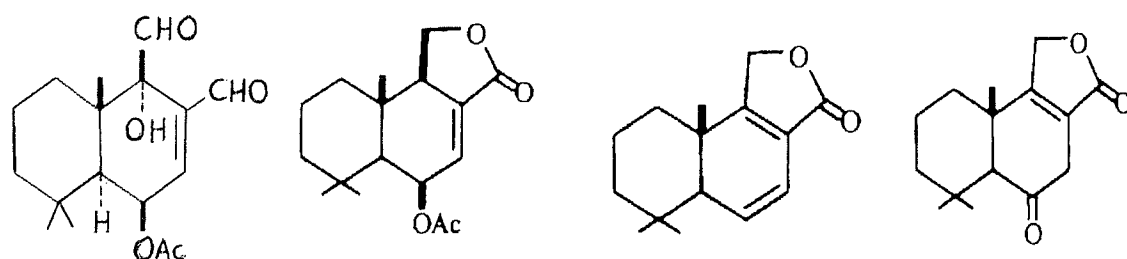


Cinnamolide

Cinnamosmolide

Cinnamodial

Ugandensolide



Ugandensidial

Bemarivolide

Bemadienolide

Fragrolide

D'après ces recherches, on peut affirmer que *C. fragrans* est caractérisé par sa forte teneur en sesquiterpènes à squelette drimane. Parmi ces composés on trouve : le cinnamolide, le cinnamosmolide, le bemarivolide, le bemadienolide, le fragrolide et le cinnamodial qui est un dialdéhyde cytotoxique faisant partie des composés responsables de la saveur piquante de la plante.

2- Recherches actuelles

Depuis quelques années, les chercheurs s'intéressent de nouveau à *C. fragrans*. Les plantes appartenant au genre *Cinnamosma* sont riches en dialdéhyde sesquiterpénique de type drimane et en lactones, incluant par exemple le dialdéhyde insaturé : le cinnamodial [6]. Les

terpénoïdes dialdéhydriques sont en général des répulsifs très polyvalents et sont décrits comme ayant un caractère d'âcreté. Ces composés ont été identifiés dans les plantes, les champignons et chez les insectes. Ils sont antimicrobiens, antiappétants voire toxiques repoussant ainsi les insectes, les vers et autres prédateurs [5]. L'écorce de *C. fragrans* a été décrite comme ayant un goût piquant, un goût de poivre comme celui de la capsaïcine qui est une substance active dans le piment (*Capsicum*). Cette âcreté résulte de l'activation de récepteurs présents à la surface d'un neurone sensoriel. Ces récepteurs sont appelés récepteurs vanilloïdes [5]. La capsaïcine est une molécule appartenant à la famille des vanilloïdes. La capsaïcine est utilisée comme antalgique. On la retrouve dans différentes spécialités : DOLPIC®, OUATE THERMOGENE®, EMLATRE AMERICAIN SAINT BERNARD®. Elle génère un effet chauffant et apaise ainsi certaines douleurs.

Une étude menée par ARPAD SZALLASI [5] a permis d'identifier d'autres vanilloïdes dans une collection de dialdéhydes sesquiterpéniques d'origine naturelle et des terpénoïdes bioactifs. Des essais sur ces composés vanilloïdes ont été réalisés mettant en œuvre des récepteurs présents sur la moelle épinière de rats. Grâce au test d'affinité (test de liaison) à la [³H]résinifératoxine (la [³H]résinifératoxine est un analogue de la capsaïcine), les chercheurs ont trouvé que parmi 25 composés, 8 ont entraîné une inhibition complète de la liaison [récepteurs vanilloïdes - [³H]résinifératoxine] à une certaine concentration (100 µM). Ces 8 composés sont : l'afromodial (issu de graines d'*Aframomum daniellii* K. Schum, Zingibéracées), le cinnamodial et le cinnamosmolide (synthétisés à partir de l'uvidin A), le désacetylscalaradial et le scalaradial (isolés de l'éponge marine *Cacospongia mollior* Schmidt), le drimenol (isolé du champignon *Lactarius uvidus* Fr.), l'acide « hebemolic acid F » (isolé du champignon *Hebeloma senescens* (Fr.) Berk. et Br.) et enfin l'isocopalendial (isolé de l'éponge *Spongia officinalis* L.). La capsaïcine s'est liée avec la même affinité que ces composés sur les récepteurs.

Dans cette même étude, une mesure de l' « âcreté » sur la langue humaine a également été entreprise. Pour ce faire et pour vérifier que les tests sont applicables aux dialdéhydes insaturés, les effets de l'isovelleral ont été comparés sur des langues témoins et des langues désensibilisées à la capsaïcine. L'action biologique de l'isovelleral évoque une sensation de brûlure sur la langue, un effet « capsaïcine-like ». Cet effet était absent chez les sujets désensibilisés à la capsaïcine. L'étude a alors montré que le cinnamodial est 4 fois plus puissant que l'isovelleral pour l'affinité de liaison aux récepteurs vanilloïdes, mais 10 fois moins âcre, et que le cinnamosmolide a une affinité pour ces récepteurs mais ne présente pas d'âcreté. Une corrélation limitée a donc été établie entre l'affinité des composés sur les sites spécifiques de la [³H]résinifératoxine de la moelle épinière du rat et l'âcreté (ou le degré de chaleur des composés sur la langue).

Pour déterminer si le cinnamodial est capable de dépolariser des neurones sensoriels comme la capsaïcine, la même étude a réalisé des tests en patch-clamp (le patch-clamp désigne une technique d'enregistrement des courants ioniques à travers les membranes

cellulaires). Sur 12 neurones testés, 4 ont montré une dépolarisation membranaire importante, permettant ainsi de produire plus de potentiels d'action en présence du cinnamodial.

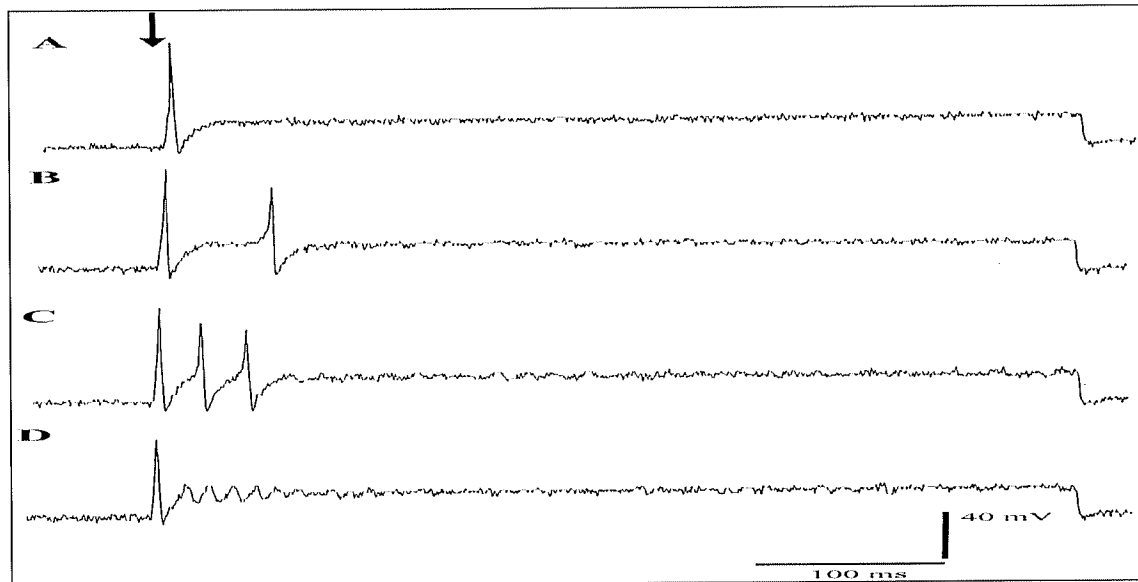
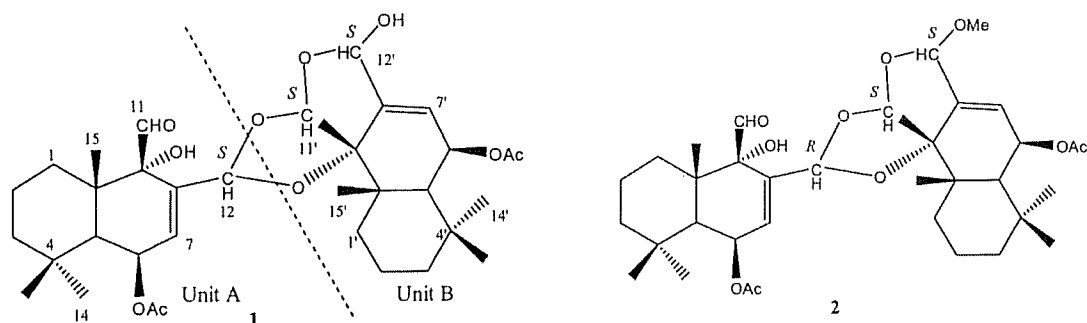


Figure 20 : Dépolarisation membranaire induite par le cinnamodial au niveau de la moelle épinière du rat sous les conditions du patch-clamp ; Enregistrement A : L'application d'un courant de dépolarisation (1.0 nA pour 500 ms, commençant à la flèche) entraîne la génération d'un potentiel d'action. Enregistrement B, C et D : L'application d'un courant de dépolarisation similaire en présence de cinnamodial 10 μ M entraîne une addition de dépolarisation se manifestant par la génération de potentiels d'action. La réponse a été enregistrée soit immédiatement après le début d'administration du cinnamodial (B), soit 8 secondes (C) ou 28 secondes (D) après [5].

Pour récapituler, le cinnamodial fait partie des sesquiterènes à fonction dialdéhyde insaturé connus pour leur action répulsive et leur âcreté. La présence de cette molécule explique le goût âcre de l'écorce de *C. fragrans*. Cette âcreté est due à l'activation de récepteurs vanilloïdes présents sur les neurones sensoriels. Les vanilloïdes caractérisent les molécules qui agissent sur ces récepteurs, comme la capsaïcine qui est une molécule antalgique, présente dans certains médicaments. Les recherches ont montré que le cinnamodial et le cinnamosmolide présentent une activité similaire à la capsaïcine et sont donc considérés comme des vanilloïdes. En effet, il a été démontré par le test de liaison à la [³H]résinifératoxine que ces molécules ont inhibé la liaison de la [³H]résinifératoxine aux récepteurs vanilloïdes ; elles se sont alors fixées à ces récepteurs à la place de cette dernière ; la capsaïcine ayant présenté le même résultat. Les recherches ont aussi montré qu'il n'existe pas de corrélation absolue entre l'âcreté et l'affinité de liaison aux récepteurs vanilloïdes du cinnamodial et du cinnamosmolide. Les chercheurs ont également mis en évidence l'effet biologique du cinnamodial similaire à celui de la capsaïcine, antalgique par l'effet chauffant qu'elle procure. La fixation de la capsaïcine sur les récepteurs vanilloïdes entraîne une

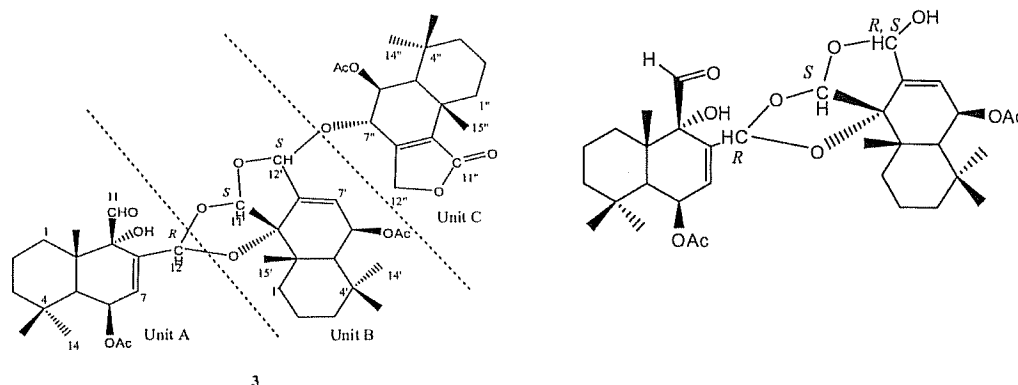
dépolarisation membranaire de la cellule réceptrice, engendrant ainsi des potentiels d'action qui constituent l'effet biologique de la capsaïcine. D'après les résultats des recherches, le cinnamodial est aussi capable de générer des potentiels d'action car le nombre de potentiels d'action (et donc l'effet biologique engendré) est plus important en présence du cinnamodial. L'application seule, en l'absence du cinnamodial, d'un courant de dépolarisation membranaire au niveau de la moelle épinière de rats n'entraîne en effet qu'un seul potentiel d'action. L'effet biologique du cinnamodial est ainsi comparable à celui de la capsaïcine.

Une autre étude a permis l'isolement de nouveaux composants de *C. fragrans*: deux dimères et un trimère sesquiterpénique drimane appelés cinnafragrins A-C (cinnafragin A, cinnafragin B, cinnafragin C), du D-mannitol, du capsicodendrin et un analogue de la vitamine E, le δ -tocotrienol. La présence de ces composés pourrait expliquer l'utilisation dans la médecine traditionnelle de *C. fragrans*, notamment celle des cinnafragrins et du capsicodendrin qui pourraient jouer un rôle important en tant que substances biologiquement actives [27]. Cependant, les données scientifiques ne permettent pas de se prononcer sur ces activités biologiques et de préciser les domaines biologiques concernés. Jusqu'à ce jour, aucune recherche n'a été menée pour conforter les utilisations traditionnelles de *C. fragrans*.



Cinnafragin A

Cinnafragin B (un dérivé méthyl de capsicodendrin [6])



Cinnafragin C

Capsicodendrin

L'activité antivirale du capsicodendrin a été testée avec les mêmes virus que ceux utilisés pour tester l'action antivirale du cinnamodial et les résultats sont les mêmes : l'action antivirale n'est observée qu'à de fortes concentrations toxiques pour les cellules hôtes [6]. Le bemadienolide, le capsicodendrin, le cinnamodial, le cinnamolide et le δ -tocotrienol sont également présents chez l'espèce *Cinnamosma macrocarpa*. Le capsicodendrin et/ou le cinnamodial sont les composants majeurs de *C. fragrans* et de *C. macrocarpa*. Ces deux composés ont montré une cytotoxicité importante pour des cellules cancéreuses leucémiques murines L1210/0 et pour des lymphocytes T humains Molt4/C8 et CEM/0 [6]. Les utilisations traditionnelles de *C. macrocarpa* sont pratiquement les mêmes que celles de *C. fragrans*. Les composés actifs justifiant leurs utilisations traditionnelles sont sans doute les composés communs aux deux espèces [6]. La présence de du δ -tocotrienol chez *C. fragrans* et *C. macrocarpa* jouerait un rôle important dans l'utilisation médicinale traditionnelle de ces plantes [6] [27]. Les deux composés majeurs de *C. fragrans* et de *C. macrocarpa*, le capsicodendrin et le cinnamodial, ont révélé une forte activité inhibitrice de l'enzyme α -glucosidase. La présence d'un groupe aldéhyde libre en C9 joue un rôle majeur dans cette activité. L'intensité de l'activité du capsicodendrin est augmentée par la conversion de ce dernier en cinnamodial durant les tests biologiques [6].

Toutes ces recherches ont donc permis une connaissance plus approfondie de la composition chimique de *C. fragrans*. Dans cette composition chimique on retrouve : le cinnamolide présentant des propriétés antifongiques ; le cinnamodial responsable de l'âcreté de *C. fragrans* pouvant induire des potentiels d'action au niveau de neurones sensoriels (entraînant ainsi un effet proche de la capsaïcine qui est le principe actif de plusieurs médicaments antalgiques) et possédant un pouvoir cytotoxique sur des cellules cancéreuses ; les cinnafagrins A-C, le capsicodendrin et le δ -tocotrienol qui pourraient jouer un rôle dans l'utilisation traditionnelle de *C. fragrans*. Cependant, *C. fragrans* est plus connu grâce à son huile essentielle extraite de ses feuilles. De plus en plus de recherches portent actuellement sur la composition et l'activité de cette l'huile. Aucune littérature scientifique n'a mentionné jusqu'à nos jours des études sur cette huile essentielle. Les études ne portaient que sur les produits d'extraction de l'écorce [58].

II- L'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* : l'huile essentielle de Saro

Selon la « Pharmacopée Européenne » (6^{ème} ed. 01/2008 :2098), une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie [15]. La littérature précise qu'il convient de savoir que l'essence et l'huile essentielle sont deux substances différentes. L'essence est une « sécrétion naturelle élaborée par l'organisme végétal. Elle est contenue dans divers types d'organes producteurs, variables selon la partie de la plante considérée », ces parties pouvant être des « cellules épidermiques [...], des poils sécréteurs [...], des cellules sécrétrices [...] ou

des cellules modifiées en poches sécrétrices [...] ». La genèse de l'essence au sein du végétal se fait à partir de la photosynthèse donc grâce à l'énergie solaire [59]. L'huile essentielle, quant à elle, est « un extrait de plantes ou arbres aromatiques obtenu par distillation [entraînement] à la vapeur d'eau. Autrement dit, « l'huile essentielle est l'essence distillée » [36].

Mandravasarotra, Saro, huile essentielle de Saro : tous ces termes désignent, sur le marché, l'huile essentielle de *C. fragrans* à chémotype 1,8 cinéole.

1- Aspects socio-économiques

a- Mode de culture

C. fragrans n'est pas une plante cultivée : il s'agit de plants sauvages. Cependant, des projets de mise en place de nouveaux plants sont en cours de réalisation mais jusqu'à maintenant, les individus sauvages suffisent pour la production de l'huile essentielle. La récolte se fait manuellement et tout au long de l'année. Selon certains producteurs, il est préférable, pour avoir un bon rendement, de faire les récoltes pendant les périodes sèches, mais les récoltes se font en fonction des commandes c'est-à-dire presque toute l'année.

b- Production de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans*

Bien que l'utilisation de *C. fragrans* par la population malgache soit ancienne, l'utilisation de son huile essentielle est quant à elle récente (2004). Elle est produite à partir des feuilles de *C. fragrans* récoltées selon une technique qui n'affecte pas la repousse de la plante. Une bonne pratique de cueillette est ainsi respectée.

Il existe différents procédés pour l'extraction de l'huile essentielle d'une plante [15]:

- l'extraction à la vapeur d'eau : incluant l'hydro-distillation simple, la distillation à vapeur saturée et l'hydro-diffusion ;
- l'expression des épicarpes de *Citrus* ;
- l'hydro-distillation par micro-ondes sous vide.

Dans le cas de notre plante, l'huile essentielle est extraite par hydro-distillation à partir des feuilles. Ces dernières sont immergées dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs sont alors condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité.

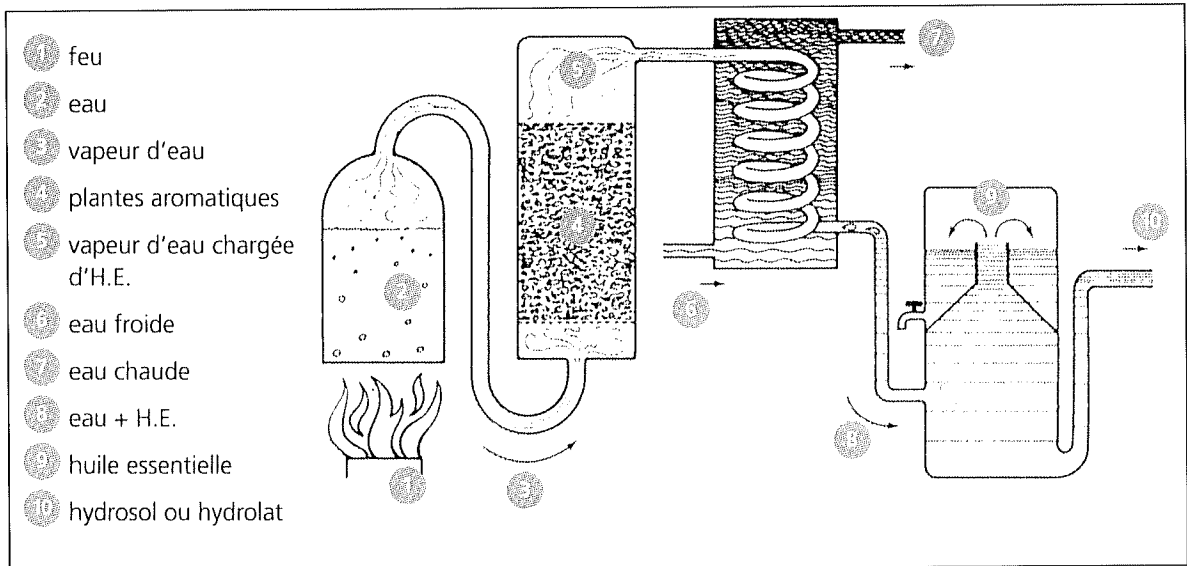


Figure 21: Méthode d'hydro-distillation (source : M. BOTINEAU – Cours de Phytothérapie 2010, d'après document Klorane)

Selon les données obtenues auprès du laboratoire AROMA FOREST [3], qui est un laboratoire intermédiaire entre des producteurs d'huile essentielle de *C. fragrans* et des acheteurs, les feuilles fraîches de *C. fragrans* sont ainsi distillées : 200 kg de feuilles permettent de produire environ 1,5 kg à 2 kg d'huile essentielle. En une journée, il est possible de faire deux distillations. Après filtration, l'huile essentielle obtenue est expédiée jusqu' à AROMA FOREST pour être analysée. La fiche de l'huile essentielle est alors établie. Cette huile est ensuite exportée là où une autre analyse chimique est réalisée selon les laboratoires acheteurs. Voici deux exemples de résultats d'analyses effectuées par deux laboratoires commerçants français :

- résultats d'une analyse réalisée par le CNRS (Centre National de Recherche Scientifique) de Solaize d'un échantillon d'huile essentielle de Saro (échantillon FCF10A410) distillée en avril 2010 et provenant directement de Madagascar pour être mise en vente sur le marché français par le laboratoire ASTERALE:

Composition	Taux	Composition	Taux	Composition	Taux
3-methyl butanal	0,02	cis para menth-2-en-1-ol	0,07	geranyl acetate	0,05
2- methyl butanal	0,008	(4 E,6 Z) allo-ocimene	0,02	alpha copaene	0,19
3- methyl butanol	0,009	trans para menth-2-en-1-ol	0,06	beta elemene	0,12
2- methyl butanol	<0,005	citronnellal	0,02	trans beta caryophyllene	1,57
cis -3- hexenol	0,006	pinocarvone	0,007	beta copaene	0,008
hexanol	<0,005	delta terpineol	0,25	trans alpha bergamotene	0,01
alpha thujene	0,53	borneol	0,008	trans beta farnesene	0,12
alpha pinene	4,84	isopinocampnone	0,01	alpha humulene	0,47
alpha fenchene	0,01	cryptone	0,009	allo-aromadendrene	0,02
camphene	0,09	para-cymene-8-ol	0,02	7αH, 10βH,cadina 1(16),4 diene	0,05
6-methyl-6-heptene-one-2	0,05	terpinene-4-ol	2,76	gamma muurolene	0,02
sabinene	7,57	myrtenal	0,01	germacrene D	0,13
beta pinene	6,74	alpha terpineol	1,83	beta selinene	0,02
myrcene	2,53	cis piperitol	0,02	valencene	0,09
alpha phellandrene	0,26	trans piperitol	0,02	bicyclogermacrene	0,02
delta-3-carene	0,01	trans carveol	0,006	alpha muurolene	0,02
alpha terpinene	1,07	nerol	0,08	(E,E) alpha farnesene	0,008
para cymene	0,50	neral	0,09	alpha bulnesene	0,02
limonene	11,93	geraniol	0,06	gamma cadinene	0,02
1,8-cincole + beta phellandrene	43,32	linalyl acetate	0,01	calamenene	0,13
cis beta ocimene	0,98	geranial	0,10	delta cadinene	0,22
trans beta ocimene	0,60	bornyl acetate	0,04	alpha elemol	0,02
gamma terpinene	1,86	delta terpenyl acetate	0,11	trans nerolidol	0,03
trans thujanol 4	0,05	exo-2-dehydroxycincole acetate	0,04	epoxy isocaryophyllene	0,01
cis linalol oxyde	0,02	acide geranique	0,19	caryophyllene oxyde	0,19
trans linalol oxyde	0,02	alpha terpenyl acetate	1,14	humulene epoxyde	0,05
terpinolene	0,48	delta elemene	0,01	epi-cubenol	0,03
linalol	5,01	neryl acetate	0,06	t-cadinol	0,01
cis thujanol 4	0,04	alpha cubebene	0,28	cubenol	0,02
				t-muurolol	0,01

Tableau 6 : Résultats d'une analyse sur l'échantillon FCF10A410 de l'huile essentielle de *Cinnamomum fragrans*

- résultats d'une analyse réalisée sur l'huile essentielle de *C. fragrans* par le laboratoire HYTECK AROMA-ZONE siégeant à Clermont-Ferrand en France et commercialisant l'huile essentielle :



 				
FICHE DE CONTRÔLE HE				
N° CONTRÔLE				
HE00627				
Référence	HEN113			
Désignation	SARO			
N° lot	LE027			
Origine	Madagascar			
Type de culture	sauvage			
Date de production	mai-09			
DLU	octobre 2013			
Date de réception	03/11/09			
Quantité reçue	60,260 Kg			
Date d'échantillonnage	26/01/10			
Méthode d'échantillon.	agitation et prélèvement bidon 1/3			
Quantité prélevée	env 10 ml			
Date de contrôle	04/02/10			
Spécifications	FS-HEN113-1			
Norme AFNOR	x			
CRITERE	METHODE	SPECIFICATION	RESULTAT	CONCLUSION
Aspect	AZ-CQ-013A	liquide mobile limpide	liquide mobile limpide	conforme
Couleur	AZ-CQ-013A	incolore à jaune pâle	incolore	conforme
Odeur	AZ-CQ-013A	verte, caractéristique du cinéole	verte, caractéristique du cinéole	conforme
Densité 20°C	AZ-CQ-002A ou Analyse fournisseur	0,890 - 0,900	0,896	conforme
eucalyptol	CPG FID/SM analysé par le laboratoire Lexva	40 - 51%	50,58%	conforme
béta-pinène	CPG FID/SM analysé par le laboratoire Lexva	5 - 10%	8,02%	conforme
alpha-pinène	CPG FID/SM analysé par le laboratoire Lexva	4 - 6 %	5,12%	conforme
sabinène	CPG FID/SM analysé par le laboratoire Lexva	5 - 9 %	8,18%	conforme
terpinèn-4-ol	CPG FID/SM analysé par le laboratoire Lexva	3 - 5 %	3,62%	conforme
limonène	CPG FID/SM analysé par le laboratoire Lexva	3 - 8 %	4,27%	conforme
Allégations	Infos fournisseur	conforme	OK	conforme
CONCLUSION CONFORME				
COMMENTAIRES				
Néant				
04/02/10 CLAIRE BERGERON				

Tableau 7: Résultats d'une analyse sur l'échantillon KE259 de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans*

L'huile essentielle de *C. fragrans* vendue sur le marché est à chémotype 1,8-cinéole (ou eucalyptol) comme nous le révèlent les résultats d'analyses. L'huile essentielle de *C. fragrans* a été mise sur le marché en 2004. Un des pionniers du commerce de cette huile est le laboratoire ASTERALE cité précédemment qui est « né de la passion des huiles essentielles et de Madagascar » [7]. Directement en relation avec des petits producteurs malgaches, ce groupe a créé une société d'exportation à Madagascar.

Il existe plusieurs sites de récolte et de distillation des feuilles de *C. fragrans* :

Noms du site	Situation géographique.
Voohemar	Nord-Est
Vohibola	Nord-Est
Mahajanga	Ouest
Anjozorobe	Centre
Befentsy	Sud-Ouest
Marovoay	Ouest
Nosy be	Nord-Ouest
Ambanja	Nord-Ouest

Tableau 8: Sites de récolte de *Cinnamosma fragrans*

La production annuelle en 2009 était de 280 kg d'huile essentielle. En 2010, elle s'élève jusqu' à 700 kg. L'huile essentielle est surtout exportée, la vente sur place ne se fait pas. L'exportation se fait dans la majeure partie en France, 95% du marché concernent les consommateurs français. L'Allemagne est le deuxième importateur après la France. Le prix au kilo de l'huile essentielle varie de 75 à 80 euros. Le commerce de l'huile essentielle est basé essentiellement sur le label du commerce équitable. La majeure partie de la production de cette huile est alors organisée par le laboratoire AROMA FOREST. Les fonds recueillis contribuent ainsi au soutien et au développement des communautés locales. Différentes structures (dispensaires, écoles, etc.) peuvent ainsi se mettre en place permettant le développement local de la région de collecte.

2- Aspects physico-chimiques

a- Propriétés organoleptiques

L'huile essentielle de *C. fragrans* à chémotype 1,8-cinéole présente les propriétés suivantes [4] [49]:

- aspect : limpide et mobile
- couleur : incolore à jaune pâle
- odeur : odeur du 1,8-cinéole très perceptible, suave.
- saveur : chaude

b- Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles sont généralement liquides à température ambiante et elles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles « fixes ». Leur densité est inférieure à celle de l'eau, à l'exception de quelques essences telles que celles de la cannelle et du girofle [15]. Ces substances sont solubles dans les solvants organiques usuels tels que l'alcool, l'éther. Elles sont très peu solubles dans l'eau et sont entraînaibles à la vapeur d'eau [15].

Les données et recherches scientifiques actuelles ne sont pas assez suffisantes et ne permettent pas encore d'établir des normes certifiées par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) concernant l'huile essentielle de *C. fragrans*. Selon RANDRIANARIVELO et al. [51], les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle des feuilles de *C. fragrans* récoltées dans deux zones géographiques différentes situées dans le Nord-Ouest de Madagascar (Tsaramandroso : 16°18' S ; 47°02'E, altitude : 600m et Mariarano : 15°41'S : 46°43'E, altitude : 7 m) sont les suivantes:

	Tsaramandroso (altitude)		Mariarano (littoral)	
	Février	Août	Février	Août
Densité	0,9386	0,9371	0,9445	0,9452
Indice de réfraction	1,4558	1,4562	1,4634	1,4638
Pouvoir rotatoire	+2,1	+2	+2	+2

Tableau 9 : Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans*

Différentes études ont révélé une variation de la densité et de l'indice de réfraction de l'huile essentielle. Ainsi, RANAIVOSOA [49] a trouvé une densité qui variait de 0,8924 à 0,9050 et un indice de réfraction variant de 1,4645 à 1,4685. Selon d'autres études, elle varie de 0,8901 à 0,9009 ou de 0,9066 +/- 0,16. Concernant l'indice de réfraction, il peut varier de 1,4685 +/- 0,004 ou de 1,4811 à 1,4815 selon les recherches effectuées par RANAIVOSOA [49] mais selon RAZANAMPARANY [54], il se situe entre 1,4691 et 1,4792. D'après ces différents résultats, nous pouvons affirmer que la densité de l'huile essentielle est inférieure à celle de l'eau.

c- Composition chimique

L'huile essentielle de *C. fragrans* est chémotypée. On parle d'huile essentielle de Saro pour une huile essentielle à chémotype 1,8-cinéole. Comme nous le montrent les résultats d'analyse vus précédemment, le taux de 1,8-cinéole est nettement supérieur aux autres composants. Cependant, des recherches ont révélé l'existence d'autres composants présents en majorité : le linalol [51], le sabinène [58] et le limonène (entre 30 et 70%) [2]. Il est nécessaire d'approfondir les recherches afin de déterminer exactement les différents

chimiotypes et de voir si cette différence chémotypique a une cause environnementale ou géographique [51].

- Huile essentielle chémotypée

- ✓ Huile essentielle à chémotype 1,8-cinéole

Le tableau 10 donne la liste des composés identifiés dans un échantillon d'huile essentielle de feuilles de *C. fragrans* récoltées à Mariarano, zone géographique située sur le littoral de Madagascar.

- ✓ Huile essentielle à linalol

Le profil chromatographique obtenu par chromatographie en phase gazeuse CPG/SM d'une autre huile essentielle, dont les feuilles ont été récoltées sur une plante située à 600 m d'altitude, à Tsaramandroso, est révélé dans le tableau 11.

- ✓ Huile essentielle à prédominance 1,8-cinéole et sabinène

Un échantillon d'huile essentielle de *C. fragrans* a montré une forte proportion en sabinène et en 1,8-cinéole, comme nous le révèle le tableau 12.

Mariarano (littoral)			
Monoterpènes (%) Total: 13,7		Monoterpènes oxygénés (%) Total: 81,1	
α-pinène	1,1	1,8-cinéole	71,6
camphène	1,2	perillène	traces
β-pinène	2,1	cis-linalol oxyde	0,1
sabinène	3,2	trans-linalol oxyde	0,1
δ-3-carène	0,5	citronellal	0,2
α-phellandrene	2,1	linalol	2,9
myrcène	1,2	camphre	0,4
pseudolimonène	0,2	acetate de bornyl	0,3
α-terpinène	0,1	myrtenal	0,2
limonène	0,6	terpinen-4-ol	2,5
β-phellandrène	0,4	(E)-2,6 dimethyl-3,7-octadien-2,6-diol	-
(Z)-β-ocimène	0,2	acétate d'α-terpenyle	0,4
(E)-β-ocimène	0,1	(Z)-2,6 dimethyl-3,7-octadien-2,6-diol	-
p-cymène	0,5	1-terpinéol	2,1
terpinolène	0,1	acétate de néryle	0,2
allo-ocimène	0,1	géraniol	0,1
		citronellol	0,1
		nerol	0,1
		isogéraniol	traces
		géraniol	0,4
Sesquiterpènes hydrocarbonés (%) Total: 2,9		Sesquiterpènes oxygénés (%) Total: 1,7	
α-cubebene	0,2	caryophyllène oxyde	0,4
α-copaène	0,2	elemol	0,1
β-cubebene	0,2	nérolidol	0,1
β-caryophyllène	0,5	γ-eudesmol torreyol	0,2
α-humulène	0,3	levomenol	0,1
germacrène-D	0,2	α-eudesmol	0,1
epi-bicyclosesquiphellandrene	0,1	β-eudesmol	0,4
δ-cadinène	0,1	driminol	0,1
cadina-1,4-diene	0,2	torreyol	0,1
cis-calamenène	0,2		
Autres (%) Total: 0,1			
6-méthyl-5-hepten-2-one	traces		
2-hexen-1-ol	0,1		

Tableau 10: Composition chimique de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* de Mariarano [51]

Tsaramandroso (altitude)			
Monoterpènes (%) Total: 1,5		Monoterpènes oxygénés (%) Total: 97,5	
α -pinène	0,1	1,8-cinéole	0,4
camphène	0,1	perillene	0,1
β -pinène	0,1	cis-linalool oxyde	0,1
sabinène	0,2	trans-linaool oxyde	0,2
δ -3-carène	0,1	citronellal	traces
α -phellandrene	traces	linalol	95,8
myrcène	0,2	camphre	traces
pseudolimonène	-	acetate de bornyl	-
α -terpinène	0,2	myrtenal	traces
limonène	0,2	terpinen-4-ol	0,3
β -phellandrène	traces	(E)-2,6 dimethyl-3,7-octadien-2,6-diol	0,1
(Z)- β -ocimène	-	acétate d' α -terpenyle	0,1
(E)- β -ocimène	-	(Z)-2,6 dimethyl-3,7-octadien-2,6-diol	traces
p-cymène	0,2	1-terpinéol	0,2
terpinolène	0,1	acétate de néryle	traces
allo-ocimène	traces	géraniol	traces
		citronellol	-
		nerol	-
		isogéraniol	-
		géraniol	traces
Sesquiterpènes hydrocarbonés (%) Total: 0,2		Sesquiterpènes oxygénés (%) Total: 0,2	
α -cubebene	traces	caryophyllene oxyde	0,1
α -copaene	-	elemol	traces
β -cubebene	traces	nérolidol	traces
β -caryophyllene	0,1	γ -eudesmol	traces
α -humulene	-	torreyol	traces
germacrene-D	-	levomenol	0,1
epi-bicyclosesquiphellandrene	traces	α -eudesmol	traces
δ -cadinene	-	β -eudesmol	traces
cadina-1,4-diene	-	driminol	-
cis-calamenene	traces		
Autres (%) Total: 0,3			
6-methyl-5-hepten-2-one	0,2		
2-hexen-1-ol	0,1		

Tableau 11: Composition chimique de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* de Tsaramandroso [51]

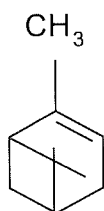
Monoterpènes (%)		Monoterpènes oxygénés (%)	
α -pinène	4	1,8-cinéole	51
camphène	<0,1	cis-linaol oxyde	<0,1
β -pinène	3,5	linalol	8,4
sabinène	10,6	terpinen-4-ol	3,8
δ -3-carène	<0,1	acétate d' α -terpenyle	1
myrcène	2,1	α -terpinéol	4,8
α -terpinène	0,6	géraniol	0,3
(Z)- β -ocimène	0,5	nerol	<0,1
p-cymène	1,8		
Sesquiterpènes hydrocarbonés (%)		Sesquiterpènes oxygénés (%)	
α -cubebene	0,3	caryophyllene oxyde	0,6
α -copaene	0,1		
α -humulene	0,2		
δ -cadinene	<0,1		
cis-calamenene	<0,1		

Tableau 12: Composition chimique d'un échantillon d'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* [58]

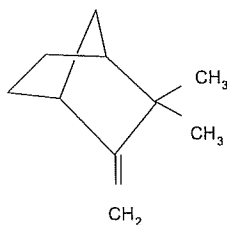
- Principaux constituants

D'après les résultats des chromatogrammes, les principaux composants de l'huile essentielle de *C. fragrans* sont majoritairement des monoterpènes oxygénés [2] [51].

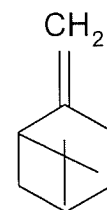
Monoterpènes non oxygénés : les plus importants de cette série sont les suivants :



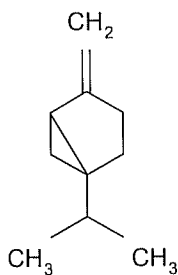
α -pinène



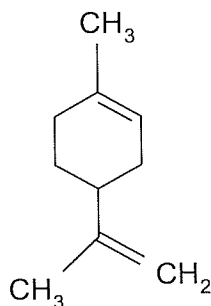
camphène



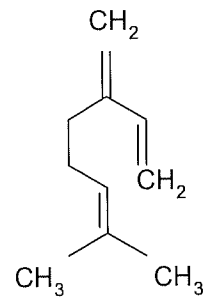
β - pinène



sabinène

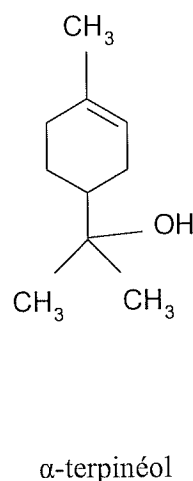
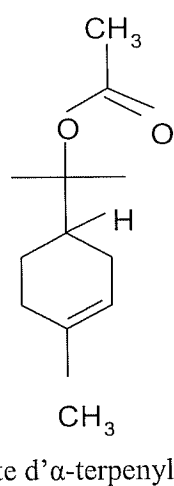
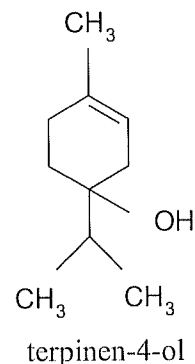
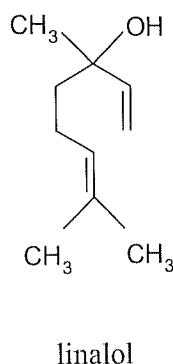
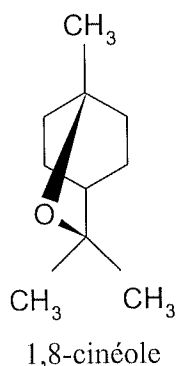


limonène



myrcène

Monoterpènes oxygénés :



• Particularités

La particularité de l'huile essentielle de *C. fragrans* est sa composition. Elle renferme les composés fondamentaux retrouvés dans l'huile essentielle de *Laurus nobilis* (laurier commun), de plusieurs espèces d'*Eucalyptus*, de *Melaleuca alternifolia* (tea tree), de *Melaleuca quinquenervia* (niaouli) et de *Cinnamomum camphora* de Madagascar (ravintsara) à chémotype 1,8-cinéole [2]. En effet:

- l'huile essentielle du laurier commun ou laurier-sauce (*Laurus nobilis*) est constituée majoritairement de cinéole (25-60%) mais la composition varie largement selon l'origine géographique [15];
- l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus polybractea* et d'*Eucalyptus smithii* renferme en très grande partie du 1,8 cinéole (ou eucalyptol), jusqu'à 70 à 80 %. Les autres constituants sont majoritairement terpéniques. Le profil chromatographique de l'huile essentielle se rapproche de celui de *C. fragrans* [15]:

Composés	Taux (%)
1,8-cinéole	≥ 70 %
α-pinène	traces - 9%
β-pinène	< 1,5%
α-phellandrène	< 1,5%
limonène	(traces - 12%)
camphre	< 0,1%

Tableau 13: Profil chromatographique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* [15]

- les constituants majoritaires de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* (tea tree) sont généralement le terpinén-4-ol et des carbures (terpinènes) ; certains chimiotypes fournissent une huile essentielle dont la concentration en cinéole peut atteindre 60%. Son profil chromatographique est le suivant [15]:

Composés	Taux (%)
α-pinène	1-6%
sabinène	<3,5 %
α-terpinène	5-13%
limonène	0,5-4%
cinéole	<15%
γ-terpinène	10-28%
p-cymène	0,5-12%
terpinolène	1,5-5%
terpinén-4-ol	>30%
aromadendrène	<7%
α-terpinéol	1,5-8%

Tableau 14: Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* [15]

- l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles de *Melaleuca quinquenervia* (niaouli) contient majoritairement du cinéole mais il existe plusieurs chimiotypes comme cela a été montré dans le cas des arbres malgaches : types nérolidol, viridiflorol et cinéole/viridiflorol. Le niaouli rentre dans la composition de plusieurs spécialités pharmaceutiques (EUVANOL®, COQUELUSEDAL®, BALSOLENE®, etc...) apportant ses propriétés antiseptiques et décongestionnantes sur les voies respiratoires.

- l'huile essentielle des feuilles de *Cinnamomum camphora* de Madagascar, plus connu sous le nom de Camphrier ou de « ravintsara » est également à chémotype 1,8-cinéole [9]. La précision de l'origine géographique est importante car *Cinnamomum camphora* de Chine ou du Japon contient plus de 50% de camphre et peu ou pas de 1,8-cinéole tandis que celui originaire de Madagascar renferme près de 50% de 1,8-cinéole et environ 3% de camphre [2]. Le ravintsara (*Cinnamomum camphora* de Madagascar) a souvent été confondu avec le

ravensara (*Ravensara aromatica*) du fait d'une mauvaise traduction du nom malgache. Ravintsara provient du malgache « la bonne plante » [10]. Ces deux arbres (*Cinnamomum camphora* de Madagascar et *Ravensara aromatica*) appartenant à la famille des Lauracées donnent des huiles essentielles à chémotypes différents [34]. Autrefois, sous l'appellation *Ravensara aromatica* se cachait le vrai nom scientifique *Cinnamomum camphora*. L'huile essentielle extraite des feuilles de ravintsara est commercialisée en France. Cette dernière est chimiquement très proche de celle de *C. fragrans*. L'huile est riche en 1,8-cinéole et peut renfermer une forte proportion de sabinène et d' α -terpinéol [9]. L'huile essentielle de ravintsara est considérée comme antivirale, antimicrobienne et immunostimulante et neurotonique [9] [32].

Composés	Taux (%)
α -pinène	3,9-5
α -thujène	-
camphène	0,1-0,2
β -pinène	2,7-4,7
δ -3-carene	-
myrcène	12-15
α -terpinène	0,4-1
limonène	0,6-0,9
β -phellandrène	-
1,8-cinéole	53-68
cis- β -ocimène	-
γ -terpinène	0,7-1,8
trans- β -ocimène	0,3-0,5
<i>p</i> -cymène	0,2-0,3
terpinolène	0,1-0,4
β -cubebene	-
elemène	-
α -cubebene	-
α -copaène	-
linalol	-
fenchol	-
β -caryophyllène	traces-0,6
terpinen-4-ol	-
méthyl chavicol	-
iso-ledène	-
γ -cadinène	-

Tableau 15: Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* de Madagascar (ravintsara) [9]

Produite par le laboratoire pharmaceutique ARKOPHARMA plus connu en pharmacie par ses produits « Arkogélules » à base de plantes, l'huile essentielle de ravintsara s'emploie dans les pathologies ORL, les affections virales et broncho-pulmonaires ainsi que les fatigues nerveuses [1]. Cette huile essentielle est empiriquement connue pour avoir des propriétés antivirales et immunostimulantes [10]. Le ravintsara peut être conseillé dans le traitement du rhume. En massage sur le dos et le thorax six fois par jour pendant trois jours, le mélange suivant peut être utilisé : 2 gouttes d'huile essentielle de *Laurus nobilis*, 2 gouttes d'huile essentielle de *Eucalyptus radiata*, 2 gouttes d'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* à chémotype 1,8-cinéole (ravintsara) et 6 gouttes d'huile végétale de calophylle [32]. Dans le traitement des déséquilibres émotionnels, la formule suivante constitue une thérapie adjuvante voire une alternative au traitement médicamenteux : 2 ml d'huile essentielle de verveine, 5 ml d'huile essentielle de ravintsara, 5 ml d'huile essentielle de citron, 3 ml d'huile essentielle de menthe poivrée, 5 ml d'huile essentielle d'encens et 10 ml d'huile essentielle de pin sylvestre que l'on diffuse pendant environ 30 minutes matin et soir dans les pièces à vivre pendant 3 semaines [33].

3- Propriétés pharmacologiques

Comme la majorité des huiles essentielles à 1,8-cinéole, l'huile essentielle de *C. fragrans* possède des propriétés anti-microbiennes.

D'après MAILHEBIAU [36], la composition des huiles essentielles donne une vue générale des propriétés que peuvent en avoir certaines :

- les hydrocarbures monoterpéniques sont de très bons antiseptiques par diffusion mais peu microbicides par contact ;
- les hydrocarbures sesquiterpéniques sont légèrement hypotenseurs, calmants et anti-inflammatoires ;
- les alcools monoterpéniques (linalol, géraniol, nérol, α -terpinéol, terpinène-4-ol,...) sont anti-infectieux (bactéricides, fongicides et virucides) et sont également des stimulants et d'excellents toniques généraux, plus spécifiquement neurotoniques ;
- les phénols sont des composés fortement anti-infectieux et sont également immunostimulants ;
- les alcools sesquiterpéniques (nérolidol,...) sont de bons toniques et stimulants généraux mais ils sont peu anti-infectieux. Ils sont surtout immunostimulants ;
- les esters (acétate d' α -terpényle,...) sont principalement anti-spasmodiques. Ce sont à la fois des calmants et des toniques. Ils décongestionnent en cas de réactions inflammatoires ;
- les oxydes divers comme le 1,8-cinéole ont des propriétés décongestionnantes au niveau broncho-pulmonaire. Ils sont mucolytiques et expectorants.

De la même façon, les constituants de l'huile essentielle de *C. fragrans* permettent de déduire ses propriétés pharmacologiques:

Constituants	Propriétés
Monoterpènes : α -pinène, sabinène, β -pinène	- expectorante - mucolytique
Monoterpènes oxygénés : 1,8-cinéole	- antimicrobienne - mucolytique - décongestionnante - analeptique respiratoire
Autres monoterpènes oxygénés : - α -terpinéol, terpinène-4-ol, linalol - acétate d' α -terpényle	- antivirale - anti-inflammatoire - anti-spasmodique musculotrope et neurotrope

Tableau 16: Propriétés pharmacologiques du *Cinnamosma fragrans* [2]

Plusieurs chercheurs se sont récemment penchés sur l'étude de l'huile essentielle de *C. fragrans* à chémotype 1,8- cinéole. Une étude portant sur la recherche de la composition chimique et la comparaison de l'huile essentielle de *C. fragrans* à ses constituants majoritaires a été menée par RANDRIANARIVELO et al. [51]. Ces constituants majoritaires sont le linalol et le 1,8-cinéole, composés connus pour leurs propriétés antimicrobiennes. Le linalol est le constituant majeur de l'un des deux échantillons d'huile essentielle testés, échantillon appelé B8, obtenu à partir de feuilles de *C. fragrans* récoltées dans la région de Tsaramandroso (altitude). L'autre échantillon, l'échantillon B143 est riche en 1,8-cinéole. Cet échantillon a été obtenu à partir des feuilles de *C. fragrans* récoltées dans la région de Mariarano (littoral). L'activité antimicrobienne a été évaluée par la méthode de l'antibiogramme, plus précisément la méthode des dilutions en milieu liquide. La méthode des dilutions en milieu liquide est une technique qui a pour but de déterminer la CMI (Concentration Minimale Inhibitrice). La CMI est la plus faible concentration d'un antibiotique donné capable d'inhiber, dans un milieu et à des conditions déterminées, toute croissance visible d'une bactérie donnée. A partir de cette CMI, la CMB (Concentration Minimale Bactéricide) est également recherchée. La CMB est la plus faible concentration d'antibiotique qui ne laisse survivre qu'un nombre inférieur ou égal à 10^4 bactéries de l'inoculum, après incubation de la culture pendant un temps et une température donnés [21]. La CMI caractérise donc l'effet bactériostatique d'un antibiotique et la CMB la concentration bactéricide.

Le tableau 17 montre les résultats obtenus :

	Linalol		1,8-cinéole		B8 (95,8% de linalol)		B143 (71,6% de 1,8-cinéole)	
	CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
	mg/ml		mg/ml		mg/ml		mg/ml	
Gram +								
<i>Micrococcus luteus</i>	5,88	11,75	11,75	11,75	5,88	5,88	11,75	11,75
<i>Bacillus subtilis</i>	0,18	0,18	0,37	0,73	0,18	0,18	0,37	0,73
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,18	0,18	0,37	0,73	0,18	0,18	0,37	0,73
Gram -								
<i>Salmonella thyphimurium</i>	2,93	5,88	11,75	11,75	5,88	5,88	2,93	5,88
<i>Escherichia coli</i>	1,47	1,47	2,93	2,93	1,47	2,93	1,47	1,47
<i>Vibrio fisheri</i>	0,73	1,47	1,47	1,47	0,73	0,73	0,73	0,73
<i>Vibrio anguillarum</i>	1,47	2,93	2,93	2,93	1,47	1,47	1,47	1,47
<i>Vibrio harveyi</i>	1,47	2,93	2,93	2,93	1,47	1,47	1,47	1,47
<i>Vibrio alginolyticus</i>	1,47	1,47	5,88	5,88	2,93	2,93	1,47	1,47
Champignons								
<i>Fusarium oxysporum</i>	2,93	Non déterminé	2,93	Non déterminé	5,88	Non déterminé	5,88	Non déterminé

Tableau 17: Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* provenant de Tsaramandroso (altitude ; échantillon B8 ; chémotype linalol), de Mariarano (littoral ; échantillon B143 ; chémotype 1,8-cinéole) et de leur constituant majeur respectif, linalol et 1,8-cinéole [51]

Les résultats obtenus révèlent que les valeurs des CMI et des CMB de chaque échantillon (B8 et B143) sont les mêmes sauf, pour les valeurs de la CMI et la CMB concernant *E. coli* pour B8 et *S. thyphimurium*, *B. subtilis*, *S. aureus* pour B143 pour lesquelles les CMB sont plus élevées. Les CMI de B8 et B143 obtenues à partir de *B. subtilis* et *S. aureus* sont les plus basses. Ces deux germes sont donc les plus sensibles parmi ceux utilisés pour l'étude. Par contre, *M. luteus* est la plus résistante concernant l'échantillon d'huile essentielle B143 car la CMI et la CMB sont les plus élevées. Il en est de même pour B8, mais s'ajoute au *M. luteus* le germe *S. thyphimurium*. Ces deux dernières souches, *M. luteus* et *S. thyphimurium* sont donc résistantes à l'échantillon B8. Globalement, les valeurs des CMI des deux échantillons d'huile essentielle contre les bactéries gram positif sont similaires aux valeurs des CMI obtenues à partir de leur constituant majeur pur, le linalol et le 1,8-cinéole. Les CMI de B143 (chémotype 1,8-cinéole) obtenues à partir des germes gram

négatif sont inférieures aux CMI obtenues avec le 1,8-cinéole pur. L'activité antimicrobienne de l'échantillon B143 est donc supérieure à celle obtenue avec le composé pur, le 1,8-cinéole. Cependant, l'échantillon B8 (chénotype linalol) a des CMI supérieures à celles obtenues avec le linalol pur pour les tests réalisés avec les bactéries gram négatif *S. thyphymurium* et *V. alginolyticus*. Par contre, les valeurs de la CMI sont similaires pour les autres germes à gram négatif ce qui suppose une activité antibactérienne similaire à celle du composé pur. Les deux échantillons révèlent des CMI supérieures aux CMI obtenues à partir des composés purs, linalol et 1,8-cinéole concernant le champignon *Fusarium oxysporum* Schlechtendel, ce qui suppose que l'activité antifongique est supérieure pour les composés purs. Il a cependant été décrit dans la littérature que l'activité inhibitrice d'une huile essentielle résultait d'interactions complexes entre ses différents constituants, ce qui engendrerait un effet soit additif, soit synergique, soit antagoniste entre ces constituants. Les chercheurs ont conclu que malgré la présence d'éventuels effets synergiques et antagonistes qui peuvent se produire dans les échantillons d'huile essentielle contre les gram négatifs et *F. oxysporum*, l'huile essentielle de *C. fragrans* peut se révéler être un agent antibactérien et antifongique potentiellement utile.

Une recherche, menée par la biologiste DE BILLERBECK [20] a comparé 40 huiles essentielles différentes y compris l'huile essentielle de *C. fragrans* sur des souches hospitalières souvent responsables d'infections nosocomiales. Les infections nosocomiales sont des infections se développant en milieu hospitalier, apparaissant à plus de 48 heures après l'admission [30]. Le travail avait pour objectif de faire un « screening » de l'activité antimicrobienne de ces huiles dans le dessein de pouvoir formuler des préparations à base d'huiles essentielles pour l'assainissement de l'air en milieu hospitalier. En effet, des chercheurs anglais ont par exemple récemment testé pendant neuf mois l'effet des huiles essentielles sur les bactéries responsables d'infections nosocomiales à l'unité des grands brûlés de l'hôpital de Wythenshawe en Angleterre. Une diminution de 90% du nombre de bactéries dans l'air et une diminution des infections nosocomiales ont été observées dans deux chambres où un diffuseur a été installé [20]. Dans cette étude, les souches bactériennes testées sont le *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (encore appelé SARM) et le *Pseudomonas aeruginosa*. Le SARM est un agent majeur d'infections nosocomiales. Le *Pseudomonas aeruginosa* et l'*Escherichia coli* font aussi partie des germes le plus souvent incriminés dans l'apparition de ces infections [23]. Le tableau 18 montre quelques caractéristiques des germes étudiés.

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Description	<ul style="list-style-type: none"> - Cocci gram positif (+) - Anaérobies - Production d'un pigment doré - Immobile 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacille gram négatif (-) - Aérobie stricte - Mobile par un flagelle polaire - Température optimale de croissance : 30°C
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> - Germe ubiquitaire : sol et eau - Commensale de la peau et des muqueuses de l'homme : oropharynx, fosses nasales, selles, périnée, aisselles - En milieu hospitalier, un malade peut développer une infection à partir de sa propre flore ou être contaminé par transmission manuportée à l'occasion des soins. - Aliment conservé à température ambiante 	<ul style="list-style-type: none"> - Répandu dans la nature : vit dans l'eau et sur le sol. - Environnement hospitalier surtout dans les endroits humides : siphons de lavabos, savons liquides, solutions d'antiseptiques, humidificateurs. - Fait partie de la flore de transit de l'homme : il est retrouvé dans le tube digestif et rarement dans la salive
Pouvoir pathogène	<ul style="list-style-type: none"> - Suppurations localisées : infections cutanées, ORL (oto-rhino-laryngologie), osseuses, viscérales. - Septicémies et endocardites - Manifestations digestives : toxi-infections alimentaires, entérocoliques staphylococciques - Syndrome de choc septique 	<ul style="list-style-type: none"> - Bactérie pathogène opportuniste - Infections des malades recevant un traitement immunosuppresseur ou ayant une maladie sous-jacente (cancer, hémopathie). Taux de mortalité très élevé chez ces sujets - Portes d'entrée : plaies opératoires, voies urinaires, voies respiratoires - Folliculites, otites acquises, infections oculaires après traumatisme, ostéomyélite chez l'enfant, endocardites chez les drogués.

Tableau 18: Caractéristiques bactériologiques et pathogéniques du *Staphylococcus aureus* et du *Pseudomonas aeruginosa* [23]

La méthode utilisée est celle de l'aromatogramme. Il s'agit d'une méthode qui a été inspirée de l'antibiogramme en milieu solide. L'antibiogramme permet d'évaluer la sensibilité d'une bactérie pathogène vis-à-vis d'antibiotiques choisis [21]. Dans un aromatoigramme, un disque imprégné d'huile essentielle est déposé sur une gélose dans laquelle a été ensemencée une suspension de bactéries. Après incubation, un halo clair se forme autour du disque, ce halo est appelé « diamètre d'inhibition » : il s'agit de la zone d'inhibition de croissance des bactéries. On apprécie ainsi la sensibilité ou la résistance de la bactérie en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition [16]. La souche bactérienne est sensible lorsqu'on ne constate aucune zone d'inhibition de croissance.

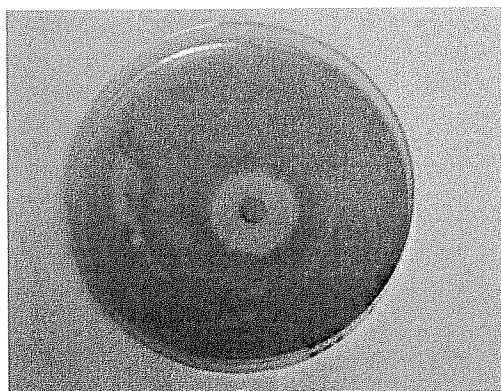


Illustration 8: Aromatogramme [20]

Les profils de l'antibiogramme réalisé sur les souches testées sont les suivants :

VA	FOS	FA	RA	SXT	PEF	TEC	PB	L	PT	SP	E	FT	K	TM	GM
S	S	S	S	S	I	S	R	S	S	S	R	S	R	R	S

Tableau 19: Antibiogramme réalisé sur la souche hospitalière de *Staphylococcus aureus* [20]

VA : Vancomycine
 FOS : fosfomycine
 FA : Acide fusidique
 RA : Rifampicine
 SXT : Sefotaxi
 PEF : Pefloxacin
 TEC : teicoplanine
 PB : Polymixine

L : Lincomycine
 PT : Pristinamycine
 SP: Spiramycine
 E: Erythromycine
 FT: Furanes
 K: Kanamycine
 TM : Tobramycine
 GM : Gentamycine

R: Résistant

S : Sensible

TIC	PIP	TCC	CTX	TZP	FEP	CAZ	ATM	IPM	CS	CIP	AN	TM	GM	K
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	I	R	I	R	R

Tableau 20: Antibiogramme réalisé sur la souche hospitalière de *Pseudomonas aeruginosa* [20]

TIC:	ticarcilline	IPM:	Imipenem
PIP:	Pipéracilline	CS:	Colistine
TCC:	Ticarcilline + Acide clavulanique	CIP:	Ciprofloxacine
CTX:	Cefotaxime	AN:	Acide nalidixique
TZP:	Pipéracilline + Tazobactam	TM :	Tobramycine
FEP:	Cefepime	GM :	Gentamycine
CAZ:	Ceftazidine	K :	Kanamycine
ATM:	Aztreonam		

R : Résistant

S : Sensible

Les 40 huiles essentielles testées sont regroupées dans le tableau 21. Les critères employés pour l'interprétation des résultats sont les suivants (D est le diamètre d'inhibition):

- la souche est sensible si : $D > 13$ mm
- la souche est résistante à l'huile essentielle si : $D < 6$ mm
- la souche est dite intermédiaire si : $6 \text{ mm} \leq D \leq 13$ mm.

Les résultats, résumés dans le tableau 22 montrent que *Staphylococcus aureus*, sensible à la plupart des antibiotiques testés, reste sensible à la majorité des huiles essentielles utilisées et ne manifeste aucune résistance. En effet, l'aromatogramme montre que 35 huiles essentielles révèlent une activité de niveau sensible et les 5 autres c'est-à-dire l'huile essentielle de citronnelle, citron (zeste), de palmarosa, d'eucalyptus citronné et de mandravasarotra (*C. fragrans*) montrent une activité intermédiaire. *Pseudomonas aeruginosa*, résistant à la majorité des antibiotiques testés, est résistant à 20 huiles essentielles ; 10 huiles essentielles révèlent une activité intermédiaire. Seules 10 huiles essentielles dont l'huile essentielle de niaouli, de cannelle de Chine, d'eucalyptus citronné et mentholé, de géranium bourbon, de girofle, de mandravasarotra, de sauge à petites feuilles, de cataire et de sariette inhibent la croissance de cette bactérie donnant ainsi un diamètre d'inhibition supérieur à 13 mm.

Nom latin	Nom usuel	Origine
<i>Carum copticum</i>	Ajowan	Inde
<i>Cinnamomum cassia</i>	Cannelle de Chine	Chine
<i>Cinnamomum camphora</i>	Ravintsara	Madagascar
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Cannelle de Ceylan	Madagascar
<i>Cinnamosma fragrans</i>	Mandravasarotra	Madagascar
<i>Citrus aurantium</i>	Petit grain bigarade	Paraguay
<i>Citrus bergamia</i>	Bergamote	Côte d'Ivoire
<i>Citrus limonum</i>	Citron jaune	Brésil
<i>Corydothymus capitatus</i>	Origan d'Espagne	Espagne
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cyprès toujours vert	Maroc
<i>Cymbopogon citratus</i>	Lemongrass	Guatemala
<i>Cymbopogon martinii</i>	Palmarosa	Inde
<i>Cymbopogon nardus</i>	Citronnelle de Ceylan	Ceylan
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalyptus citronné	Vietnam
<i>Eucalyptus divers</i>	Eucalyptus mentholé	Australie
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalyptus globuleux	Chine
<i>Eucalyptus radiata</i>	Eucalyptus radié	Australie
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Girofle	Madagascar
<i>Helichrysum gymnocephallum</i>	Hélichryse à capitules nus	Madagascar
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavande vraie	France
<i>Leptospermum petersonii</i>	Leptosperme citronné	Australie
<i>Lippia citriodora</i>	Verveine citronné	Maroc
<i>Litsea citrata</i>	Litsée	Vietnam
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Tea tree	Australie
<i>Melaleuca cajeputii</i>	Cajeput	Vietnam
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Niaouli	Madagascar
<i>Mentha piperita</i>	Menthe poivrée	France
<i>Nepeta cataria</i>	Cataire citronnée	France
<i>Pelargonium asperum</i>	Géranium rosa (Bourbon)	La Réunion
<i>Pinus pinaster</i>	Térébenthine	Portugal
<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre	Autriche
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin officinal	France
<i>Salvia lavandulaefolia</i>	Sauge d'Espagne	Espagne
<i>Salvia officinalis</i>	Sauge à petites feuilles	France
<i>Santalum album</i>	Santal blanc	Inde
<i>Satureja montana</i>	Sariette des montagnes	France
<i>Thymus satureioides</i>	Thym à bornéol	Maroc
<i>Thymus serpyllum</i>	Serpolet	Albanie
<i>Thymus vulgaris</i>	Thym à géranjol	France
<i>Thymus vulgaris</i>	Thym à carvacrol	France

Tableau 21 : Huiles essentielles testées sur les germes *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* [20]

Huile essentielle	Souches	
	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
	Diamètre d'inhibition (mm)	
Ajowan	> 40	10
Cannelle de Chine	36	15
Ravintsara	20	< 6
Cannelle de Ceylan	20	8
Mandravasarotra	10	15
Petit grain bigarade	20	< 6
Bergamote	30	< 6
Citron jaune	12	< 6
Origan d'Espagne	30	10
Cyprès toujours vert	15	< 6
Lemongrass	> 40	< 6
Palmarosa	12	< 6
Citronnelle de Ceylan	10	< 6
Eucalyptus citronné	9	20
Eucalyptus mentholé	> 40	20
Eucalyptus globuleux	> 40	< 6
Eucalyptus radié	> 40	< 6
Girofle	30	25
Hélichryse à capitules nus	30	12
Lavande vraie	35	< 6
Leptosperme citronné	> 40	< 6
Verveine citronnée	> 40	< 6
Litsée	> 40	< 6
Tea tree	28	< 6
Cajepout	> 40	< 6
Niaouli	> 40	15
Menthe poivrée	> 40	10
Cataire citronnée	35	15
Géranium rosa (Bourbon)	30	15
Térébenthine	18	10
Pin sylvestre	30	< 6
Romarin officinal	30	< 6
Sauge d'Espagne	35	< 6
Sauge à petites feuilles	35	15
Santal blanc	20	10
Sariette des montagnes	> 40	15
Thym à bornéol	40	10
Serpolet	35	< 6
Thym à géraniol	30	10
Thym à carvacrol	30	10

Tableau 22: Diamètre d'inhibition des aromatoigrammes [20]

Les résultats de cette étude ont montré que l'huile essentielle de *C. fragrans* fait partie des huiles capables d'inhiber des souches bactériennes de *Satphylococcus aureus* et de *Pseudomonas aerugiona* d'origine hospitalière, souches le plus souvent résistantes aux antibiotiques. Les résultats montrent également l'intérêt d'une synergie d'huiles essentielles afin d'augmenter leur spectre d'activité antibactérienne.

Les propriétés antivirales et antibactériennes de l'huile essentielle de *C. fragrans* ont également été testées sur la culture de *Penaeus monodon*. Il s'agit de crevettes de grosse taille cultivées par la société OSO FARMING située dans le Nord Ouest de Madagascar. Deux études différentes ont été menées par RANDRIANARIVELO et al. [52] et SARTER et al. [56]. Ces études ont montré que l'utilisation de l'huile essentielle de *C. fragrans* et de l'érythromycine dans l'eau d'élevage des larves de *Penaeus monodon* inhibait la croissance bactérienne et augmentait ainsi le taux de survie de celles-ci. La majorité des bactéries concernées appartient surtout au genre *Vibrio* dont certaines espèces comme *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio alginolyticus* qui sont pathogènes pour l'homme sont souvent retrouvées chez les poissons ou dans leur environnement. Deux chémotypes de l'huile essentielle ont été testés : linalol et 1,8-cinéole. Les CMI des échantillons d'huile essentielle ont été auparavant déterminées avant d'effectuer les tests. Cette détermination des CMI a été réalisée sur différentes bactéries isolées du *Penaeus monodon* ainsi que sur deux souches de référence *Vibrio penaeicidae* et *Vibrio splendidus*. Parmi les différentes conditions de cultures testées, on retrouve :

- contrôle A : milieu de culture non traité ni par l'huile essentielle ni par l'érythromycine)

- B8 : milieu de culture des larves de *Penaeus monodon* traitée par l'huile essentielle B8 à linalol

- B143 : milieu de culture des larves de *Penaeus monodon* traité par l'huile essentielle B143 à 1,8-cinéole

- E : milieu de culture des larves de *Penaeus monodon* traité par l'érythromycine.

Les résultats ont montré qu'il existait, pour chaque traitement, une corrélation significative entre la concentration en bactéries et les échantillons de larves. La concentration des bactéries dans les milieux de culture traités par l'huile essentielle B8 à linalol, par l'huile essentielle B143 à 1,8-cinéole et par l'érythromycine est significativement abaissée par rapport à la concentration bactérienne trouvée dans le milieu de contrôle A comme nous le montrent les figures suivantes :

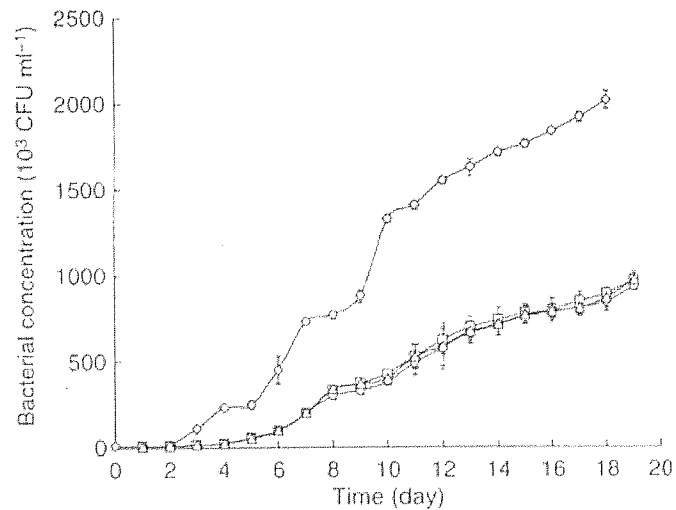


Figure 22: Evolution de la concentration totale en bactéries (CFU ml⁻¹) sur 18 jours de culture larvaire de *Penaeus monodon* pour le contrôle A et pour les essais utilisant l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* (B8 et B143) et l'érythromycine (E). Les valeurs correspondent à la moyenne de 4 essais. (—◇—) : Contrôle A (—□—) : B 143 (—○—) : B8 (—△—) : E [52]

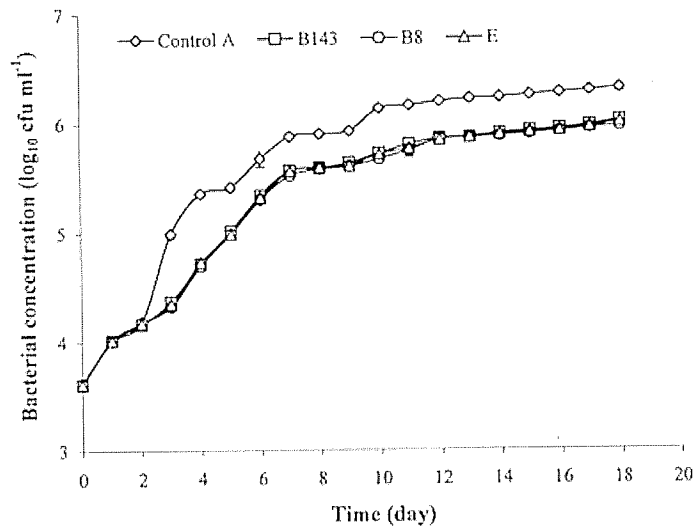


Figure 23: Evolution de la concentration bactérienne totale de l'eau d'élevage (log₁₀ CFU ml⁻¹) sur 18 jours de culture larvaire de *Penaeus monodon* pour le contrôle A et pour les essais utilisant les huiles essentielles de *Cinnamosma fragrans* (B8 et B143) et l'érythromycine (E) [56]

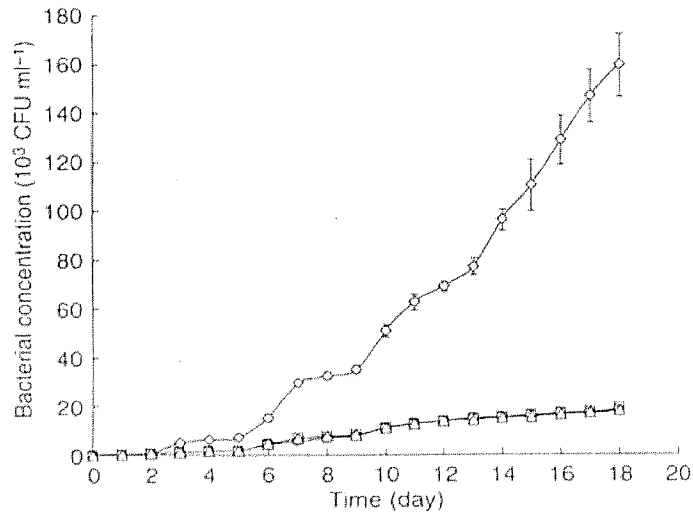


Figure 24: Evolution de la concentration du *Vibrio* (CFU ml⁻¹) sur 18 jours de culture larvaire de *Penaeus monodon* pour le contrôle A et pour les essais utilisant l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* (B8 et B143) et l'érythromycine (E). Les valeurs correspondent aux moyennes de 4 essais. (—○—) : Contrôle A (—□—) : B 143 (—◇—) : B8 (—△—) : E [52]

Les résultats obtenus avec les milieux traités par B8, B143 et l'érythromycine montrent que la concentration des bactéries est très proche dans les trois cas ; il n'y a pas de différence significative. De plus, le taux de survie des larves de *Penaeus monodon* est très élevé dans ces trois cas par rapport au taux retrouvé dans le milieu de contrôle A.

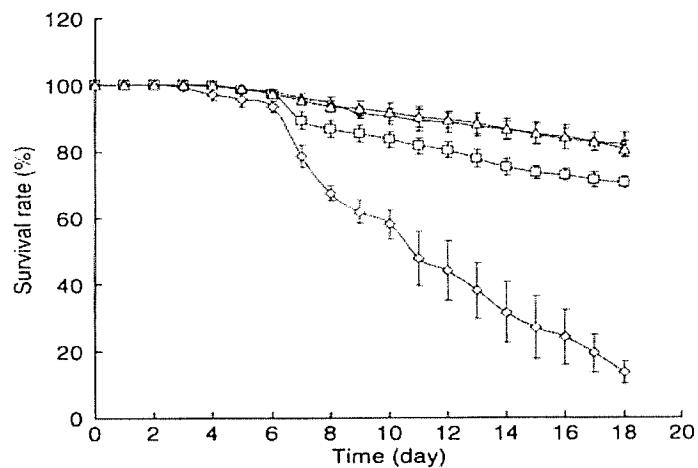


Figure 25: Evolution du taux de survie (%) de *Penaeus monodon* sur 18 jours de culture pour le contrôle A et pour les essais utilisant l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* (B8 et B143) et l'érythromycine (E). Les valeurs correspondent à la moyenne de 4 essais. (—○—) : Contrôle A (—□—) : B 143 (—◇—) : B8 (—△—) : E [52]

L'étude menée par SARTER [56] a montré que l'utilisation du tween 80, produit chimique qui permet une plus grande solubilisation de l'huile essentielle dans les eaux de culture de *Penaeus monodon* n'a pas d'incidence sur l'effet antibactérien de l'huile essentielle.

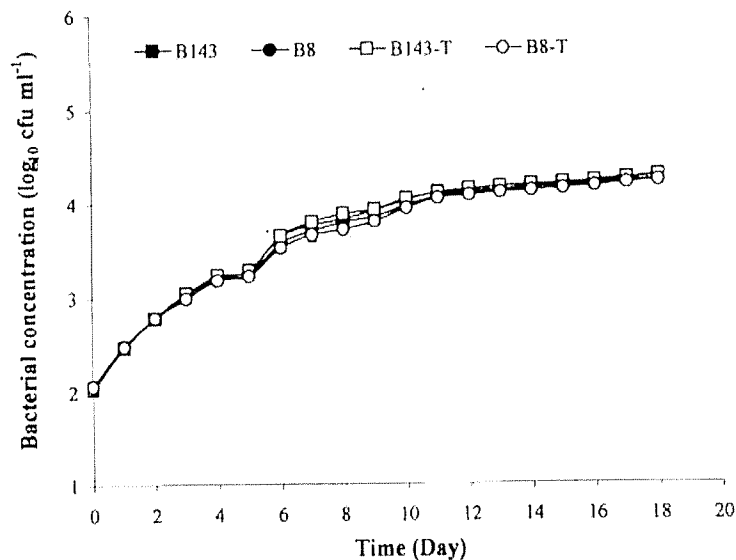


Figure 26: Evolution de la concentration du *Vibrio* dans l'eau d'élevage de culture larvaire de *Penaeus monodon* pour les essais utilisant l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* avec le tween 80 (B8-T et B143-T) et sans le tween 80 (B8 et B143). Il n'y a pas de différence significative entre B8/B8-T et B143/B143-T. Les valeurs correspondent à la moyenne de 4 essais [56]

D'après ces études, le pouvoir de l'huile essentielle de *C. fragrans* d'inhiber la croissance bactérienne dans l'eau de culture des larves de *Penaeus monodon* fait ainsi de cette huile essentielle une alternative de référence pour les producteurs puisque celle-ci peut diminuer les risques de vibrioses dues à l'espèce *Vibrio* principalement et majoritairement retrouvées dans la culture de *Penaeus monodon*. Il est question ici d'alternative car il a été montré que l'utilisation massive d'antibiotiques a entraîné des résistances bactériennes [56]. L'utilisation d'une huile essentielle dans les eaux de culture est une méthode assez innovante puisque des méthodes par ingestion d'extraits de plantes par bioencapsulation (remplaçant les traitements médicamenteux) ou par mélange dans les aliments ont déjà été entreprises [52] [56].

En conclusion, les sesquiterpènes à squelette drimane font partie des composés majeurs présents dans *C. fragrans*. Parmi ces molécules, citons le cinnamosmolide ainsi que le cinnamodial, cytotoxique et responsable de l'âcreté de l'écorce de *C. fragrans*. Les résultats de certaines recherches ont permis de définir ces composés en tant que vanilloïde comme la capsaïcine, molécule ayant un effet antalgique par action sur les récepteurs vanilloïdes. Les cinnafagrins A-C, le δ -tocotrienol, le capsicodendron et le cinnamodial pourraient jouer un

rôle majeur dans les utilisations traditionnelles de *C. fragrans* mais aucune donnée scientifique ne conforte encore cette affirmation. L'huile essentielle de *C. fragrans*, extraite des feuilles, est appelée huile essentielle de Saro lorsque celle-ci est à chémotype 1,8-cinéole. Sa composition chimique est comparable à celle de l'huile essentielle de plusieurs plantes connues comme le niaouli, le tea-tree ou certaines espèces d'eucalyptus. L'huile essentielle de *C. fragrans*, expectorante, mucolytique et décongestionnante, possède des propriétés antimicrobiennes et antivirales. Par la méthode de l'aromatogramme, les résultats de certaines recherches ont montré que des souches hospitalières comme le *Staphylococcus aureus* appelé SARM ou le *Pseudomonas aeruginosa* résistantes à certains antibiotiques sont sensibles à cette huile. Les résultats des recherches sur l'action antivirale, notamment contre les *Vibrio*, testée dans l'industrie alimentaire, ont montré une augmentation du taux de survie de larves de *Penaeus monodon*, une crevette d'élevage destinée à la consommation humaine.

Conclusion

Madagascar constitue une ressource naturelle de plantes médicinales. *C. fragrans*, faisant partie de ces plantes, a suscité depuis plusieurs années, différentes études visant à mieux connaître et cerner ses différentes propriétés chimiques, pharmacologiques et thérapeutiques. Faisant partie des plantes dont le nom vernaculaire est « Mandravasarotra », terme qui regroupe les plantes utilisées comme antidote, *C. fragrans* est considéré comme une plante aux usages multiples à la fois traditionnels et thérapeutiques. Employée dans les rites traditionnels comme stimulant et tonique, elle est également traditionnellement utilisée dans le traitement symptomatique du paludisme, des états grippaux, des troubles intestinaux et hépatiques. Les recherches scientifiques ont révélé la présence de différentes molécules chimiques dont le cinnamolide, antifongique, le cinnamodial, cytotoxique envers des cellules leucémiques, responsable du goût brûlant de *C. fragrans*, les cinnafragrins, le capsicodendrin et le δ -tocotrienol qui pourraient être à l'origine des effets thérapeutiques traditionnels de cette plante. Le cinnamodial présente une activité pharmacologique proche de la capsaïcine qui est une vanilloïde agissant sur des récepteurs appelés récepteurs vanilloïdes, et qui est utilisée en pharmacologie comme antalgique. Ces récepteurs vanilloïdes pourraient ainsi être considérés comme des cibles thérapeutiques pour le cinnamodial, mais les recherches sont à approfondir.

L'huile essentielle à chénotype 1,8-cinéole (eucalyptol), appelée huile essentielle de Saro produite à partir des feuilles de *C. fragrans*, présente une activité antifongique et antibactérienne intéressante. La composition chimique de cette huile essentielle est proche de celle composant les huiles essentielles de niaouli, d'eucalyptus, de tea-tree, de laurier commun, reconnues dans le milieu pharmaceutique. Nombreux sont les médicaments à base d'eucalyptol que l'on trouve en pharmacie : le CALYPTOL®, le VEGEBOM® ou l'ESSENCE ALGERIENNE® dont la majorité est utilisée dans les affections bronchiques [60]. Le 1,8-cinéole est en effet connu pour ses propriétés décongestionnantes, mucolytiques, expectorantes, antimicrobiennes des voies respiratoires. D'autres produits pharmaceutiques à base des huiles essentielles précédemment citées existent également sur le marché pharmaceutique comme le PURESSENTIEL® en spray assainissant aux 41 huiles essentielles, indiqué dans l'assainissement de l'atmosphère. L'huile essentielle de *C. fragrans* pourrait aussi un jour faire partie de ces huiles dont les propriétés antimicrobiennes sont attestées dans le milieu pharmaceutique et ainsi apparaître dans la composition chimique de certains produits pharmaceutiques, mais des études plus approfondies sont nécessaires. Des souches bactériennes hospitalières responsables d'infections nosocomiales comme le *Staphylococcus aureus* ou le *Pseudomonas aeruginosa* sont sensibles à cette huile essentielle. L'assainissement de l'environnement hospitalier à base de produits contenant de l'huile essentielle de *C. fragrans* pourrait ainsi être développé dans le but de diminuer le nombre d'infections nosocomiales dans les hôpitaux. Des résultats encourageants ont été obtenus grâce à l'utilisation de l'huile essentielle de *Cinnamomum camphora* (ravintsara) à cinéole au centre hospitalier de Sarlat [10]. L'activité antibactérienne a également été mise à profit dans le domaine de l'industrie alimentaire ; l'huile essentielle de *C. fragrans* a montré des résultats favorables dans la culture de crevettes dont le *Penaeus monodon*. En effet, le taux de survie des larves de ces crevettes augmentait en présence de l'huile essentielle dans les milieux de

culture comparés à des milieux de culture témoins. Les résultats observés en présence de l'huile essentielle étaient similaires aux résultats des tests utilisant des antibiotiques pour prévenir et traiter les pathologies comme les vibrioses touchant ces cultures larvaires de *Penaeus monodon*.

La connaissance de la composition chimique, des activités pharmacologiques et thérapeutiques est indispensable pour déterminer les indications possibles des composés issus de *C. fragrans* et de son huile essentielle dans les domaines de la cosmétologie, de la pharmacie et de l'industrie agro-alimentaire. Des études plus approfondies et d'autres investigations devraient ainsi être menées, dans le but de définir des normes françaises voire européennes, définissant les caractéristiques de l'huile essentielle de *C. fragrans* et dans le but de développer ainsi des produits à base de cette huile ou à base des composés issus de cette plante médicinale. Des études sur la tolérance, sur la toxicité aiguë ou chronique ainsi que sur les propriétés pharmacologiques de *C. fragrans* pourraient également être menées afin de justifier certaines utilisations empiriques de cette plante dans la médecine traditionnelle malgache.

Bibliographie

1- ARKOPHARMA. *Ravintsara (Cinnamomum camphora)* [en ligne]. Carros : Arkopharma. Disponible sur <http://www.arkopharma.fr/produits/complements-alimentaires/ravintsara.html> (consulté le 10.01.2011).

2- ARNAL-SCHNEBELEN B., BEHRA O., RAKOTOARISON C., ESCOUBAS J., DANTHU P. Applications en gynécologie de l'huile essentielle de *Cinnamosma fragrans* Baillon (commercialisée sous le nom de "Saro"). *Phytothérapie*, 2007, vol. 2, p. 73-75.

3- AROMA FOREST. *Saro (Cinnamosma fragrans): une huile essentielle exceptionnelle* [en ligne]. Antananarivo : Aroma forest. Disponible sur <http://www.huiles-essentielles-madagascar.com/huile-essentielles/saro-cinamosma-fragrans.html> (consulté le 05.08.2010).

4- AROMA-ZONE. *Huile essentielle de saro*. [en ligne]. Clermont-Ferrand : Aroma-zone. Disponible sur : <http://www.aroma-zone.com/aroma/fichesaro.asp> (consulté le 05.08.2010).

5- ARPAD SZALLASI et [al.]. Dialdehyde sesquiterpenes and other terpenoids as vanilloids. *European Journal of Pharmacology*, 1998, vol. 356, p. 81-89.

6- ASAKAWA, HARINANTENAINA. Identification of *Cinnamosma* secondary metabolites as α -glucosidase inhibitors, antiviral and cytostatic compounds. A successful example of application of ethnobotany in drug discovery. *Yakugaku zasshi*, 2006, vol. 126, p. 96-99.

7- ASTERALE. *A notre rencontre* [en ligne]. Lamotte Beuvron : Astérale. Disponible sur <http://www.asterale.com/rencontre.php?menu=1> (consulté le 05.09.2010).

8- BATTISTINI R., HOERNER J.M. *Géographie de Madagascar*. Paris : Edicef, 1986. 187p.

9- BEHRA O., RAKOTOARISON C., HARRIS R. Ravintsara vs Ravinsara/A taxonomic clarification. *The international journal of aromatherapy*, 2001, vol.11, n°1, p. 4-7.

- 10- BLANCHARD J.-M. *Cinnamomum camphora* à cineole (ravintsara), une plante au service de la prévention des infections nosocomiales en milieu hospitalier? *Phytothérapie*, 2007, n° 1, p. 15-20.
- 11- BOITEAU P. *Médecine traditionnelle et pharmacopée/Précis de matière médicale malgache*. [s.l.] : Agence de coopération culturelle et technique, 1986. 141 p.
- 12- BOITEAU P., BOITEAU M., BOITEAU L. A. Vol. 2. Edition Alzieu. *Dictionnaire des noms malgaches des végétaux*. Grenoble : Alzieu, 1999. 488 p.
- 13- BOTINEAU M. *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Paris : Lavoisier, 2010. 1335 p.
- 14- BROOKS C.J.W., DRAFFAN G.H. Sesquiterpenoids from *Waburgia* species: Ugandensolide and ugandensidial (cinnamodial). *Tetrahedron*, 1969, vol. 25, Issue 14, p. 2887-2898.
- 15- BRUNETON J. *Pharmacognosie Phytochimie Plantes Médicinales*. 4^{ème} édition. Paris : Tec et Doc Lavoisier, 2009. 1269p.
- 16- BUTTIAUX R., BEERENS H., TACQUET A. *Manuel des techniques bactériologiques*. Paris : Editions médicales Flammarion, 1963. 505 p.
- 17- CANONICA L., CORBELLA A., GARIBOLDI P., JOMMU G., KREPENSKY J., FERRARI G., CASAGRANDE C. Sesquiterpenoids of *Cinnamosma fragrans* Baillon. Structure of bemarkivolid, bemadienolid and fragrolid. *Tetrahedron*, 1969, vol. 25, p. 3903-3908.
- 18- CANONICA L., CORBELLA A., GARIBOLDI P., JOMMU G., KREPENSKY J., FERRARI G., CASAGRANDE C. Sesquiterpenoids of *Cinnamosma fragrans* Baillon. Structure of cinnamolide, cinnamosmolide and cinnamodial. *Tetrahedron*, 1969, vol. 25, p. 3895-3902.

- 19- COURCHET L. Contribution à l'étude du genre *Cinnamosma* H. Baillon. In *Annales de l'institut colonial de Marseille*. Marseille : Ed. Marseille, 1906, p. 119-174.
- 20- DE BILLERBECK V.-G. Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, 2007, vol.5, p. 249-253
- 21- DELARRAS C. *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire*. Paris : Lavoisier, Tec et Doc, 2007. 476 p.
- 22- ESTRADE J.M. *Un culte de possession à Madagascar, le tromba*. Paris : éditions Anthropos, 1977. 390 p.
- 23- FAUCHIERE J.-L., AVRIL J.-L. *Bactériologie générale et médicale*. Paris : Ellipses Edition Marketing S.A, 2002. 365 p.
- 24- FRANCOIS E. *Plantes de Madagascar*. Tananarive: Imprimerie moderne de l'Emyrne, Pitot de la Beujardière, 1937. 74 p.
- 25- GARLASCHELLI L., VIDARI G. Synthetic studies on biologically active natural compounds. Part I: stereospecific transformation of uvidin A into (-)-cinnamodial. *Tetrahedron*, 1989, vol. 45, Issue 23, p. 7371-7378.
- 26- GRENAND P., MORETTI C., JACQUEMIN H., PREVOST M.-F. Pharmacopées traditionnelles en Guyane. Paris : IRD (Institut de Recherche pour le Développement) éditions, 2004. 816p.
- 27- HARINANTENAINA L., TAKAOKA S. Cinnafagrins A-C, Dimeric and trimeric sesquiterpenoids from *Cinnamosma fragrans*, and structure revision of capsicodendrin. *Journal of Natural Products*, 2006, vol.69, 1193-1197.
- 28- HECKEL E. *Les plantes utiles de Madagascar*. Paris : Augustin CHALLAMEL, 1910. 369 p.

29- HUMBERT. *Flore de Madagascar et des Comores: famille 138*. Paris : Typographie Firmin-Didot et Cie, 1954, 10p.

30- INSTITUT PASTEUR DE MADAGASCAR. *Biogéographies de Madagascar - Sols et Climat* [en ligne]. Antananarivo : Institut Pasteur de Madagascar. Disponible sur <http://www.pasteur.mG/Atlas-Peste/atlas%20peste%20biogeographie.html> (consulté le 29.06.2010).

31- L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT. *Le Saro* [en ligne]. Antananarivo : L'homme et l'environnement. Disponible sur <http://www.madagascar-environnement.com/huiles-essentielles/plantes-saro.html> (consulté le 05.08.2010).

32- LAMASSIAUDE-PEYRAMAURE. Comment soigner actuellement le rhume. *Actualités pharmaceutiques*, 2009, vol. 48, n° 481, p. 27-29.

33- LAMASSIAUDE-PEYRAMAURE. Du déséquilibre émotionnel aux troubles dépressifs. *Actualités pharmaceutiques*, 2009, vol. 48, n° 490, p. 37-38.

34- LAMASSIAUDE-PEYRAMAURE. Prévenir la grippe et soulager ses symptômes, une problématique de saison. *Actualités pharmaceutiques*, 2009, vol. 48, n° 489, p. 45-46.

35- LE HIR A., CHAUMEIL J.-C., BROSSARD D. *Pharmacie galénique/Bonnes pratiques de fabrication des médicaments*. Issy-les-Moulineaux : Masson, 2009. 382 p.

36- MAILHEBIAU P. *La nouvelle aromathérapie / Caractériologie des essences et des tempéraments humains*. 2^{ème} édition. Italie : Jakin, 1994. 635 p.

37- MINISTERE DE L'INFORMATION, DU TOURISME ET DES ARTS TRADITIONNELS. *Madagascar en bref*. Antananarivo : Imprimerie Lahure, 1971. 223p.

38- MBG [Missouri Botanical Garden]. *Madagascar vegetation map* [en ligne]: Missouri Botanical Garden. Disponible sur : <http://www.mobot.org/mobot/madagascar/image.asp?relation=previous20&nextorder=1&referringcategory=biographies> (consulté le 26.07.2011).

39- MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. *Base de données de collections-Spécimens d'herbier* [en ligne]. Paris : Museum National d'Histoire Naturelle. Disponible sur : <http://coldb.mnhn.fr/colweb/form.do?model=SONNERAT.wwwsonnerat.wwwsonnerat.wwwsonnerat> (consulté le 20.07.2011).

40- NAUCIEL C. *Bactériologie médicale*. Paris : Masson, 2000. 275 p.

41- OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER. *Mémoires de l'institut scientifiques de Madagascar*. Tome X/série B/fascicule 2. Paris : Lahure, 1961. 234 p.

42- OLLIER C. Conseil phyto, aroma et homéo en ORL. *Le Moniteur des Pharmacies*, 2011, cahier de formation II du n° 2867, p.1-13.

43- PERNET R., MEYER G. *Pharmacopée de Madagascar*. Antananarivo : [s.n], 1957, 86 p.

44- PETITJEAN. *Madagascar par sa flore*. Antananarivo: Graphoprint Z.I-Forello Tanjombato, 1995. 47p.

45- PLOTKIN M., RANDRIANASOLO V., SUSSMAN L., MARSHALL N. Ethnobotanique et conservation à Madagascar: importance des plantes endémiques pour le développement. *In Priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar*. [s.l] : [s.n], 1987, p. 131-133.

46- PLOTKIN M., RANDRIANASOLO V., SUSSMAN L., MARSHALL N. *Ethnobotany in Madagascar: Overview/Action plan/Database*. Antananarivo: [s.n], 1986. 670 p.

47- PRANAROM INTERNATIONAL. Mandravasarotra (Saro) – *Cinnamosma fragrans* [en ligne]. Belgique : Pranarom international. Disponible sur : http://www.pranarom.com/fr/pour_degager_le_nez-huiles-essentielles-sante-aromaforce/FAM00300/SSF00310/2096 (consulté le 19.07.2011).

48- RAKOTOBE E., RASOLOMANANA C., RANDRIANASOLO S. *Pharmacopée de l'Ambongo et du Boina*. CDIST Antananarivo : [s.n], 1993. 727 p.

49- RANAIVOSOA B. *Etude analytique des constituants chimiques des huiles essentielles de Cinnamosma de Madagascar : variétés et variabilités*. Mémoire de fin d'études en génie chimique. Antananarivo : Université d'Antananarivo : 2007, 150 p.

50- RANDRIAMAHEFA M., RAKOTOZAFY A. *Tari-dalana ahafantarana ny raokandro malagasy*. [s.l] : [s.n], 1979. 405 p.

51- RANDRIANARIVELO R., BRAT P., SARTER S., ODOUX E., LEBRUN M., ROMESTAND B., MENUT C., ANDRIANOELISON H., RAHERIMANDIMBY M., DANTHU P. Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Cinnamosma fragrans*. *Food Chemistry*, 2009, vol. 114, n° 2, p. 680-684.

52- RANDRIANARIVELO R., DANTHU P., BENOIT C., RUEZ P., RAHERIMANDIMBY M., SARTER S. Novel alternative to antibiotics in shrimp hatchery: effects of the essential oil of *Cinnamosma fragrans* on survival and bacterial concentration of *Penaeus monodon* larvae. *Journal of applied microbiology*, 2010, vol. 109, n°2, p. 642-650.

53- RATSIMIALA RAMONTA I.M., RAMANANJANAHARY R. H. Etudes ethnobotanique, biologique et écologique de quelques plantes anti-diarrhéiques de la région Nord-Ouest de Madagascar (Cas d'Ankarafantsika et d'Antrema/Katsepy). *Ethnopharmacologia*, 2005, n°36, p. 51-55.

54- RAZANAMPARANY L.A. *Etude prospective des essences aromatiques de la forêt de Tsianimpihy – Antsalova*. Mémoire de fin d'études : Département des Industries Agricoles et Alimentaires, ESSA. Antananarivo : Université d'Antananarivo : 2005, 102 p.

55- RIVIERE C., NICOLAS J.-P., CARADEC M.-L., DESIRE O., SCHIMTT A. Les plantes médicinales de la région Nord de Madagascar : une approche ethnopharmacologique. *Ethnopharmacologia*, 2005, n°36, p. 36-50.

56- SARTER S., RANDRIANARIVELO R., RUEZ P., RAHERIMANDIMBY M., DANTHU P. Antimicrobial effects of essential oil of *Cinnamosma fragrans* on the bacterial communities in the rearing water of *Penaeus monodon* larvae. *Vector borne and zoonotic diseases*, 2011, vol. 11, p. 433-437.

57- THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean society*, 2009, vol. 161, p. 105-121.

58- TUCKER O., MACIARELLO M., BROWN R. A commercial essential oil of Mandravasarotra (*Cinnamosma fragrans* Baill., Canellaceae) from Madagascar. *Journal of essential oil research*, 2008, vol. 20, p. 259-260.

59- VALNET J. *Aromathérapie / Traitement des maladies par les essences des plantes*. 11^{ème} édition. Paris : Maloine, 1990. 468 p.

60- VIDAL 2011 : le dictionnaire. 86e éd. Issy-les-Moulineaux : Vidal, 2011, 3200 p.

61- VITAL DURAND D., LE JEUNE C. *Guide pratique des médicaments*. 29^{ème} édition. Paris : Maloine, 2009. 1860 p.

62- YVES ROCHER. *Soin végétal corps* [en ligne]. Disponible sur : <http://www.yves-rocher.fr/control/product/~category_id=4150/~product_id=11865> (consulté le 25.07.2011).

63- ZAFERA A. R. *Pharmacopée de l'Alaotra*. Antananarivo : Fanantenana, 1986. 288 p.

64- WUBE AA., GIBBONS S., ASRES K., STREIT B., ADAMS M., BAUER R., BUCAR F. In vitro 12 (S)-HETE and leukotriene metabolism inhibitory activity of sesquiterpenes of *Waburgia ugandensis*. *Planta Medica*, 2006, vol. 72, n°8, p. 754-756

Lexique

A

- **Anatrophe** : Se dit d'un ovule renversé, le hile et le micropyle sont rapprochés.
- **Androcée** : ensemble des étamines, constituant la partie mâle d'une fleur d'Angiospermes.
- **Anthère** : Partie terminale, élargie d'une étamine et renfermant, ordinairement, les grains de pollen dans deux loges polliniques.
- **Axillaire** : Qualifie un bourgeon prenant naissance dans l'angle formé par la tige au point de rencontre avec une bractée ou une feuille.

B

- **Bractée** : Petit organe foliacé ou membraneux souvent coloré différemment des feuilles, à l'aisselle duquel naissent les fleurs chez certaines espèces, mais qui n'est ni un sépale ni un pétale.

C

- **Concrescent** : Se dit d'un organe soudé à un autre.

F

- **Fasciculé** : Disposés en faisceaux : rapprochés et insérés en un seul point commun sur l'axe

G

- **Gamopétale** : Qualifie une fleur ou une corolle dont l'ensemble des pétales est soudé au moins à leur base.

H

- **Hermaphrodite** : Se dit d'une fleur présentant à la fois les deux sexes, mâle et femelle.
- **Hypogyne** : Se dit d'une fleur dont les pièces florales (pétales et sépales) sont insérées au-dessous de l'ovaire qui est supère (ovaire dont l'insertion est située au-dessus de la base des autres pièces florales).

I

- **Indehiscent** : se dit d'un fruit qui ne s'ouvre pas pour libérer ses graines mêmes s'il est mûr. Celles-ci ne sont libérées que par désintégration de la paroi.

P

- **Penninerve** : Se dit d'une feuille dont les nervures sont pennées, à la manière de la barbe d'une plume.
- **Pistil** : Ensemble des carpelles constituant la partie femelle d'une fleur.

R

- **Ruminée** : Se dit d'une graine dont les téguments s'avancent à l'intérieur de l'endosperme ou de l'albumen et y dessinent des sinuosités.

S

- **Sessile** : Se dit de fleur sans pédoncule, de feuille sans pétiole ou d'un organe dépourvu de pédicelle. Parfois, les fleurs et les feuilles sont portées par un pédoncule ou un pétiole presque imperceptible ; elles sont dites alors **subsessiles**.

- **Stigmate** : Extrémité glanduleuse et glutineuse du style ou partie apicale du pistil adaptée à la réception des grains de pollen.

- **Stipule** : Appendice foliacé souvent écailleux, épineux, parfois glanduleux, caduc ou persistant, se présentant le plus souvent deux par deux, l'un en face de l'autre, à la base du pétiole de certaines feuilles.

- **Style** : Partie effilée et plus ou moins allongée du pistil prolongeant l'ovaire et portant le stigmate.

U

- **Uniloculaire** : A une seule loge.

X

- **Xérophyle** : Adapté et tolérant aux milieux arides.

Table des illustrations

Illustration 1: Spray nasal à base d'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> [47]	30
Illustration 2: Produit cosmétique exfoliant à base d'huile essentielle de <i>Cinnamosm fragrans</i> (huile essentielle de Saro), de poudre de noyau d'abricot et de sève d'agave du Mexique	30
Illustration 3: Flacon d'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i>	30
Illustration 4: Arbuste de <i>Cinnamosma fragrans</i> [49]	38
Illustration 5: Rameaux fleuris de <i>Cinnamosma fragrans</i> [39].....	38
Illustration 6: Fruit de <i>Cinnamosma fragrans</i> [39]	40
Illustration 7 : Coupe longitudinale du fruit de <i>Cinnamosma fragrans</i> [49]	40
Illustration 8: Aromatogramme [20]	73

Table des tableaux

Tableau 1: Indications thérapeutiques traditionnelles de <i>Cinnamosma fragrans</i>	26
Tableau 2 : Tableau comparatif des deux variétés de <i>Cinnamosma fragrans</i>	37
Tableau 3 : Tableau comparatif de l'appareil végétatif des trois espèces de <i>Cinnamosma</i>	42
Tableau 4 : Tableau comparatif de l'appareil reproducteur des trois espèces de <i>Cinnamosma</i>	43
Tableau 5: Tableau comparatif de l'aspect du fruit des trois espèces de <i>Cinnamosma</i>	45
Tableau 6: Résultats d'une analyse sur l'échantillon FCF10A410 de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i>	57
Tableau 7: Résultats d'une analyse sur l'échantillon KE259 de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i>	58
Tableau 8: Sites de récolte de <i>Cinnamosma fragrans</i>	59
Tableau 9 : Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i>	60
Tableau 10: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> de Mariarano [51].....	62
Tableau 11: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> de Tsaramandroso [51].....	63
Tableau 12: Composition chimique d'un échantillon d'huile essentielle de <i>Cinnamosma</i> <i>fragrans</i> [58]	64
Tableau 13: Profil chromatographique de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> [15]	66
Tableau 14: Profil chromatographique de l'huile essentielle de <i>Melaleuca alternifolia</i> [15] .	66
Tableau 15: Profil chromatographique de l'huile essentielle de <i>Cinnamomum camphora</i> de Madagascar (ravintsara) [9]	67
Tableau 16: Propriétés pharmacologiques du <i>Cinnamosma fragrans</i> [2].....	69
Tableau 17: Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> provenant de Tsaramandroso (altitude ; échantillon B8 ; chémotype linalol), de Mariarano (littoral ; échantillon B143 ; chémotype 1,8-cinéole) et de leur constituant majeur respectif, linalol et 1,8-cinéole [51]	70
Tableau 18: Caractéristiques bactériologiques et pathogéniques du <i>Staphylococcus aureus</i> et du <i>Pseudomonas aeruginosa</i> [23].....	72
Tableau 19: Antibiogramme réalisé sur la souche hospitalière de <i>Staphylococcus aureus</i> [20]	73

Tableau 20: AntibioGramme réalisé sur la souche hospitalière de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> [20]	74
Tableau 21 : Huiles essentielles testées sur les germes <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Pseudomonas aeruginosa</i> [20]	75
Tableau 22: Diamètre d'inhibition des aromatoGrammes [20]	76

Table des figures

Figure 1: Relief de Madagascar [38].....	14
Figure 2: Végétation de Madagascar [38]	16
Figure 3: Répartition géographique de <i>Cinnamosma fragrans</i> [49]	17
Figure 4 : Coupe transversale du pétiole de <i>Cinnamosma fragrans</i> . gl.:cellules glandulaires (cellules sécrétrices d'huile essentielle) ; f.:fibres de la gaine des faisceaux [19]	39
Figure 5 : Nervure médiane du limbe de <i>Cinnamosma fragrans</i> [19]	39
Figure 6 : Epiderme supérieur (I) et inférieur (II) de la feuille de <i>Cinnamosma fragrans</i> [19]	39
Figure 7 : Coupe transversale du limbe foliaire de <i>Cinnamosma fragrans</i> . cr.:cellules à cristaux (ou mâcles d'oxalate de calcium) ; epi.s.:épiderme supérieur ; ep.i.:épiderme inférieur ; hyp.:hypoderme (sa présence traduit une adaptation vis-à-vis de la sécheresse); gl. : cellules glandulaires ; pp.:parenchyme en palissade ; pl.:parenchyme lacuneux ; st. :stomates [19] ...	39
Figure 8 : Fleur et diagramme floral de <i>Cinnamosma fragrans</i> [13]	40
Figure 9 : Répartition géographique du genre <i>Cinnamosma</i> [49].....	41
Figure 10: Bouton floral de <i>Cinnamosma fragrans</i> [29].....	44
Figure 11: Fleur de <i>Cinnamosma fragrans</i> [29].....	44
Figure 12: Bouton floral <i>Cinnamosma madagascariensis</i> [29]	44
Figure 13: Fleur sans corolle de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> [29]	44
Figure 14: Fruit de <i>Cinnamosma fragrans</i> [29]	44
Figure 15: Fruit de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> [29]	44
Figure 16: Fruit de <i>Cinnamosma macrocarpa</i> [29]	44
Figure 17: Parties aériennes de <i>Cinnamosma fragrans</i> var. Baillon [29].....	46
Figure 18: Parties aériennes de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> P. Danguy [29]	46
Figure 19: Parties aériennes de <i>Cinnamosma macrocarpa</i> [29]	46
Figure 20 : Dépolarisation membranaire induite par le cinnamodial au niveau de la moelle épinière du rat sous les conditions du patch-clamp ; Enregistrement A : L'application d'un courant de dépolarisation (1.0 nA pour 500 ms, commençant à la flèche) entraîne la génération d'un potentiel d'action. Enregistrement B, C et D : L'application d'un courant de dépolarisation similaire en présence de cinnamodial 10 µM entraîne une addition de dépolarisation se manifestant par la génération de potentiels d'action. La réponse a été enregistrée soit immédiatement après le début d'administration du cinnamodial (B), ou 8 secondes (C) ou 28 secondes (D) après [5].	52

Figure 21: Méthode d'hydro-distillation (source : M. BOTINEAU – Cours de Phytothérapie 2010, d'après document Klorane)	56
Figure 22: Evolution de la concentration totale en bactéries (CFU ml-1) sur 18 jours de culture larvaire de <i>Penaeus monodon</i> pour le contrôle A et pour les essais utilisant l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> (B8 et B143) et l'érythromycine (E). Les valeurs correspondent à la moyenne de 4 essais. (—◇—) : Contrôle A (—□—) : B 143 (—○—) :B8 (—△—) : E [52]	78
Figure 23: Evolution de la concentration bactérienne totale de l'eau d'élevage (log10 CFU ml-1) sur 18 jours de culture larvaire de <i>Penaeus monodon</i> pour le contrôle A et pour les essais utilisant les huiles essentielles de <i>Cinnamosma fragrans</i> (B8 et B143) et l'érythromycine (E) [56]	78
Figure 24: Evolution de la concentration du <i>Vibrio</i> (CFU ml-1) sur 18 jours de culture larvaire de <i>Penaeus monodon</i> pour le contrôle A et pour les essais utilisant l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> (B8 et B143) et l'érythromycine (E). Les valeurs correspondent aux moyennes de 4 essais. (—◇—) : Contrôle A (—□—) : B 143 (—○—) :B8 (—△—) : E [52]	79
Figure 25: Evolution du taux de survie (%) de <i>Penaeus monodon</i> sur 18 jours de culture pour le contrôle A et pour les essais utilisant l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> (B8 et B143) et l'érythromycine (E). Les valeurs correspondent à la moyenne de 4 essais. (—◇—) : Contrôle A (—□—) : B 143 (—○—) :B8 (—△—) : E [52].....	79
Figure 26: Evolution de la concentration du <i>Vibrio</i> dans l'eau d'élevage de culture larvaire de <i>Penaeus monodon</i> pour les essais utilisant l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> avec le tween 80 (B8-T et B143-T) et sans le tween 80 (B8 et B143). Il n'y a pas de différence significative entre B8/B8-T et B143/B143-T. Les valeurs correspondent à la moyenne de 4 essais [56].....	80

Table des matières

SOMMAIRE.....	8
INTRODUCTION.....	11
MADAGASCAR, UN MILIEU NATUREL DE <i>Cinnamosma fragrans</i>	13
I- Situation géographique de Madagascar	14
II- Géomorphologie.....	14
III- Pédologie.....	15
IV- Climat et pluviométrie	15
V- Flore et végétation.....	15
VI- Distribution géographique de <i>Cinnamosma fragrans</i>	16
ETHNOBOTANIQUE ET ETHNO/PHARMACOLOGIE: USAGES ANCIENS ET ACTUELS.....	18
I- <i>Cinnamosma fragrans</i> : planches d'herbier	19
1- Planche 1	19
2- Planches 2.....	20
3- Planches 3.....	23
II- <i>Cinnamosma fragrans</i> : tradition et culture	24
1- Usages traditionnels	24
2 - Les pharmacopées malgaches	25
III- Produits à base de <i>Cinnamosma fragrans</i> et leurs indications	27
a- Tisane désinfectante, stimulante, diaphorétique, stomachique et cholagogue.....	27
b-Tisane cholagogue et désinfectante préconisée dans l'angiocolite et la cholécystite....	28
c- Tisane préconisée dans les lithiases biliaires	28
BOTANIQUE.....	32
I- Systématique.....	33
II- Dénomination de <i>Cinnamosma fragrans</i>	34
III- Caractères botaniques	35
1- Les Canellacées	35
a- Appareil végétatif.....	35
b- Appareil reproducteur.....	35
c- Le fruit	35
2- Le genre <i>Cinnamosma</i>	35
a- Appareil végétatif.....	36
b- Appareil reproducteur.....	36
c- Le fruit	36
3- <i>Cinnamosma fragrans</i> Baill.	36
a- Appareil végétatif.....	37
b- Appareil reproducteur.....	40

c- Le fruit	40
IV- Comparaison de <i>Cinnamosma fragrans</i> aux autres espèces du même genre	41
1- Répartition géographique des trois espèces du genre <i>Cinnamosma</i>	41
2- Caractères botaniques.....	41
a- Appareil végétatif.....	42
b- Appareil reproducteur.....	43
c- Fruit.....	45
V- Planches illustrées des différents <i>Cinnamosma</i>	45
 <i>Cinnamosma fragrans</i> : DE LA TRADITION A LA SCIENCE.....	48
 I- Etudes scientifiques portant sur <i>Cinnamosma fragrans</i>	49
1- Etudes antérieures	49
2- Recherches actuelles	50
II- L'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i> : l'huile essentielle de Saro	54
1- Aspects socio-économiques	55
a- Mode de culture	55
b- Production de l'huile essentielle de <i>Cinnamosma fragrans</i>	55
2- Aspects physico-chimiques	59
a- Propriétés organoleptiques.....	59
b- Propriétés physico-chimiques.....	60
c- Composition chimique.....	60
3- Propriétés pharmacologiques	68
 CONCLUSION.....	82
 BIBLIOGRAPHIE.....	85
 LEXIQUE.....	94
 TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	97
 TABLE DES TABLEAUX.....	99
 TABLE DES FIGURES.....	102

Serment de Galien

Je jure en présence de mes Maîtres de la Faculté et de mes condisciples :

- d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- d'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- de ne jamais oublier ma responsabilité, mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères, si j'y manque.

***Cinnamosma fragrans*: une Canellacée médicinale endémique de Madagascar**

Résumé

La flore de Madagascar regorge de plantes médicinales dont la plupart est employée dans la médecine traditionnelle malgache. *Cinnamosma fragrans*, une Canellacée endémique de cette île a autrefois intéressé les scientifiques et les recherches continuent encore aujourd'hui. Celles-ci portent notamment sur sa composition chimique, ses propriétés pharmacologiques et sur l'huile essentielle antimicrobienne extraite de ses feuilles.

Mots clés

Madagascar, *Cinnamosma fragrans*, mandravarotra, médecine traditionnelle, huile essentielle

***Cinnamosma fragrans*: a medicinal Canellaceae endemic of Madagascar**

Summary

The flora of Madagascar abounds with medicinal plants of which the greatest part is used in malagasy traditional medicine today. Scientists have long been interested in *Cinnamosma fragrans*, a Canellaceae endemic of this island, and research is still going on. Those studies concern mostly its chemical composition, its pharmacological properties and its antimicrobial essential oil extracted from its leaves.

Keywords

Madagascar, *Cinnamosma fragrans*, mandravarotra, traditional medicine, essential oil