



UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU
Unité de Formation et de Recherche
Sciences de la Vie et de la Terre
(UFR-SVT)

Centre de Recherche en Sciences Biologiques
Alimentaires et Nutritionnelles (CRSBAN)

Pôle Régional d'Excellence en Biotechnologies
de Ouagadougou (PREBO)

THESE DE DOCTORAT UNIQUE

Présentée par :

OBAME ENGONGA Louis Clément

Maître ès Sciences

Pour l'obtention du Grade de

Docteur ès Sciences Biologiques Appliquées

Spécialité: Biochimie-Microbiologie

(Substances à Activités Antimicrobienne et Antioxydante)

Sur le Thème :

**Etude Phytochimique, Activités Antimicrobiennes et
Antioxydantes de Quelques Plantes Aromatiques et
Médicinales Africaines**

Soutenu le 26/02/2009, devant la commission d'examen :

Président: Pr. Mouhamadou Diop SALL, Professeur Titulaire de Classe Exceptionnelle
Université Cheikh Anta Diop Dakar, Sénégal.

Membres: Pr. Alfred S. TRAORE, Professeur Titulaire, Université de Ouagadougou.
Pr. Ange Antoine ABENA, Professeur Titulaire, Université Marien NGOUABI
de Brazzaville, Congo.

Pr. Issiaka Z. KABORE, Directeur de Recherches, IRSS/CNRST.

Pr. Jean KOUDOU, Directeur de Thèse, Maître de Conférences, CAMES.

Thèse de Doctorat Unique, Biochimie-Microbiologie

Obame Engonga Louis Clément

Préface du Président de RA-Biotech.

L'École Doctorale Régionale de Ouagadougou offre une formation doctorale de biotechnologie dans ses options : Biotechnologie microbienne et cellulaire, Biotechnologie Animale et Biotechnologie végétale.

Elle regroupe la plus part des Universités Ouest Africaine de Biotechnologie (RA-BIOTECH) fruit de la coopération inter-universitaire et dont le siège est au CRSBAN, à l'Université de Ouagadougou. Les membres fondateurs de ce réseau : Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Conakry, Mali, Niger, Togo

Les Universités et structures de formation des pays ci-dessous constituent d'autres partenaires comme le Centre International de Recherche Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES)-Bobo Dioulasso, EISMV-Sénégal.

Ce réseau sous régional bénéficie de l'appui de plusieurs partenaires de l'enseignement supérieur (Association des Universités Africaines-AUA, UNESCO, Banque Mondiale, CAMES, Agence Universitaire de la Francophonie, Agence Africaine de Biotechnologie-AAB, etc.

L'école Doctorale que le réseau anime assure une formation de haut niveau à travers une recherche utilitaire sur plusieurs thématiques touchant la vie quotidienne des populations africaines. Cette école a permis au CRSBAN d'être érigé en pôle régional d'excellence en Biotechnologie d'une part par l'AUA et d'autre part par l'AUF. Elle accueille des étudiants de plus de 14 pays d'Afrique centrale de l'Ouest.

Le réseau bénéficie aussi du soutien de certains spécialistes des biotechnologies des universités du Nord : Université de la méditerranée (France), Université Louis Pasteur de Strasbourg (France), Centre de Génétique Moléculaire de Gif-sur-Yvette-CNRS (Paris France), Université de Liège (Belgique); Faculté Universitaire de Gembloux (Belgique), Université de Rome, Université Agronomique de Wageningen.

L'importance des biotechnologies dans la résolution des problèmes de développement socioéconomiques des pays de l'Afrique sub-saharienne (Alimentation, Santé, Environnement ; etc.) justifie amplement la mise en place de cette formation. Elle est cogérée par un comité pédagogique international africain, constitué par des enseignants, des chercheurs, tous spécialistes dans les divers domaines de biotechnologies.

La mutualisation des expériences par toutes ces compétences est un atout majeur pour la formation des ressources humaines de qualité au profit du continent africain et de l'humanité.

Pr. Alfred S TRAORE

**Professeur titulaire de Biochimie Microbiologie
CRSBAN/UFR-SVT/Université de Ouagadougou**

Dédicaces

✂ A mes Parents ;

Pour tous les sacrifices que vous avez consentis à mon égard afin que je puisse mener à bien mes études. Vous avez su m'inculquer le sens du devoir, de la responsabilité, de la dignité, de l'honneur et de l'humilité. Je ne pourrais jamais vous rendre ce que vous avez fait pour moi, mais j'espère seulement que vous trouverez dans ce modeste travail, un réel motif de satisfaction.

✂ A mon père Engonga Paulin et ma sœur Assong Perpetue qui nous ont quittés si tôt. Indéfectible attachement ;

✂ A mère Meye Jeannette dont l'espoir repose sur la réussite de ses enfants ;

✂ A mes enfants Angué Obame Ludzzy Kharla et Mezui m'Engonga Harrys Francky, trouvez ainsi résumé en quelques pages le dur travail de ma vie et un exemple à suivre ;

✂ A mon grand frère Edou Prosper qui fut en même temps un père et un frère, mon seul soutien dans des moments durs et pénibles de mes études ;

✂ A mes petits frères et sœurs Nkogo Hubert, Nguema Modeste, Abessolo Gisèle, Ada Estelle, Esseng Bérigise, Edzang Ngomo, Essono Ngomo et Ngomo Ngomo ;

✂ A mes neveux et nièces Akono Patchely, Edou Marouchka, Obone Wendy, Meye Dharlyse; Perpetue, Samuella, Wilfred etc.

✂ A mes amis Nana Wend Lamita Adéline, Zame Ovono Hervé,

✂ A Tous les Etudiants Gabonais au Burkina Faso

✂ A mes cousins et cousines

✂ A mes tantes et oncles

Remerciements

Le présent travail a été effectué au Burkina Faso au Centre de Recherche en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelles (CRSBAN) de l'Université de Ouagadougou.

Bien de personnes ont été très actives à l'accomplissement de cette œuvre aussi voudrai-je personnellement leur témoigner ma très grande reconnaissance en ces mots.

A l'intention du :

- **Professeur Mouhamadou Diop SALL**, Professeur Titulaire de Classe Exceptionnelle à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, qui malgré ses multiples occupations a accepté d'évaluer ce travail et de présider mon Jury de soutenance.
- **Professeur Alfred TRAORE**, Directeur du CRSBAN, Président de l'Ecole Doctorale RABIOTECH, pour avoir accepté mon inscription en troisième cycle et dans son laboratoire CRSBAN, et pour avoir bien voulu codiriger ce travail et siéger dans ce Jury.
- **Professeur Jean KOUDOU**, Maître de Conférences CAMES, Directeur de cette Thèse, pour avoir bien voulu concevoir, définir le thème de recherche, pour son dynamisme et sa rigueur scientifique.
- **Professeur Issiaka Z. KABORE**, Directeur de Recherches IRSS/CNRST, pour ses conseils pratiques, ses enseignements en Maitrise et DEA, pour avoir évalué ce travail et siéger dans ce Jury.
- **Professeur Ange Antoine ABENA**, Doyen de la Faculté des Sciences de la Santé de l'Université Marien NGOUABI de Brazzaville, qui malgré ses multiples occupations, a bien voulu juger et rapporter ce travail.

Mes remerciements vont également aux :

- **Professeur Jean-Claude CHALCHAT**, Directeur de laboratoire de chimie des huiles essentielles, Les Cezeaux, Aubière, pour son aide dans les mesures physiques des huiles essentielles.
- **Professeur Aboubakar S. OUATTARA**, Maître de Conférences, pour m'avoir conseillé certains protocoles de microbiologie utilisés dans ce travail.
- **Professeur Nicolas BARRO**, Maître de Conférences, pour ses conseils et pour avoir bien voulu instruire mon dossier de soutenance de thèse.
- **Dr Imaël Nestor BASSOLE**, pour sa disponibilité, sa gentillesse, ses conseils scientifiques, linguistiques et ses travaux qui ont constitué une de nos sources d'inspiration.
- **Dr François EBA**, Directeur de LAPLUS qui a bien voulu m'accueillir dans son laboratoire.
- **Dr Prosper EDOU** pour la récolte des plantes, les conseils pratiques et pour l'assistance dans la manipulation et la rédaction de la thèse.
- **Dr Brice KUMULUNGUI**, pour ses conseils, son apport dans l'apparition de certains articles.

- Aux différents Chefs de laboratoires de m'avoir donné l'occasion d'effectuer ce travail de recherche, et de m'avoir ainsi permis de travailler dans un environnement dynamique, avec des instruments analytiques très performants.
- A l'équipe de recherches du CRSBAN : **Pr. Y. TRAORE, Dr P. NIKIEMA, Dr C. T. A. OUATTARA, Dr J. ILBOUDO, Dr M. BENGALY** et **Dr P. SAVADOGO** qui m'ont initié et donné goût à la recherche à travers leurs enseignements.
- A l'équipe de recherches de LAPLUS : **Dr EBA F., Dr EDOU P, Dr MEGNE R.** et **Dr RENAMY**, pour leur disponibilité et leur accueil.
- A nos aînés du CRSBAN, **Dr S. SANON, Dr C. NANA, Dr A. SAWADOGO, Dr D. KAROU, Dr M TIENDREOBEOGO** et **Dr W M. C. NADEMBEGA** pour leurs conseils et leur bon exemple.

Nous tenons à remercier les institutions suivantes qui ont contribué à la réalisation du travail :

- Ecole Normale Supérieure (ENS), Laboratoire pluridisciplinaire des Sciences (LAPLUS), Libreville Gabon
- Institut de Pharmacopée et Médecine Traditionnelle (IPHAMETRA), Libreville Gabon.
- Centre International de Recherche Médicale (CIRM), Franceville Gabon.
- Laboratoire de Chimie des Glucides, Chimie des Huiles essentielles Les Cezeaux, 63177 Aubière, France.
- La Banque Mondiale à travers le Réseau Ouest Africain de Biotechnologie (RABIOTECH),
- L'Etat gabonais à travers les bourses et stages.
- Aux techniciens du CRSBAN, **A. TRAORE, A. TRAORE, D KABORE, E. TRAORE, P. KAGEMBEA** pour leur assistance technique et leur convivialité.
- Aux familles **NANA Roger, OUEDRAOGO Benoît, CISSE Boubou, NEYA Béli** et **SAWODOGO Gilbert** pour leur soutien affectif.
- A mes amis **NANA Roseline, MEWONO Ludovic, EGNOLE Dieudonné, OBONE Carine, ABDOUL-LATIF M. Fatouma, ZAME Hervé, MEZEME Rodrigue, NANA Pauline, NANA Caroline, NANA Sonia, NANA Marlyse, BILONGA André, EBANG Narcisse, KABORE Marie Jeanne, KAYUMBA Joséphine, EVOUNA Fortunin, OUATTARA Lassina** et **COMPAORE Rakèta** qui me sont restés fidèles dans les moments difficiles.
- A tous mes collègues de l'Ecole Doctorale RABIOTECH de la première promotion et des autres promotions pour leur collaboration franche et à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué de quelque manière que ce soit à l'élaboration de cette œuvre, soyez en remerciés.

Résumé

Les plantes médicinales représentent une des sources de médicaments pour environ 80 % des populations africaines. Le savoir-faire des guérisseurs traditionnels, d'une valeur inestimable, est un point de départ pour l'investigation pharmacologique et phytochimique de ces médicaments naturels.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés à valider l'utilisation en pharmacopée traditionnelle de quelques plantes médicinales et à huiles essentielles africaines. Ce travail est aussi l'étape préliminaire du programme de prospection des plantes aromatiques susceptibles d'être exploitées dans les domaines médical et industriel pour la production d'huiles essentielles.

La détection et l'identification des composés naturels présentant un intérêt thérapeutique potentiel ont été effectuées. 36 extraits végétaux et 6 huiles essentielles, provenant de 16 plantes supérieures, ont été soumis à un screening chimique et biologique. Les extraits aqueux, chloroformiques et méthanoliques des parties aériennes ont été sélectionnés sur la base de leurs activités antioxydante et antimicrobienne. Le fractionnement bioguidé a permis de mettre en évidence la présence des composés chimiques, responsables des activités antifongique, antibactérienne et antioxydante des extraits : phénols totaux, flavonoïdes, tanins et proanthocyanidines. Les tests antioxydants ont été réalisés par la décoloration de la β -carotène et le piégeage du radical DPPH. Les résultats ont montré d'une part une excellente corrélation entre les deux méthodes utilisées, et d'autre part, entre ces activités et les teneurs en phénols totaux. Les extraits et les huiles essentielles étudiés ont montré une bonne activité antioxydante.

Les analyses CPG/SM des extraits et des huiles essentielles ont permis de mettre en évidence la présence d'une série de composés : chrysophanol et émodin (*Syzygium rowlandii*), néophytadiène et cubébène (*Gambeya africana*), 1, 1-sulfoxy bis -(4-chloro) benzène et phénol (*Leucas martinicensis*), phthalate de diéthyle et α -pinène (*Canthium mutiflora*), 1,2-Benzène dicarboxylate de bis 2-éthyl hexyle (*Piptadeniastrum africanum*), 1,2-Benzène dicarboxylate de butyl phényl méthyle (*Distemonanthus benthamianus*). Les composés majoritaires dans les huiles essentielles sont le tétradécan-3-one (30,6%) pour *Cochlospermum planchonii*, l'acétate d'octyle (60 %) pour *Canarium schweinfurthii*, le δ -3-carène (72,31 %) pour *Aucoumea klaineana*, le terpinène-4-ol (27,33%) pour *Dacryodes buettneri*, le sabinène (21,76 %) pour *Dacryodes edulis*, et enfin le myrcène (55,42%) pour *Daniella klainei*.

Les tests de sensibilité des microorganismes ont été effectués sur le milieu Mueller Hinton solide en utilisant la technique des puits, tandis que les CMI, CMF et CMB ont été évaluées en utilisant la technique de microdilution. L'étude des propriétés antimicrobiennes des extraits et des huiles essentielles a montré qu'ils possèdent des activités antibactérienne et antifongique. L'activité microbicide ou/et microbiostatique a été confirmée par la détermination des CMI, CMF et CMB qui varient de 0,25 à 16 % (w/v) pour les huiles essentielles et de 6,25 à 200 μ g/ml pour les extraits à la concentration de 1 mg/ml.

Enfin, les résultats obtenus montrent aussi que les activités antimicrobienne et antioxydante sont liées à la composition chimique.

Mots clés: plantes médicinales, huiles essentielles, extraits végétaux, antimicrobien, antioxydant, composés phénoliques.

Abstract

Medicinal plants represent one of natural source of drugs for nearly 80 % of african populations. The skills of traditional healers, with a priceless value, represent a starting point for the pharmacological and phytochemical investigation of these natural drugs. Within the framework of this work, we initially were interested to validate the use in traditional pharmacopeia of certain medicinal plants used in Burkina Faso and Gabon.

This work is also the preliminary stage of the program of prospect ion of the aromatic plants likely to be exploited in the medical and industrial fields for the production of essential oils.

We have also performed the detection and the identification of natural compounds that expected a potential therapeutic interest. 36 extracts and 6 essential oils from 16 higher plants were subjected to a chemical and biological screening. Aqueous, chloroformic and methanolic extracts of aerial parts were selected according to their antioxidant and antimicrobial activities. The fractionation by guided bio essays of extracts has showed the presence of chemical compounds, responsible of antifungal, antibacterial and antioxidant activities: total phenols, flavonoids, tannins and proanthocyanidins. Moreover, antioxidant activity is carried out according to β -carotene bleaching test and DPPH radical scavenging activity. The results have showed an excellent correlation between the two methods used moreover between these activities and the concentration of total phenols; in addition, extracts and essential oils have exhibited good antioxidant activities. A comparative analysis of the polar extracts was carried out to detect the possible presence of common compounds. Saponins, tannins, proanthocyanidins and flavonoids were identified in the aqueous and methanolic extracts. An analysis of essential oils was carried out to determine the composition, the antioxydant capacity and the antimicrobial activity.

Analyses by GC/MS of extracts and essential oils have showed the presence of chrysophanol and emodin (*Syzygium rowlandii*), neophytadiene and cubebene (*Gambeya africana*), benzene 1, 1-sulfoxyl (bis) -(4-chloro) and phenol (*Leucas martinicensis*), phthalate and α -pinene (*Canthium mutiflora*), (bis) (2-ethylhexyl) ester,-Benzenedicarboxylic acid (*Piptadeniastrum africanum*), butyl phenyl methyl ester, 1,2- Benzenedicarboxylic acid (*Distemonanthus benthamanus*). Major components of these essential oils are: tetradecan-3-one (30.60%), *Cochlospermum planchonii*, octyl acetate (60 %) *Canarium schweinfurthii*, δ -3-carene (72.31 %) *Aucoumea klaineana*, terpinen-4-ol (27.33%) *Dacryodes butthneri*, sabinene, (21.76 %) *Dacryodes edulis*, myrcene (55.42%) for *Daniella klainei*.

The tests of sensitivity have been carried out on Mueller Hinton solid medium using the wells method, while the MIC, MFC and MBC have been evaluated by using the micro dilution essay. The screening of antimicrobial properties of extracts and essential oils has showed that they possess antibacterial and antifungal activities. The antimicrobial activity has been determined by the MIC, MFC and MBC values which vary from 0.25 to 16 % (w/v) for essential oils and from 6.25 to 200 μ g/mL for medicinal plants extracts with the concentration of 1 mg/mL.

The results show that antimicrobial and antioxidant activities of oils and extracts are dependent to their chemical composition.

Key words: medicinal plants, essential oils, vegetable extracts, antimicrobial, antioxidant, phenolic compounds.

LISTE DES ABREVIATIONS

CC :	Colonne Chromatographique
CHNYO :	Centre Hospitalier National Yalgado Ouédraogo
CI₅₀ :	Concentration inhibant 50%
CNRSS :	Centre national de référence des <i>Salmonella</i> et <i>Shigella</i>
CMI:	Concentration minimale inhibitrice
CMB:	Concentration minimale bactéricide
CMF :	Concentration minimale fongicide
D/IC :	Désorption / Ionisation chimique
DCM :	Dichlorométhane
DMSO :	Diméthylsulfoxyde
DPPH :	1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl
DMSO :	Diméthyle sulfoxyde
FPP :	Farnésylpyrophosphate
GGPP :	Geranylgeranylpyrophosphate
GPP :	Géranylpyrophosphate
GPx :	Glutathion peroxydase
HE:	Huile essentielle
IR :	Indice de rétention
LAPLUS :	Laboratoire Pluridisciplinaire des Sciences
MeOH:	Méthanol
m/z :	Masse par charge électronique
n.d.:	Non déterminé
PAHE :	Plantes aromatiques et huiles essentielles
PDA :	Phénylalanine désaminase.
Pen :	Pénicilline
RMN:	Résonance Magnétique Nucléaire
Sulf :	Sulfadiazine
SM :	Spectrométrie de masse
SOD :	Superoxyde dismutase
Spec :	Spectinomycine
tr(x) :	Temps de rétention du composé inconnu (x) détecté entre les alcanes à n et n+1
tr(Cn+1) :	Temps de rétention de l'alcane à n + 1 atomes de carbone
tr(Cn) :	Temps de rétention de l'alcane à n atomes de carbone

SOMMAIRE

Préface du Président de RA-BIOTECH	ii
DEDICACES	iii
REMERCIEMENTS	iv
RESUME	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	viii
LISTE DES FIGURES	xv
LISTE DES TABLEAUX.....	xvii
INTRODUCTION.....	1
1. Objectif général.....	4
2. Objectifs spécifiques	4
 <i>CHAPITRE I : GENERALITES</i>	 5
 <i>PARTIE A : GENERALITES SUR LES HUILES ESSENTIELLES</i>	 6
1. Historique	7
2. Définition	7
3. Composition chimique.....	8
4. Origine, rôle et localisation des composés volatils	10
4.1. Origine	10
4.2. Rôle des huiles essentielles dans la plante.....	16
4.3. Localisation dans les plantes.....	17
5. Domaine d'utilisation des huiles essentielles	17
5.1. L'alimentation.....	18
5.2. L'industrie cosmétique.....	18
5.3. Domaine médical	18
6. Extraction des huiles essentielles	19
8. Méthodes et techniques expérimentales utilisées	19
9. Rendement	20
10. Analyse des huiles essentielles.....	20
I. Description botanique des plantes à huiles essentielles.....	20
1. Burseraceae	20
1.1. <i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	21
1.2. <i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.....	24
1.3. <i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) Guillaum	26
1.4. <i>Dacryodes edulis</i> G. Don.....	27
2. Cochlospermaceae.....	30
3. Les Caesalpinaceae	31
 <i>PARTIE B : GENERALITES SUR LES PLANTES MEDICINALES</i>	 33
I. Quelques substances naturelles d'origine végétale à propriétés antioxydante et antimicrobienne potentielles	34
1. Les composés phénoliques.....	34
2. Les flavonoïdes	36
3. Les hétérosides cardiotoniques	37
4. Les saponosides	38

5. Les alcaloïdes	40
6. Les tannins ou tanins	41
7. Les stéroïdes	42
II. Description botanique des plantes médicinales.....	43
1. Lamiaceae	43
2. Rubiacées	45
3. Myrtaceae	47
4. Rutaceae.....	49
4.1. <i>Fagara heitzii</i> Aubr. & Pellegr.	49
4.2. <i>Gambeya africana</i> Pierre.....	51
4.3. <i>Petersianthus macrocarpus</i>	53
5. Apocynaceae	54
6. Légumineuse-Mimosée	57
7. Les Caesalpinaceae	59
7.1. <i>Distemonanthus benthamianus</i> H. Baill.	60
7.2. <i>Guibourtia ehie</i> (A. Chev.) J. Léonard (Amazakoue, ovengkol).....	62
7.3. <i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev, <i>E. guineense</i> G. Don (Tali)	64
III. Capacité antioxydante.....	66
1. Le stress oxydatif.....	66
2. Les radicaux libres	66
3. Les antioxydants.....	67
4. Mécanisme d'action des antioxydants.....	67
5. Deux composés antioxydants de référence	69
5.1. L'hydroxytoluène butylé ou BHT	69
5.2. Le β -carotène	70
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	71
I. ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE	72
1. Premier recensement	72
2. Deuxième recensement	72
3. Choix de la zone d'enquête.....	72
II. MATÉRIEL.....	72
1. Les microorganismes	72
1.1. Les champignons	72
1.2. Les bactéries.....	73
A. PIANTE A HUILES ESSENTIELLES	73
2. Les parties des plantes	73
2.1. La résine.....	73
2.1.1. <i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	73
2.1.2. <i>Aucoumea klaineana</i> Pierre et <i>Dacryodes edulis</i> G. Don.....	73
2.1.3. <i>Daniella klainei</i> Pierre et <i>Dacryodes buettneri</i>	74
2.2. Les racines	74
2.2.1. <i>Cochlospermum planchonii</i> Hook. f. Planch	74

B. EXTRAITS NON VOLATILS	74
2.3. Les tiges feuillées.....	74
2.3.1. <i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R. Br.	74
2.3.2. <i>Canthium multiflora</i> (Sch et Thonn).....	74
2.4. Les écorces.....	75
2.4.1. <i>Syzygium rowlandii</i> Sprague.....	75
2.4.2. <i>Distemonanthus, Piptadeniastrum, Petersianthus et Gambeya</i>	75
2.4.3. <i>Fagara heitzii, Alstonia bonnei, Guibourtia ehie et Erythrophleum ivorense</i>	75
III. METHODE D'EXTRACTION DES COMPOSES	76
1. Extraction	76
1.1. Extraits organiques.....	76
1.2. Extrait aqueux	76
2. Etude chimique préliminaire des extraits de plantes.....	77
2.1. Etude qualitative des groupes chimiques.....	77
2.2. Extraction des composés phénoliques	77
2.2.1 <i>Dosages des composés phénoliques</i>	77
2.2.2. <i>Extraction des composés phénoliques</i>	78
A. HUILES ESSENTIELLES.....	80
IV. ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE	80
1. Chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	80
2. Couplage chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse	80
B. EXTRAITS NON VOLATILS.....	82
IV. ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE	82
1. Spectres UV	82
2. Spectres CPG/SM.....	82
3. Analyse quantitative	83
V. ETUDE DE L'ACTIVITE ANTIRADICALAIRE.....	83
VI. EVALUATION DES PROPRIETES ANTIMICROBIENNES.....	84
1. Test antifongique.....	84
1.1. Préparation des suspensions de microorganismes	84
1.2. Évaluation de l'activité antifongique	85
1.2.1. <i>Technique de diffusion en gélose</i>	85
1.2.2. <i>Effet sur la croissance des levures</i>	85
2. Test antibactériologique	85
2.1. Milieu de culture	85
2.2. Inoculum bactérien.....	86
2.3. Évaluation de l'activité antibactérienne.....	86
2.4. Détermination du diamètre d'inhibition.....	86
2.5. Microdilution	87
2.5.1. <i>Détermination des CMI</i>	87
2.5.2. <i>Détermination des CMB</i>	87
VII. ANALYSES STATISTIQUES.....	88

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION..... 89

A. LES HUILES ESSENTIELLES 91

1. Rendement 91

2. Composition chimique des huiles essentielles..... 91

2.1. *Cochlospermum planchonii* Hook. F. Ex. Planch E. 92

2.2. *Canarium schweinfurthii* Engl. 94

2.3. *Aucoumea klaineana* Pierre 96

2.4. *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam. 98

2.5. *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam 100

2.6. *Daniella klainei* Pierre 103

3. Activités biologiques des huiles essentielles 105

3.1. Activité antioxydante des huiles essentielles 105

3.1.1. *Canarium schweinfurthii* Engl. 105

3.1.2. *Aucoumea klaineana* Pierre 106

3.1.3. *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. 107

3.1.4. *Dacryodes edulis* 108

3.1.5. *Daniella klainei* Pierre 108

3.2. Activité antimicrobienne des huiles essentielles..... 109

3.2.1. *Canarium schweinfurthii* Engl. 109

3.2.2. *Aucoumea klaineana* Pierre 113

3.2.3. *Dacryodes edulis* 116

3.2.5. *Dacryodes buettneri* 121

3.2.6. *Daniella klainei* 123

B. EXTRAITS NON VOLATILS 128

I. ANALYSE PHYTOCHIMIQUE 128

1. Tests de caractérisation des constituants chimiques des extraits 128

2. Essai d'identification des composés majeurs..... 128

2.1. *Petersianthus macrocarpus* 128

2.2. *Gambeya africana* Pierre 128

2.3. *Alstonia bonnei* 130

2.4. *Canthium multiflora* (Sch et Thonn) Hiem 130

2.4.1. Extrait méthanolique..... 131

2.4.3. Composition chimique de l'extrait aqueux de *Canthium multiflora*..... 135

2.5. *Guirbourtia ehie* (A. Chev.) J. Léonard..... 135

2.6. *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.)..... 137

2.7. *Distemonanthus benthamianus* H. Baill..... 138

2.8. *Syzygium rowlandii* Prague..... 139

2.8.1. Composition chimique de l'extrait méthanolique 139

2.8.2. UV visible de l'extrait chloroformique 142

2.9. *Leucas martinicensis*..... 143

2.9.1. Composition chimique de l'extrait méthanolique 144

2.9.2. UV-Visible : Extrait chloroformique 146

2.9.3. L'extrait Chloroformique 147

2.10. *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr. 147

2.11. <i>Piptadeniastrum africanum</i>	148
2.12. <i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev.	148
II. ACTIVITE BIOLOGIQUE DES PLANTES MEDICINALES.	149
1. Activité antioxydante	149
1.1. Les teneurs en composés phénoliques	149
1.2. L'évaluation de la capacité antioxydante.....	149
1.3. <i>Leucas martinicensis</i>	149
1.4. <i>Canthium multiflora</i> (Sch et Thonn) Hiem.....	150
1.5. <i>Syzygium rowlandii</i> Prague.....	152
1.6. <i>Fagara heitzii</i> Aubr. & Pellegr	153
1.7. <i>Distemonanthus benthamianus</i> H. Baill	154
1.8. <i>Alstonia bonnei</i>	155
1.9. <i>Piptadeniastrum africanum</i>	156
1.10. <i>Gambeya africana</i>	157
1.11. <i>Petersianthus macrocarpus</i>	158
1.12. <i>Guibourtia ehie</i> (A. Chev.)	159
1.13. <i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev	160
2. Activité antimicrobienne des extraits non volatils	163
2.1. <i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R. Br.	163
2.2. <i>Syzygium rowlandii</i> Sprague.....	166
2.2.1. Zones d'inhibition des extraits de <i>Syzygium</i>	166
2.2.2. CMI et CMB des extraits de <i>Syzygium rowlandii</i>	168
2.3. <i>Canthium multiflora</i> (Sch et Thonn) Hiem.....	169
2.3.1. Zone d'inhibition des extraits de <i>Canthium multiflora</i>	169
2.3.2. CMI, CMB et CMF des extraits de <i>Canthium multiflora</i>	172
2.4. <i>Guibourtia ehie</i> (A. Chev.) J. Léonard	173
2.4.1. Diamètres d'inhibitions <i>Guibourtia ehie</i> en mm	173
2.4.2. CMI et CMB des extraits de <i>Guibourtia ehie</i>	175
2.5. <i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev. (Tali)	177
2.5.1. Diamètres d'inhibitions	177
2.5.2. CMI et CMB des extraits de Tali	178
2.6. <i>Alstonia bonnei</i>	179
2.6.1. Zones d'inhibitions des extraits de <i>Alstonia</i> en mm.....	179
2.6.2. CMI et CMB de <i>Alstonia bonnei</i>	181
2.7. <i>Piptadeniastrum africanum</i>	182
2.7.1. Diamètres d'inhibition des extraits de <i>P. africanum</i>	182
2.7.2. CMI et CMB des extraits de <i>P. africanum</i>	183
2.8. <i>Petersianthus macrocarpus</i>	185
2.8.1. Diamètres d'inhibition des extraits de <i>Petersianthus macrocarpus</i>	185
2.8.2. CMI et CMB des extraits de <i>Petersianthus macrocarpus</i>	187
2.9. <i>Fagara heitzii</i> Aubr. & Pellegr.	188
2.9.1. Zones d'inhibition des extraits de <i>Fagara heitzii</i>	188
2.9.2. CMI et CMB des extraits de <i>Fagara heitzii</i>	189
2.10. <i>Gambeya africana</i> Pierre	191
2.10.1. Zones d'inhibition de <i>Gambeya africana</i>	191
2.10.2. CMI et CMB des extraits de <i>Gambeya africana</i>	192

2.11. <i>Distemonanthus benthamanus</i> H. Baill.....	194
2.11.1. Diamètres d'inhibitions des extraits de <i>Distemonanthus</i>	194
2.11.2. CMI et CMB des extraits de <i>Distemonanthus</i>	196
CHAPITRE IV: CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	198
CHAPITRE V: REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	202
V: BIBLIOGRAPHIE	203
ANNEXES.....	216
ANNEXE 1: Carte du Burkina Faso.....	217
ANNEXE 2: Carte de la végétation du Gabon.....	218
ANNEXE 3: Fiche d'enquête	219
ANNEXE 4: Huiles essentielles.....	220
ANNEXE 5 : Screening chimiques des plantes.....	222
ANNEXE 6: Sensibilité aux antibiotiques et antifongiques	226
ANNEXE 6: Sensibilité aux antibiotiques et antifongiques	226
ANNEXE 7: Spectres de Masse des composés	227
ANNEXE 8 : Courbes d'étalonnage.....	228
ANNEXE 9 : Appareil de type clevenger.....	230
PUBLICATIONS	231
Liste des publications en rapport avec la thèse	232

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Quelques exemples de terpènes constituant des huiles essentielles	10
Figure 2: Biosynthèse de l'acide mévalonique	11
Figure 3: Principales voies biosynthétiques des constituants volatils naturels.....	13
Figure 4: Biosynthèse des sesquiterpènes	15
Figure 5: <i>Aucoumea klaineana</i> Pierre :	22
Figure 6: <i>Canarium schweinfurtchii</i> Engl	25
Figure 7: <i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) Guillaum ou Ozigo :	27
Figure 8: <i>Dacryodes edulis</i> G. Don ou <i>Pachylobus edulis</i> G. Don	29
Figure 9: Rameaux feuillés de <i>Cochlospermum planchonii</i> Hook. f.	31
Figure 10: Les coumarines et dérivés.....	35
Figure 11 : Structure de la visnadine: une pyrocoumarine	36
Figure 12: Structure chimique des flavonoides	36
Figure 13: Structure de la quercétine	37
Figure 14: Structure des hétérosides cardiotoniques	38
Figure 15: Structure des saponosides à génine triterpénique.....	38
Figure 16: Structure des saponosides à génine stéroïdique	39
Figure 17: Structure de l'acide polygalactique	39
Figure 18: Structure des alcaloïdes	41
Figure 19: Structure des tanins.....	42
Figure 20: Structure du cortisol : un glucocorticoïde	43
Figure 21: <i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R. Br.	44
Figure 22: <i>Canthium multiflora</i>	47
Figure 23: Tronc de <i>Fagara heitzii</i> Aubr. et Pellegr.	51
Figure 24: Fleurs de <i>Petersianthus macrocarpus</i>	54
Figure 25: <i>Alstonia bonnei</i> :	56
Figure 26: <i>Piptadenia africana</i> Hook.F.	58
Figure 27: Tronc de <i>Distemonanthus benthamianus</i> H. Baill.....	60
Figure 28: <i>Guibourtia ehie</i> (A. Chev.) :	62
Figure 29: Tronc de <i>Erythroleum ivorense</i> A. Chev (Tali)	65
Figure 30: Rôle des enzymes antioxydants dans le processus d'inactivation de l'ion peroxyde.....	68
Figure 31 : Structure de l'hydroxytoluène butylé ou BHT	69
Figure 32: Structure de la β -carotène	70
Figure 33: Rendement d'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles (en %).....	91
Figure 34: Distribution en pourcentage des composants de l'huile <i>C planchonii</i>	93
Figure 35: Distribution en pourcentage des composés de l'huile essentielle de <i>C schweinfurthii</i>	95
Figure 36: Distribution en pourcentage des composés existant dans l'huile de <i>A. klaineana</i>	98
Figure 37: Distribution en pourcentage des composés existant dans l'huile de <i>Dacryodes edulis</i>	102

Figure 38: Composés majoritaires de l'huile essentielle de résine de <i>D. klainei</i>	103
Figure 39: Capacité antioxydante de <i>Canarium schweinfurthii</i>	105
Figure 40: Capacité antioxydante de <i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	106
Figure 41: Capacité antioxydante de l'huile essentielle de <i>Dacryodes buettneri</i>	107
Figure 42: Capacité antioxydante de <i>Dacryodes edulis</i> G. Don.....	108
Figure 43: capacité antioxydante de <i>Daniella klainei</i> Pierre.....	109
Figure 44: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Gambeya africana</i>	129
Figure 45: SM et structure chimique de β -curbebène.....	130
Figure 46: Spectre UV de l'extrait méthanolique de <i>Canthium multiflora</i>	131
Figure 47: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Canthium multiflora</i>	131
Figure 48: SM et structure de sécolupan-3-ol	132
Figure 49: Spectre UV de l'extrait chloroformique de <i>Canthium multiflora</i>	133
Figure 50: CPG de l'extrait chloroformique de <i>Canthium multiflora</i>	133
Figure 51 : SM de 2,6-bis (1,1-diméthyléthyl)-4-méthyl phénol	134
Figure 52: Spectre UV de l'extrait aqueux de <i>Canthium multiflora</i>	135
Figure 53 : CPG de l'extrait méthanolique de <i>Guibourtia ehie</i>	136
Figure 54: SM de l'hexadécanoate de méthyle	136
Figure 55: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Piptadeniastrum africanum</i>	137
Figure 56: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Distemonanthus benthamanus</i> H. Baill	138
Figure 57: Spectre UV de l'extrait méthanolique de <i>Syzygium rowlandii</i>	139
Figure 58: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Syzygium rowlandii</i>	140
Figure 59: SM et Structure chimique de Chrysophanol	141
Figure 60: SM et structure chimique de Emodin.....	142
Figure 61: Spectre UV de l'extrait chloroformique de <i>Syzygium rowlandii</i>	142
Figure 62: Spectre UV de l'extrait aqueux de <i>Syzygium rowlandii</i>	143
Figure 63: Spectre UV de l'extrait méthanolique de <i>Leucas martinicensis</i>	144
Figure 64: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Leucas martinicensis</i>	145
Figure 65: SM de 5-méthyl-2-(1-méthyléthyl)-phénol.....	145
Figure 66: Spectre UV de l'extrait chloroformique de <i>Leucas martinicensis</i>	146
Figure 67: Spectre UV de l'extrait aqueux de <i>Leucas martinicensis</i>	146
Figure 68: CPG de l'extrait chloroformique de <i>Leucas martinicensis</i>	147
Figure 69: CPG de l'extrait méthanolique de <i>Fagara heitzii</i>	148

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Cochlospermum planchonii</i>	92
Tableau II: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.....	94
Tableau III: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Aucoumea klaineana</i>	97
Tableau IV: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Dacryodes buettneri</i>	99
Tableau V: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Dacryodes edulis</i>	101
Tableau VI: Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Daniella klainei</i>	104
Tableau VII: Diamètre d'inhibition de l'huile essentielle de <i>Canarium s.</i>	110
Tableau VIII: CMI, CMB et CMF de <i>Canarium schweinfurthii</i>	111
Tableau IX: Diamètres d'inhibition observés avec <i>Aucoumea klaineana</i> en mm.....	113
Tableau X: CMI et CMB de <i>Aucoumea klaineana</i>	115
Tableau XI: Diamètres d'inhibition observés avec <i>Dacryodes edulis</i> en mm	116
Tableau XII: Activité microbicide de l'huile essentielle de <i>Dacryodes edulis</i>	117
Tableau XIII: Diamètres d'inhibition de l'huile essentielle de <i>Cochlospermum planchonii</i>	119
Tableau XIV: CMI et CMB de <i>Cochlospermum planchonii</i>	120
Tableau XV: Diamètres d'inhibition de <i>Dacryodes buettneri</i>	122
Tableau XVI: CMI et CMB de <i>Dacryodes buettneri</i>	123
Tableau XVII: Diamètres d'inhibition de <i>Daniella klainei</i>	124
Tableau XVIII: CMI et CMB de <i>Daniella klainei</i>	125
Tableau XIX: composition chimique de l'extrait méthanolique de <i>Gambeya africana</i>	129
Tableau XX: Composition chimique de l'extrait méthanolique de <i>Canthium m.</i>	132
Tableau XXI: Composition chimique de l'extrait chloroformique de <i>Canthium m.</i>	134
Tableau XXII: Composition chimique des extraits de <i>Distemonanthus</i>	138
Tableau XXIII: Composition chimique des extraits de <i>Syzygium</i>	140
Tableau XXIV: Composition chimique des extraits de <i>Leucas</i>	144
Tableau XXV: Composition chimique des extraits de <i>Leucas</i>	147
Tableau XXVI: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de <i>Leucas</i>	149
Tableau XXVII: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de <i>Canthium</i>	151
Tableau XXVIII: Teneur en composés phénoliques et activité antioxydante de <i>Syzygium</i>	152
Tableau XXIX: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de <i>Fagara</i>	153
Tableau XXX: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de <i>Distemonanthus</i>	154
Tableau XXXI: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de <i>Alstonia</i>	155
Tableau XXXII: Teneur en polyphénols et activités antioxydante de <i>Piptadeniastrum</i>	156
Tableau XXXIII: Teneur en polyphénols et activité antioxydante de <i>Gambeya</i>	157
Tableau XXXIV: Teneur en polyphénols et activité antioxydante de <i>Petersianthus</i>	158
Tableau XXXV: Teneur en polyphénols et activité antioxydante de <i>Guibourtia</i>	159
Tableau XXXVI: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de <i>Erythropleum</i>	160
Tableau XXXVII: Diamètres d'inhibition de <i>Leucas</i>	163

Tableau XXXVIII: CMI, CMB et CMF de <i>Leucas m.</i> en µg/ml.....	165
Tableau XXXIX: Diamètres d'inhibition de <i>Syzygium</i> en mm.....	167
Tableau XL: CMI et CMB de <i>Syzygium</i> en mg/ml.	168
Tableau XLI: Diamètres d'inhibition de <i>Canthium</i> en mm	171
Tableau XLII: CMI, CMB et CMF de <i>Canthium</i> en µg/ml.....	172
Tableau XLIII: Diamètres d'inhibitions de <i>Guibourtia</i>	174
Tableau XLIV: CMI et CMB de <i>Guibourtia</i>	176
Tableau XLV: Diamètres d'inhibition de Tali en mm.....	177
Tableau XLVI: CMI et CMB de Tali en mg/ml.....	178
Tableau XLVII: Diamètres d'inhibition de <i>Alstonia</i> en mm.....	180
Tableau XLVIII: CMI et CMB de <i>Alstonia</i>	181
Tableau XLIX: Diamètres d'inhibition de <i>Piptadeniastrum</i>	182
Tableau L: CMI et CMB de <i>Piptadeniastrum</i>	184
Tableau LI: Diamètres d'inhibition de <i>Petersianthus</i> en mm.	185
Tableau LII: CMI et CMB de <i>Petersianthus</i>	187
Tableau LIII: Diamètres d'inhibition de <i>Fagara</i> en mm.	188
Tableau LIV: CMI et CMB de <i>Fagara</i>	190
Tableau LV: Diamètres d'inhibition de <i>Gambeya</i> en mm	191
Tableau LVI: CMI et CMB de <i>Gambeya</i>	193
Tableau LVII: Diamètres d'inhibition de <i>Distemonanthus</i> en mm.	194
Tableau LVIII: CMI et CMB de <i>Distemonanthus</i>	196

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les infections microbiennes sont des maladies dues au développement, chez l'homme ou l'animal, de bactéries ou de levures dont certaines espèces sont pathogènes. Au cours de la dernière décennie, un grand intérêt a été réservé à l'étude des microbes, tant de point de vue biologique, nosologique et thérapeutique. Cette importance donnée à l'étude des maladies microbiennes fait suite à l'apparition de la résistance des souches aux médicaments les plus communément utilisés [Balkis, 2002; Juj, 2002, Ramage, 2002, Rodero, 2002] et aux complications que ces germes produisent chez des patients à profil clinique particulier [Hirsch, 1985]. Ainsi les infections microbiennes autrefois qualifiées de banales, sont maintenant classées parmi les infections graves pouvant engendrer un taux élevé de mortalité et de morbidité chez les immunodéprimés et les diabétiques. La chimiothérapie antimicrobienne a montré une grande efficacité contre les infections superficielles. Cependant, les atteintes profondes restent les plus difficiles à traiter compte tenu de la cytotoxicité des antimicrobiens systémiques.

Les microorganismes responsables les plus fréquemment rencontrés sont: *E. coli*, et les genres *Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*, rarement *Vibrio cholerae* qui ne se trouvent que dans des zones bien définies [Stephen, 2001]. Au Burkina Faso, une étude réalisée sur les enfants de 0 à 5 ans hospitalisés ou consultés au Centre Hospitalier National Yalgado Ouédraogo a révélé que les germes les plus impliqués dans les gastro-entérites infantiles sont *E. coli* et les genres *Shigella*, *Salmonella* [Sanon, 1998]. Des résultats similaires ont été enregistrés par Bonfiglio et al (2002) qui ont travaillé au centre médical saint Camille de Ouagadougou.

A côté des infections microbiennes, les radicaux libres sont impliqués dans l'étiologie d'un grand nombre de pathologies qui sont maintenant considérées comme l'un des problèmes majeurs de santé publique. On note entre autre, l'arthrite, l'asthme, les rhumatismes, les néphrites, les cancers, l'athérosclérose, le diabète sucré, les lésions inflammatoires, les maladies à immunosuppression, les désordres métaboliques et les maladies d'Alzheimer [Tiwari, 2005]. Les radicaux libres sont des sous produits métaboliques des processus oxydatifs. Ils sont des espèces chimiques fortement réactives et potentiellement préjudiciables. Les cellules s'en protègent grâce à une variété d'enzymes ou de substances chimiques endogènes piègeuses des radicaux libres [Halliwell et Guteridge, 1990]. Lors d'un stress oxydatif, les radicaux libres non piégés induisent des dommages aux tissus.

Cependant, les végétaux présentent un potentiel antiradicalaire qui leur permettrait de jouer un rôle bénéfique en termes d'action préventive très importante pour la santé humaine et animale [Sabu et Kattan, 2002].

L'activité antiradicalaire des plantes a été démontrée *in vitro* avec des perspectives d'établissement de nouvelles drogues antiradicalaires. On assiste, ces dernières années, à un regain d'intérêt pour les plantes médicinales et aromatiques et pour leurs extraits [Sabu et Kattan, 2002].

L'OMS a estimé en 2007 qu'environ 80 % de la population des pays en voie de développement ont recourt à la médecine traditionnelle pour leur besoin de santé primaire. Au Gabon et au Burkina Faso, la médecine et la pharmacopée traditionnelles sont en majeure partie basée sur l'utilisation des plantes médicinales. En outre, c'est une pharmacopée qui s'appuie sur une flore africaine riche (environ 50.000 espèces de plantes supérieures connues sur les 250.000 existants dans le monde entier [Phillipson, 1986] et doit être étudiée en prenant en compte les aspects ethnobotanique, phytochimique et pharmacologique. Cependant, les inconvénients majeurs de cette utilisation traditionnelle de plantes révèlent le manque de précision des tradithérapeutes dans le diagnostic des affections et la posologie des préparations. Un aspect important de cette tradithérapie est l'ignorance totale des variations de la composition chimique des échantillons végétaux en fonction des saisons, des temps de récolte, et de conservation [Balansard, 1993].

La connaissance de l'utilisation de médicaments à base de plantes est importante, mais avec le nombre décroissant de guérisseurs traditionnels, la transmission de cette connaissance diminue progressivement. Il est bien connu que de lourdes menaces pèsent de nos jours sur les richesses de la forêt tropicale. Chaque année des milliers d'hectares de forêt équatoriale africaine disparaissent et avec ceux-ci d'innombrables espèces végétales et animales. L'exploitation sauvage des ressources naturelles risque de déclencher à plus ou moins long terme une catastrophe à l'échelle planétaire dont les dégâts seront inestimables. D'ici peu de temps, de nombreuses plantes disparaîtront sans avoir été étudiées scientifiquement et avec elles vraisemblablement aussi de nombreux principes actifs susceptibles de soigner des pathologies que la médecine occidentale moderne ne sait encore combattre de manière efficace [Walker et Sillans en 1976].

Une autre menace, toute aussi grave, pèse sur la transmission des savoirs accumulés. Le modernisme occasionne une modification profonde du rapport entre les hommes et la forêt. Le monde rural se transforme, l'homme en adoptant d'autres modes de vie devient moins dépendant de la forêt. L'école moderne se substitue de plus en plus à l'école de la forêt. Les nouveaux moyens de transport et de communication ont ouvert des brèches dans la forteresse verte.

L'économie des villages se modifie et de nouvelles habitudes alimentaires s'installent. Les centres d'intérêt se déplacent et l'on assiste à l'abandon progressif des valeurs traditionnelles. Un effort de transcription du savoir-faire traditionnel doit être fait. À cette fin, Walker et Sillans en 1976, ont recensé les plantes utiles du Gabon.

Gelfand et ses collaborateurs ont édité en 1985 un aperçu ethnobotanique des plantes médicinales employées par les praticiens traditionnels dans l'ensemble du Zimbabwe. Nacoulma et ses collaborateurs, en 1996 ont recensé des plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso, cas du plateau central Mossi.

L'allemand Hans Dieter Neuwinger est bien connu pour son expérience sur les plantes médicinales utilisées en Afrique dénombre 5400 espèces à usage pharmaceutique. Par une énumération de plantes, préparations et indications, le livre fournit des informations détaillées de la pratique médicale du guérisseur traditionnel. Ces informations constituent une base pour la recherche sur les aspects pharmacologiques et phytochimiques de médicaments à base de plantes, et pour la validation de leurs avantages thérapeutiques et de leur innocuité [Hans, 2000].

Au regard de ce qui précède, la végétation gabonaise est constituée globalement de neuf grands types de formations végétales. Cette diversité explique ses nombreuses potentialités dans le domaine de l'exploitation des espèces végétales. Il convient de souligner que, contrairement aux autres pays de la sous région, le Gabon, à l'aube des indépendances vers 1968, exploitait déjà industriellement ses ressources végétales, mais cette exploitation restait exclusivement orientée vers un seul secteur, celui de la production du bois de construction. Le Burkina Faso est situé dans la région phytogéographique soudano zambézienne. Au regard de la pluviométrie, de la durée de la saison sèche, de la végétation et de la flore, le territoire national est découpé en deux grands domaines phytogéographiques sahélien et soudanien. Aujourd'hui, le secteur soudano-guinéen est le plus sollicité par les agriculteurs, les éleveurs et les bûcherons. Il est le site des formations végétales naturelles du pays relativement bien conservées. Une politique nationale de conservation et de valorisation d'essences végétales est actuellement bien suivie par l'Etat en particulier les forêts classées. C'est dans le cadre de la valorisation des ressources végétales qu'un vaste programme de recherche, visant à inventorier toutes les espèces végétales susceptibles à potentialité thérapeutique a été mis en place en Afrique, particulièrement au Gabon et au Burkina Faso. A cet effet, nous apportons notre modeste contribution à ce vaste programme par le présent travail que nous avons intitulé : Etude phytochimique, activités antioxydante et antimicrobienne de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines.

Ce travail reposant sur 16 plantes très peu étudiées, n'est qu'une des étapes du programme de prospection et de valorisation des plantes à huiles essentielles et plantes médicinales susceptibles d'être exploitées, dans le domaine médical ou industriel, pour la production d'huiles essentielles et de phytomédicaments à propriétés antiradicalaires et antimicrobiennes. Il est constitué de quatre parties :

- la première partie présente les généralités sur les plantes à huiles essentielles et les plantes médicinales ;
- la deuxième partie est consacrée aux matériels et méthodes ;
- la troisième partie concerne les résultats et discussion ;
- Dans la quatrième partie nous présenterons la conclusion générale et les perspectives.

Notre étude a été fondée sur les objectifs suivants :

1. Objectif général

L'objectif général de ce travail est la validation expérimentale et la valorisation scientifique des données sur les potentialités thérapeutiques de quelques plantes africaines utilisées en médecine traditionnelle.

2. Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, cette étude va consister à:

- Recenser et identifier les plantes antimicrobiennes à travers une enquête ethnobotanique réalisée auprès des tradipraticiens, des herboristes et phytothérapeutes ;
- Réaliser une étude phytochimique sur des plantes sélectionnées en utilisant des méthodes d'extraction, de caractérisation et d'identification ;
- Réaliser une analyse quantitative et qualitative des extraits et des huiles essentielles ;
- Réaliser une étude pharmacologique permettant d'évaluer leur activité antimicrobienne ;
- Comparer la sensibilité des souches sauvages et des souches de référence aux effets des extraits et des huiles essentielles ;
- Evaluer les propriétés antioxydantes *in vitro* des extraits et des huiles essentielles.

CHAPITRE I : GENERALITES

PARTIE A :

GENERALITES SUR

LES HUILES ESSENTIELLES

1. Historique

L'histoire des plantes aromatiques est souvent liée à celle de l'humanité. Déjà, depuis l'Égypte antique (environ quatre mille cinq cents ans avant Jésus Christ), l'homme utilise largement les huiles balsamiques, les onguents parfumés, les résines aromatiques, les épices et les végétaux odoriférants en rites, en magie, en thérapeutique, en alimentation ainsi que dans les pratiques de la vie courante. La distillation des huiles essentielles commence en Orient, les premières bases de préparation des huiles essentielles ont été développées en Inde, en Perse et en Égypte [Ntezurubanza, 2000].

En Égypte entre 3000 et 2000 ans avant Jésus Christ, une méthode rudimentaire de distillation des huiles était utilisée. Les perses mirent au point vers 1000 ans avant notre ère, la technique de distillation de la première huile pure, l'huile de *Rosa centiflora*. Une prescription qui remonte à 4000 avant notre ère, en Mésopotamie, fait mention de l'huile essentielle de cèdre comme remède pour lutter contre les épidémies. A la fin du 19^e siècle, les procédés de fabrication des huiles essentielles étaient amenés à la quasi perfection, mais n'apportaient rien à la connaissance de leur composition intime. Il fallut attendre les travaux de Wallach (1880-1914) pour commencer à connaître en partie la composition des huiles essentielles.

Depuis, avec le développement fulgurant des méthodes d'analyse au cours des vingt dernières années les connaissances, dans le domaine des substances odorantes volatiles, ont eu un accroissement quasi exponentiel. On connaît actuellement plusieurs centaines de monoterpénoïdes, tandis que dans le groupe des sesquiterpènes où, il y a vingt ans, une trentaine de structures seulement avait été élucidée. On connaît actuellement près d'un millier de composés répartis en 200 squelettes [Teisserie, 1991 ; Paris, 1976].

2. Définition

Les huiles essentielles ou simplement essences sont des produits aromatiques légers volatils ; généralement liquides à température ambiante et insolubles dans l'eau [Ntezurubanza, 2000]. Elles se caractérisent par leur odeur, spécifique des plantes ou des organes végétaux dont elles proviennent et qui leur donnent une valeur économique comme matière première pour l'industrie des parfums et des cosmétiques. L'huile essentielle est un mélange de produits ou un produit obtenu à partir d'une matière d'origine végétale, soit par expression de l'épicarpe des citrus soit par distillation à sec.

Cette définition assez restrictive exclut autant les produits obtenus par extraction à l'aide des solvants organiques que ceux obtenus par d'autres procédés (fluide, enfleurage). Les produits obtenus par ces procédés ont une grande importance dans les domaines comme la parapharmacie, la parfumerie, la cosmétique, l'agroalimentaire, l'industrie pharmaceutique [Djibo, 2000]. Il est important de définir certains termes utilisés pour désigner ces produits.

Les teintures sont des mélanges de produits obtenus par la macération de la matière végétale dans un alcool pur ou de titre variable.

Les concrètes sont des extraits à odeur caractéristique obtenus par extraction à l'aide d'un solvant organique, de la matière végétale fraîche.

Les absolues résultent de l'extraction des concrètes par l'alcool à la température ambiante.

Les résinoïdes sont obtenus par extraction de la matière végétale sèche par un solvant organique.

Les pommades florales sont des corps gras parfumés obtenus à partir des fleurs, soit par enfleurage à froid (diffusion des composés odorants des fleurs dans les corps gras), soit par enfleurage à chaud (digestion ou immersion des fleurs dans les corps gras fondus) [AFNOR, 1986].

3. Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges de constituants dont les principaux sont des carbures terpéniques (aliphatiques, mono, bis et parfois tricycliques) et leurs dérivés oxygénés (alcools, aldéhydes, cétones, oxydes et/ou peroxydes). On rencontre aussi dans les huiles essentielles des composés acycliques linéaires comme des acides organiques à faible poids moléculaire (acide formique, acide acétique), des carbures terpéniques et sesquiterpéniques (limonène, zingibérène), aldéhydes, alcools (linalol, sabinol), cétones (camphre, leptospermone), phénols (thymol, eugénol), éthers (anéthol, eucalyptol). On trouve enfin des coumarines (bergaptènes, ombelliférones) et des produits de structures irrégulières pouvant contenir des atomes d'azote (dérivés indoliques) ou de soufre (polythiophènes, allyl et aryl isothiocyanates [Paris, 1976].

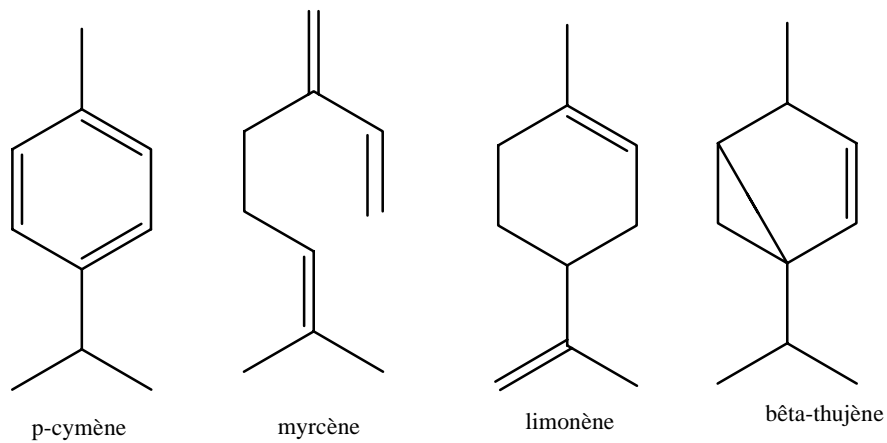


Figure 1a : Monoterpènes hydrocarbonés

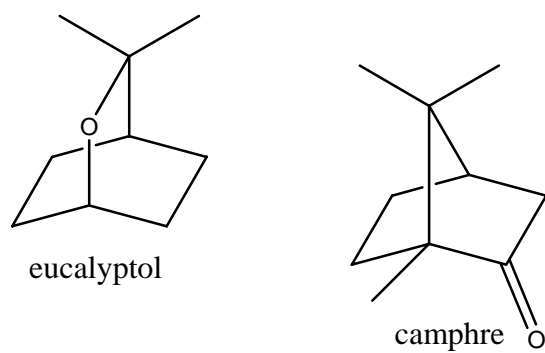
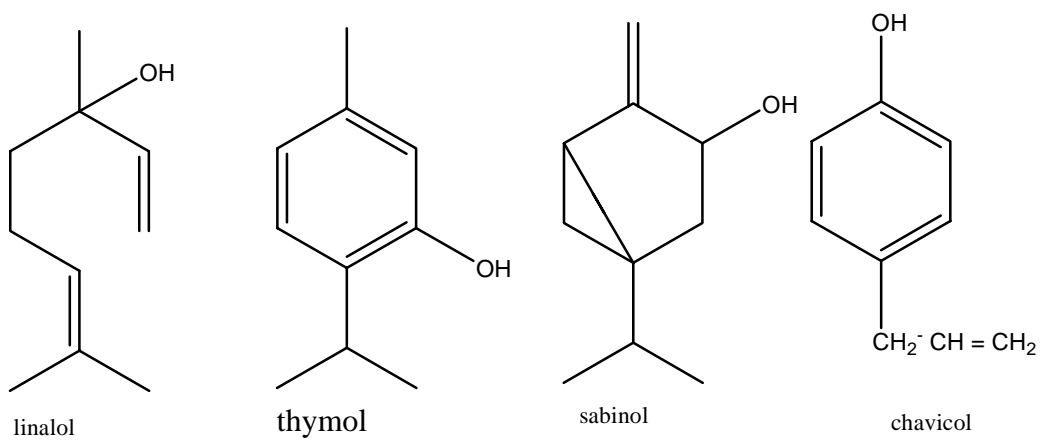


Figure 1b : Monoterpènes oxygénés

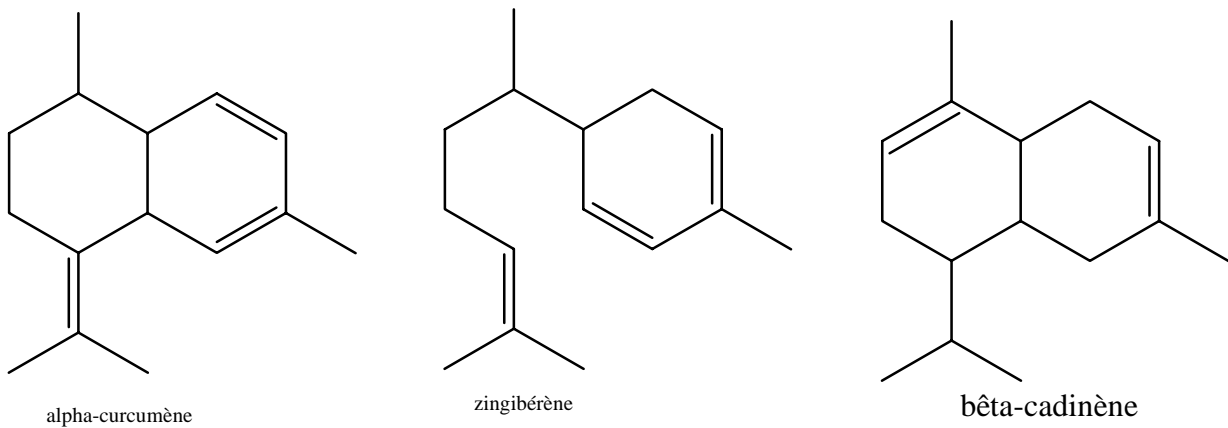


Figure 1c : Sesquiterpènes hydrocarbonés

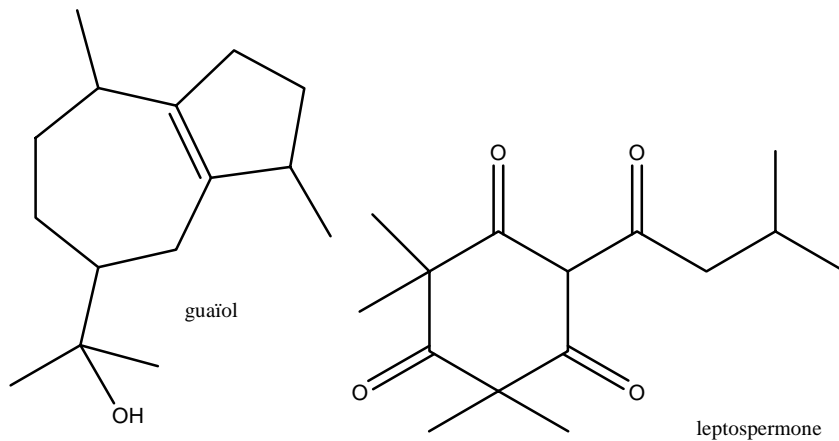


Figure 1d : Sesquiterpènes oxygénés

Figure 1: Quelques exemples de terpènes constituant des huiles essentielles
(D'après Teisserie, 1991 ; Lamarti et *al.*, 1994)

4. Origine, rôle et localisation des composés volatils

4.1. Origine

Plusieurs hypothèses ont été avancées pour essayer d'expliquer l'origine des huiles essentielles dans la plante. Parmi celles-ci, nous citerons celles de Emde (1921) qui considère les huiles essentielles comme résultant d'un processus physiologique initié à partir des sucres présents dans la plante.

Ce processus aboutit à la formation des composés qui par la suite vont subir des oxydations, des estérifications, des isomérisations ou des cyclisations contrôlées par des enzymes spécifiques. L'ensemble de ces transformations explique la diversité de ces composés. Francesco (1928) soutient, que les huiles essentielles sont des résidus du métabolisme des sucres, des protéines ou de certains acides aminés [Boyom, 1992].

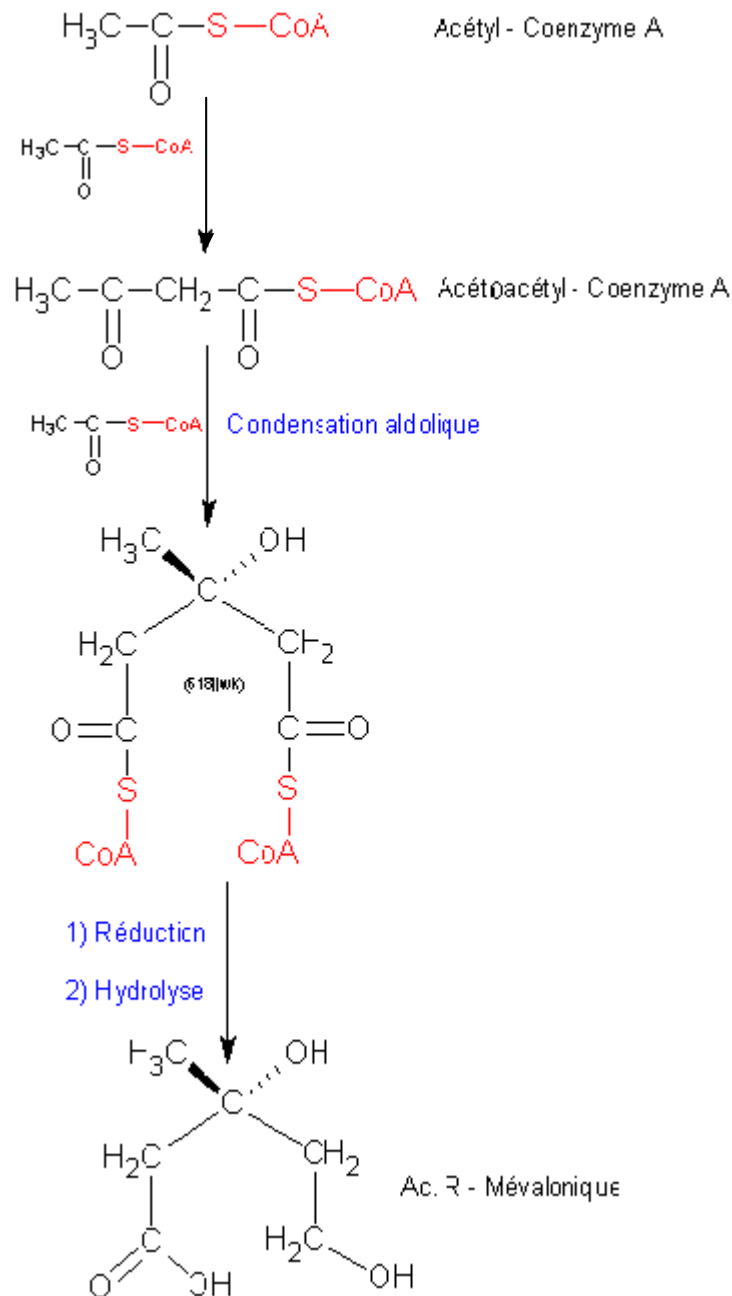


Figure 2: Biosynthèse de l'acide mévalonique
(D'après Boyom et al., 1992 ; Lamarti et al., 1994)

Actuellement, il est admis que deux voies métaboliques secondaires conduisent à la formation des différents constituants des huiles essentielles: La voie de l'acide mévalonique qui conduit à la formation des constituants isopréniques. La voie de l'acide shikimique, précurseur des composés aromatiques. Les systèmes enzymatiques situés en aval de l'acide mévalonique peuvent être rangés en deux grandes catégories hydrosolubles et membranaires. Ces derniers permettent l'élongation de la chaîne isoprénique conduisant à l'éventail des composés terpéniques à 10, 15, 20 et 30 atomes de carbones. Les enzymes impliquées sont, d'une part, une isomérase et, d'autre part, une ou plusieurs prényltransférases [Lamarti et *al.*, 1994].

La figure 2 donne les principales voies biosynthétiques des constituants volatils naturels. La condensation entre l'IPP et le DMAP conduit au géranylpyrophosphate (GPP) à partir duquel, par une série de réactions catalysées par différentes enzymes, vont se former des monoterpènes acycliques. Une nouvelle condensation entre DMAP et le GPP conduit au Farnésylpyrophosphate (FPP), précurseur des sesquiterpènes. Enfin l'alkylation du FPP par DMAP donne le précurseur des diterpènes : le geranylgéranylpyrophosphate (GGPP) [Lamarti et *al.*, 1994].

Cyclisation : La farnésylpyrophosphate, sous deux configurations le (2Z, 6E) et le (2E, 6E) est à l'origine de la quasi totalité des constituants sesquiterpéniques. Chez la plante, ces cyclisations sont elles aussi catalysées par des enzymes appelés cyclases.

A partir d'un même précurseur acyclique, des cyclases spécifiques produisent différents squelettes. A l'heure actuelle les difficultés d'isolement de ces enzymes induisent un doute quant à leur rôle dans la catalyse spécifique. On ne sait pas s'il existe une cyclisation pour chaque composé formé, si une même cyclase peut conduire au même produit dans deux espèces végétales différentes, si certaines cyclases sont capables de former individuellement plusieurs squelettes [Lamarti et *al.*, 1994].

Les monoterpènes cycliques : Les monoterpènes cycliques sont présumés être formés à partir du pyrophosphate de géranyle après transposition allylique pour donner des pyrophosphates de néryle. Un petit groupe de monoterpènes dont le squelette carboné n'obéit pas à la règle isoprenique a été isolé de plantes. Le pyrophosphate de chrysanthémol est considéré comme le précurseur potentiel

de ces monoterpènes acycliques irréguliers par réarrangement du cation cyclopropylcarbinyle [Dubey, 2003 ; Lamarti., 1994].

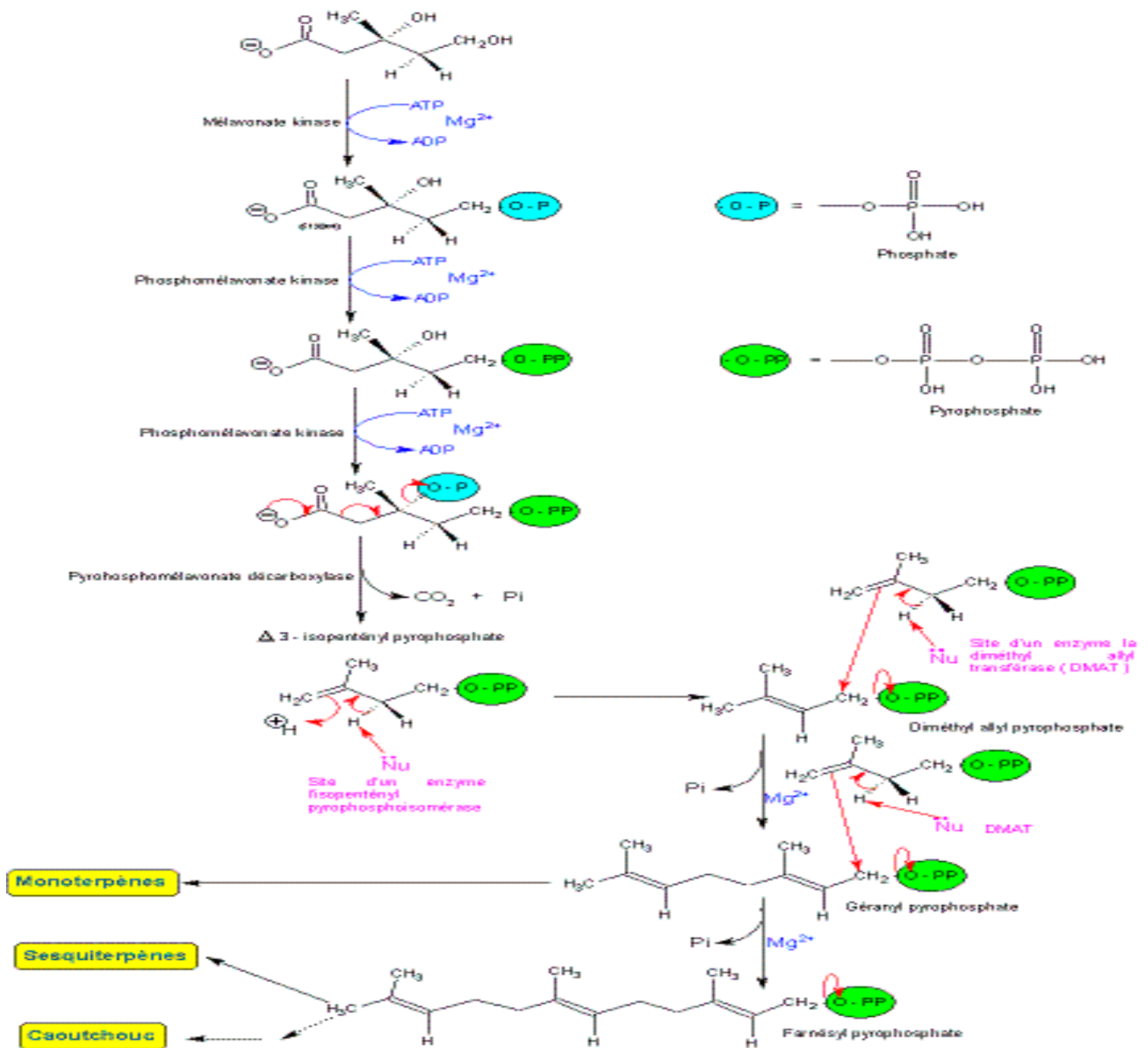


Figure 3: Principales voies biosynthétiques des constituants volatils naturels
(D'après Dubey, 2003 ; Lamarti., 1994)

Sesquiterpènes et Sesquiterpénoïdes

Les sesquiterpènes dérivent du pyrophosphate de farnésyle. Ces composés présentent une variété de squelette carboné sans commune mesure avec les autres groupes. Ces squelettes linéaires, mono- ou polycycliques résultent du réarrangement de trois carbocations obtenus à partir du cis, trans- et trans, trans-formésylpyrophosphate et du nérolidylpyrophosphate formé par transposition allylique [Dubey, 2003 ; Lamarti., 1994].

Ainsi le carbocation 1 peut soit se cycliser pour conduire au squelette carbone du bicyclopermacrane, précurseur de squelettes à 3 cycles, soit évolué vers la formation de 2 autres carbocations qui à leur tour se réarrangent. Les quelques exemples de sesquiterpènes ou sesquiterpénoïdes représentés dans la figure 2 montrent l'extrême diversité de ces composés.

Réactions secondaires

Une fois les squelettes formés, des réactions secondaires peuvent intervenir telles que; les réactions d'aromatization, d'oxydation, de réduction, de déshydrogénation, d'élimination. Elles sont aussi catalysées par des enzymes spécifiques : oxydases, déshydrogénases, réductases. De toute façon, on obtient des hydrocarbures mono, sesqui et parfois diterpéniques fréquemment accompagnés de leurs dérivés oxygénés [Dubey et *al.*, 2003].

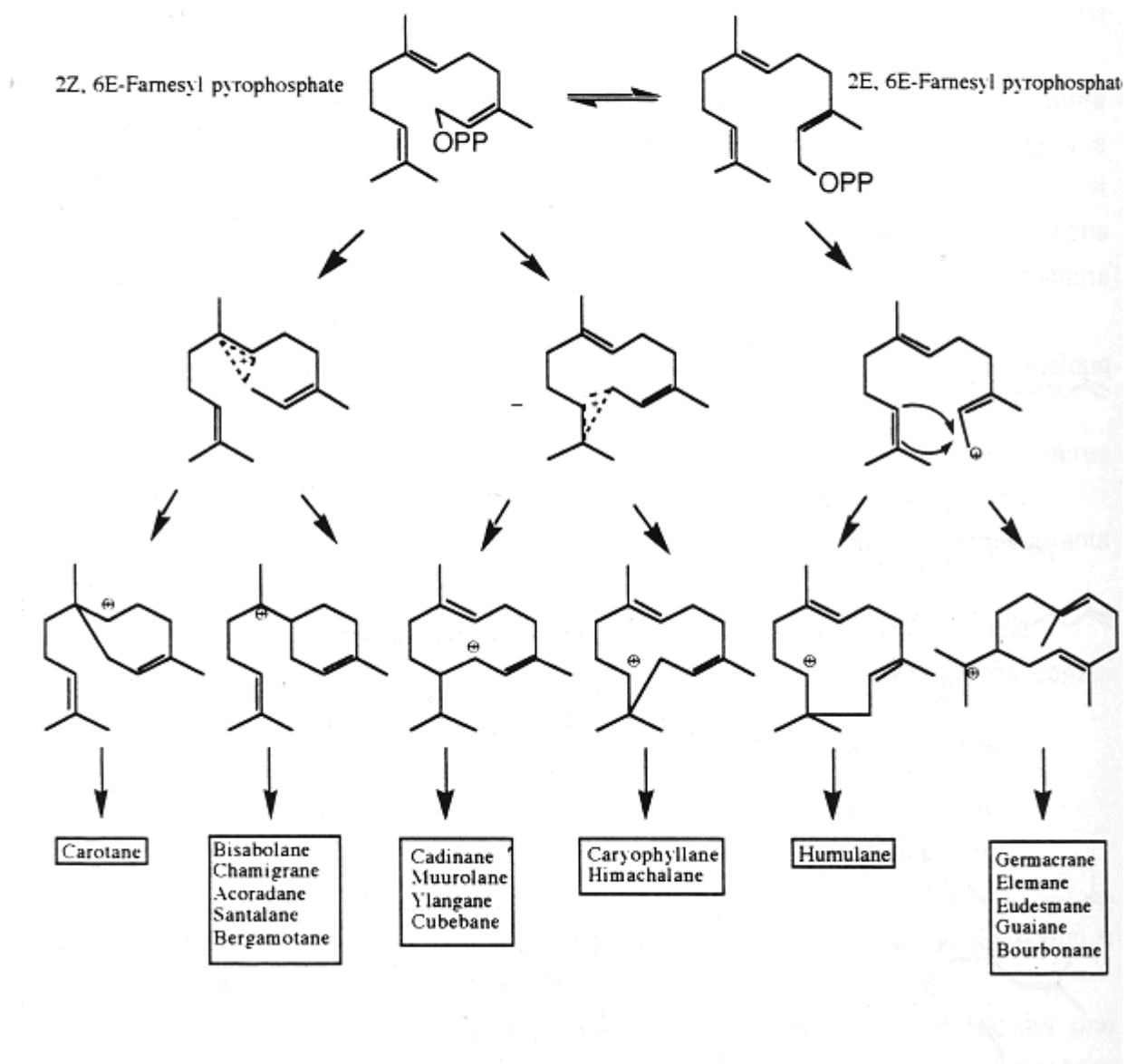


Figure 4: Biosynthèse des sesquiterpènes
(D'après Dubey, 2003 ; Lamarti., 1994)

4.2. Rôle des huiles essentielles dans la plante

Longtemps considérés comme métabolites secondaires, les constituants volatils ont un rôle encore mal défini dans la plante. Nous nous contenterons d'énumérer ici quelques hypothèses. Indépendamment des théories avancées, il semble que les compositions très variées des huiles essentielles autorisent des messages complexes et sélectifs si bien que chercher un rôle propre à chaque constituant paraît illusoire.

D'après Verschaffelt (1910) et Sathl (1911), les essences constituent un moyen de défense contre les prédateurs en modulant les comportements trophiques de ceux-ci vis à vis des plantes [Verschaffelt, 1915].

Les constituants des huiles essentielles sont considérés par Lutz comme des modérateurs des réactions d'oxydation intramoléculaire protégeant la plante contre les agents atmosphériques. Selon lui, certains de ces composés se comportent aussi comme source d'énergie à la suite d'une baisse de l'assimilation chlorophyllienne [Lutz, 1940].

Bouquet considère que certains de ces produits seraient des composés intermédiaires du métabolisme et qu'ils se trouveraient à l'état libre durant certaines périodes en relation avec l'activité végétale de la plante [Bouquet, 1972].

Les travaux de Nicholas ont montré que les mono et sesquiterpènes peuvent jouer des rôles aussi importants dans la relation des plantes avec leur environnement. C'est le cas du 1,8-cinéole et du camphre qui inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes [Nicholas, 1973].

Erman dégage lui, le rôle incontestable des huiles essentielles dans la pollinisation et la dispersion des diaspores grâce à leur pouvoir attracteur sur les insectes pollinisateurs, relation d'une grande importance écologique et physiologique [Erman, 1985].

Bruneton estime que la volatilité et l'odeur marquée de ces essences en font des éléments de la communication chimique [Bruneton, 1987].

Enfin, une mise au point de Croteau montre que les huiles volatiles auraient en réalité un rôle de mobilisateur d'énergie lumineuse et de régulateur thermique au profit de la plante. Elles réguleraient la transpiration diurne en absorbant les rayons ultraviolets par leurs constituants insaturés. La présence et la teneur des plantes en huile essentielle seraient donc en rapport avec la photochimie [Croteau, 1986].

Indépendamment des théories avancées ci-dessus, il semble que les compositions très variées des huiles essentielles autorisent des messages complexes et sélectifs si bien que chercher un rôle propre à chaque constituant paraît illusoire.

4.3. Localisation dans les plantes

Les huiles essentielles se rencontrent dans tout le règne végétal. Elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles : Conifères, Rutaceae, Ombellifères, Myrtaceae, Lamiaceae, Annonaceae. Tous les organes peuvent en renfermer : les sommités fleuries (Lavandes, Menthes, Mélisse), les racines ou rhizomes (Vétiver, Gingembre), les écorces (Cannelles), les fleurs (Ylang-ylang), le bois (Camphrier), les fruits (Persil, Citrus), les grains (Poivre). A noter que dans la même espèce, on peut rencontrer les huiles essentielles simultanément dans des organes différents et que la composition de celle-ci peut varier d'un organe à l'autre. En outre, cette composition peut varier dans une même espèce selon les conditions climatiques et édaphiques du lieu de récolte. Le plus souvent, en climat chaud, la teneur en huile essentielle est plus élevée [Mahmout, 1992].

Dans l'organe de la plante, les huiles essentielles peuvent se former dans des cellules non différenciées ou plus grosses (Lauranceae, Magnolaceae). Généralement, elles sont localisées dans des organes sécréteurs, variables suivant les familles botaniques : Poils de Lamiaceae et des composés : l'huile essentielle s'accumule sous la cuticule, poche sécrétrice schizogènes des Myrtaceae, résultant de la division répétée d'une cellule et de l'écartement des cellules filles laissant. Un méat où s'accumule l'essence, poche schizogène (Rutaceae) où il y a d'abord formation d'un méat, puis lyse d'une partie du tissu sécréteur de bordure, canaux sécréteurs (Conifères, Térébinthaceae) [Paris, 1976 ; Boyom, 1992]. On désigne par essence, les produits odorants non préformés chez le végétal, mais provenant de l'hydrolyse enzymatique d'hétérosides (essence d'amandes amères, essence sulfurées des crucifères) [Paris, 1976].

5. Domaine d'utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont étroitement liées à l'histoire de l'humanité. En effet depuis les anciennes civilisations, l'homme utilise les substances odorantes à chaque instant de sa vie quotidienne, les principaux domaines d'application étant les suivants :

5.1. L'alimentation

Les huiles essentielles entrent dans la composition des aliments sous formes d'arômes ou d'épices et parfois comme condiments. C'est le cas des Ocimums (les basilics), du *Zingiber officinalis* (gingembre), du *Petroselinum crispum* (persil), des piper (poivre), des extraits des Citrus.

5.2. L'industrie cosmétique

C'est l'un des plus grands consommateurs des substances odorantes. En effet, les produits de toilettes (parfums, savons, laits, shampooings, pâtes et poudres, dentifrices), seront appréciés selon leur fragrance. L'homme étant toujours à la recherche de sensations nouvelles, les industries de la parfumerie et la cosmétique utilisent abondamment les substances odorantes volatiles pour l'élaboration des gammes de produits de plus en plus diversifiés.

5.3. Domaine médical

L'emploi des huiles essentielles en thérapeutique est lié à leurs propriétés pharmacodynamiques diverses et souvent marquées. Parmi les plantes à huiles essentielles, on trouve les antiseptiques surtout employés dans les maladies des voies respiratoires ou urinaires, certaines sont eupeptiques et carminatives (régularisent la digestion), d'autres agissent comme stimulants du système nerveux central, pouvant provoquer des convulsions à hautes doses. Leurs actions antispasmodiques, cholérétiques, stomachiques et vermifuges ne sont pas non plus, à négliger. A noter aussi les huiles essentielles renfermant la thuyone, le sabinol ou le méthyle-nonyl-cétone qui présentent des effets emménagogues et abortifs à faible dose. C'est le cas des huiles essentielles de *Ruta graveolens*, de *Artemisia absinthum* et de *Tanacetum vulgare* [Paris, 1976 ; Walker, 1961 ; Pharmacopée Française, 1991]. Les huiles essentielles renferment des substances antivirales [Herman, 1993].

Elles ont aussi des propriétés antifongiques dues au menthol, au néomenthol, à la menthone et à l'acétate de menthyle. L'activité antifongique a été mise en évidence sur *Aspergillus flavus*, *Aspergillus sulphurens*, *Aspergillus fumigatus*, *Mucor fragilis*. L'activité antibactérienne a également été testée par Tassou en 1995, Bassolé en 2003. Les huiles essentielles ont des activités antioxydantes signalées par Özer et collaborateurs en 2007.

6. Extraction des huiles essentielles

La grande diversité des propriétés physico-chimiques de ces composés permet d'utiliser plusieurs techniques d'extraction. Elles seront sélectionnées en fonction de la composition chimique de l'huile essentielle ou de l'organe de la plante à extraire. Les principales méthodes d'extraction couramment utilisées sont :

L'extraction au CO₂ : dans cette technique, un courant de CO₂ à forte pression sur la matière végétale fait éclater les poches à essence et entraîne les huiles que l'on récupère en l'état. L'extraction se fait à la température de liquéfaction du gaz.

L'extraction au solvant (pentane, hexane, éther de pétrole): choisie en fonction de la solubilité des composés que l'on désire obtenir, la matière végétale est soumise à macération pendant quelques heures.

L'expression : c'est une technique physique surtout réservé aux agrumes et qui consiste à écraser les zestes pour en extraire les essences. Les composés volatils ne subissent aucune modification chimique.

L'enfleurage: les fleurs sont mélangées à des graisses puis les huiles sont récupérées par dissolution dans l'alcool.

La macération : les plantes macèrent dans des huiles et l'on récupère les composés liposolubles.

L'entraînement à la vapeur d'eau : c'est une technique plus utilisée à l'industrie et un procédé rigoureux d'obtention des huiles essentielles. La plante peut être mise directement en contact avec de l'eau qui est chauffée ou placée sur la grille perforée d'un alambic et épuisée à la vapeur [Dubey, 2003 ; Lamarti., 1994].

8. Méthodes et techniques expérimentales utilisées

Toutes les huiles essentielles étudiées ont été obtenues par hydrodistillation avec un appareil de type cleverger (voir annexe 9). Le matériel végétal sec est broyé, pesé et introduit dans le ballon avec une quantité d'eau 3 fois celle du matériel pesé, et le mélange est porté à ébullition. Les vapeurs se condensent au niveau du réfrigérant et le distillat recueilli se décante dans le séparateur en deux phases. La phase supérieure est constituée de l'huile essentielle tandis que la phase aqueuse inférieure est recyclée dans le réacteur pendant toute la durée de la distillation. Le volume d'huile est lu directement dans la tubulure graduée. L'huile est ensuite décantée, séchée

sur du sulfate de sodium anhydre, filtrée et conservée dans un flacon hermétique à 4°C au réfrigérateur [Dubey, 2003 ; Lamarti., 1994].

9. Rendement

Le rendement d'une extraction est calculé à partir de la formule suivante :

$$R = \frac{\text{Masse d'huile (g)}}{\text{Masse de matériel végétal (g)}} \times 100$$

10. Analyse des huiles essentielles

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles sont réalisées par chromatographie en phase gazeuse et par couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse. Les composés sont identifiés par comparaison de leur spectre de masse et indices de rétention avec ceux de la littérature [Mc Lafferty et Stauffer, 1989 ; Adams, 2001 ; Joulain et König, 1998].

I. Plantes utilisées comme sources d'huiles essentielles

1. Burseraceae

Les Burseraceae appartiennent à une famille de plantes dicotylédones. Selon Watson & Dallwitz, 1986, elle comprend 500 espèces réparties en 17 genres.

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Sapindales
Famille :	Burseraceae (Kunth, 1824)

Sources : www.wiki/Image:Bursera_simaruba0.jpg; www.wiki/Image:Bursera_simaruba0.jpg

Ce sont des arbres ou des arbustes résineux des régions subtropicales à tropicales. Certaines espèces, originaires d'Arabie, d'Afrique de l'Est et d'Inde, du genre *Boswellia* sont à l'origine de l'encens alors que dans le genre *Commiphora*, on rencontre l'espèce qui donne la myrrhe, *Commiphora myrrha*, l'arbre à myrrhe.

1.1. *Aucoumea klaineana* Pierre

Genre : *Aucoumea*

Espèce : *klaineana*

Dénominations

Les dénominations commerciales officielles sont Okoumé (France), Gaboon (Angleterre). Les noms vernaculaires au Gabon sont: Agoula (Fang) ; Moukoumi (Eschira), N'koumi (Bavili). Okumé (mpongwès, galoa, nkomi, orungu, ivéa, mitsogo) ; ogumé (apindji), ungumu (béséki), mungumi (bavili, baduma, banzabi, masangu), ngumé (bavové), bokumé (benga), mukumi (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, balumbu), nkumi (loango), mokumu, opfumu (mindumu), nguma (bakota), muni (ngowé) [Walker et Sillans, 1961].

Habitat

L'Okoumé possède une aire très restreinte. C'est un arbre essentiellement gabonais, qui se retrouve au Nord sur une partie de la Guinée espagnole et au Sud dans la portion occidentale du Moyen-Congo. Il atteint son maximum de fréquence dans la région côtière; ce qui laisse supposer que son centre de dispersion, était sur les terres colmatées et exondées des alluvions deltaïques et lacustres du Gabon maritime (Figure 5a).

L'Okoumé est un arbre caractéristique des forêts de type équatorial, d'origine secondaire, qu'il colonise; il forme des peuplements naturels presque purs sur les plantations abandonnées et il se régénère facilement sur les anciens chantiers de coupe. On le trouve abondamment sur les confins de la grande forêt où il reste disséminé et se régénère mal. A partir de 200 mètres d'altitude les peuplements denses deviennent rares et les arbres sont de moins belle venue; à partir de 500 mètres l'Okoumé ne croit plus guère qu'à l'état isolé et sa forme devient franchement défectueuse [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Description de l'arbre

Arbre de première grandeur, l'Okoumé possède à partir de 15 ans des contreforts très variables, en forme et en dimension, selon l'âge et suivant la nature du sol. Sur certains arbres des accutements aliformes nombreux et minces s'élèvent 2-3 mètres au-dessus du sol, mais le plus souvent les sujets adultes présentent seulement de forts apaisements à la base. Le fût cylindrique est rarement très droit et donne en moyenne 8,5 mètres cubes de bois commercial en 2 ou 4 billes.

La couronne très large est formée de branches dressées sinueuses, très ramifiées et la cime globuleuse prend une teinte rouge vif en octobre ou en décembre-janvier [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

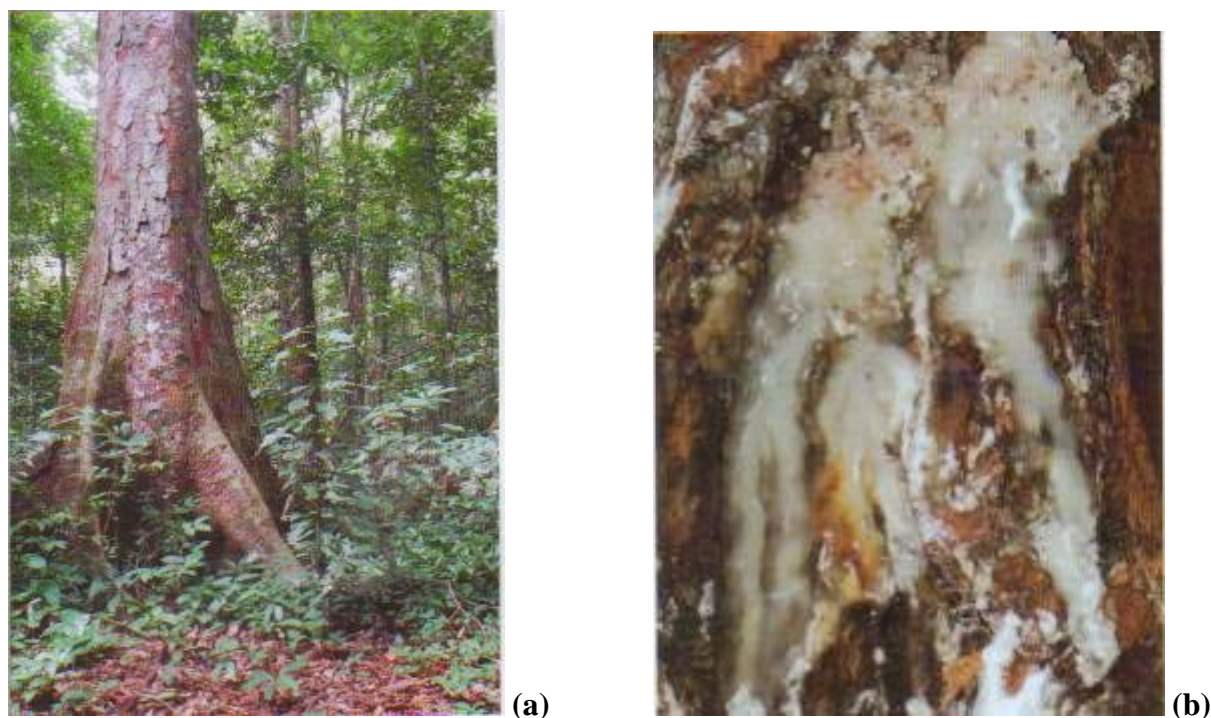


Figure 5: *Aucoumea klaineana* Pierre :
a) Plante Okoumé, b) Résine

Photos prises par Obame L. C. à l'arboretum de Sibang Libreville le 12/11/2006

L'écorce est lisse de teinte générale rouge lie de vin avec des lichens en taches horizontales blanches, jaunes, brunes ou rouges dans le jeune âge, puis craquelée et s'exfolie en grandes écailles épaisses, allongées verticalement, de teinte brun rougeâtre. L'écorce blessée laisse exsuder une résine poisseuse grisâtre qui devient opaque en se solidifiant. La résine blanchâtre brûle très bien, répand une forte odeur de térébenthine et se solidifie sous forme d'amas blancs et durs (figure 5b). Le feuillage diffus, est léger, d'un vert grisâtre. Les feuilles sont composées imparipennées et alternes. Le rachis principal atteint 40 cm de long, légèrement renflé et présente à la base un sillon étroit et profond; 3 à 6 paires de folioles opposées et une foliole terminale. La foliole avec pétiole de 3 à 4 cm de long, est légèrement renflé à ses deux extrémités, limbe coriace, oblong-lancéolé, nervation saillante sur les deux faces du limbe, 12-16 paires de nervures secondaires, réunies en arcs vers le bord.

L'inflorescence est en panicules longues de 10 à 20 cm, axillaires ou terminales et couvertes d'une pubescence d'un roux ferrugineux. Les petites fleurs, pédicellées, du type 5. Les sépales lancéolés, sont verdâtres et velus; pétales spatulés-oblongs, blanchâtres et veloutés, réfléchis au bord et guère plus longs que les pétales avec lesquels ils alternent. Le disque glabre à 10 lobes extérieurs aux étamines, étamines, généralement 9, à filets pubescents ne dépasse pas le périanthe. L'ovaire minuscule à 5 loges contient chacune 2 ovules collatéraux.

Les fruits capsulaires en forme de toupie, à section pentagonale, s'ouvrent sur l'arbre en 5 valves coriaces à maturité. La partie centrale du fruit est creusée de 5 dépressions, opposées aux valves, contenant chacune 1 graine ailée. La graine à cotylédons épais et contournés, de forme triangulaire, large de 8 mm, est prolongée par une aile en forme de lame de 30 x 6 mm [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Usage

Par ses qualités, l'Okoumé est un bois de menuiserie intérieure. Il est utilisé pour cet emploi dans les pays de production, au Gabon et au Moyen Congo, où les autochtones l'utilisent également pour faire des pirogues. Cette essence fournit la majeure partie des bois exportés du Gabon.

Mais c'est avant tout un bois de déroulage, le bois idéal pour la fabrication des contreplaqués [Walker et Sillans, 1961].

Usage médicinal.

Autrefois, à l'époque des premières règles, les jeunes filles *evia* consommaient des râpures d'écorces d'okoumé, avec des graines de *poivre maniguette* et des feuilles d'*aubergines amères*. Connu comme "l'Arbre-Roi", la résine de l'Okoumé permet de fabriquer les torches lors des rites d'initiations, de purifier l'eau ou de faire mûrir les abcès ; elle est aussi employée comme succédané de l'encens. L'écorce peut être utilisée comme antiseptique, astringent ou antidiarrhéique [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

1.2. *Canarium schweinfurthii* Engl.

Genre : *Canarium*

Espèce : *schweinfurthii*

Dénominations

La dénomination commerciale officielle est l'Aiélé. Le nom scientifique est *Canarium schweinfurthii* Engl et les synonymes sont: *C. occidentale* A. Chev.; *C. khiala* A. Chev. Les noms vernaculaires sont Dollo (Kissi), Ghiémana (Konia).

Au Gabon, les noms vernaculaires sont Abèl (fang), oléngé (mpongwès, nkomi, orungu), owélé (galoa), abélé (bakèlè), ubéli (béséki), ébélo (benga), mibili (mindumu), mubili (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, balumbu, bavili, baduma, banzabi, masangu), mukèba (ngowé) obélé (apindji, bavové) obéé (ivéa, mitsogo) [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Habitat

Canarium schweinfurthii est une Burceraceae dont l'aire géographique est très étendue en Afrique [Vivien et al. 1986 ; Tchiegang 2000 ; Tchouamo, 2001; Berhaut, 1967]. L'Aiélé est signalé en Guinée forestière, dans des stations densément boisées [Carrière, 1994]. Il est disséminé dans toute la forêt secondaire au Gabon.

Description de l'arbre

Canarium schweinfurthii Engl est une variété de grand arbre à feuilles composées, à nombreuses nervures latérales prédominantes. Les fruits sont comestibles. Cette plante oléagineuse est d'une grande richesse culturelle. Il donne une résine blanc-verdâtre, à odeur de térébenthine. Il possède de légers contreforts.

Les jeunes rameaux sont couverts de duvet. Les feuilles sont composées, impaires, en rosettes à l'extrémité des rameaux. Les petites fleurs sont verdâtres. Le fruit est drupacé, ovoïde: petite prune de teinte violacée, à maturité. L'écorce est grisâtre, fortement crevassée. Le bois est blanc-rosé, très tendre [Tchiegang, 2000 ; Tchouamo, 2001].

Usage

Les fruits se mangent comme ceux de *Dacryodes edulis*, mais ils sont plus longs à cuire. La pulpe de fruits peut contenir 30 à 50 % d'huile suscitant un intérêt, les fruits sont consommés ramollis ou pour accompagner les féculents par les populations [Njoukam, 1998]. L'huile est utilisée pour la fabrication des shampoings, cirages ou comme biocarburants [Agbo, 1992 ; Kapseu 1996 ; Ajiwe 2000 ; Tchiegang, 2000].

Au Gabon, la résine est employée pour faire des torches [Aubreville, 1959], ou en fumigène pour éloigner les moustiques [Burkill, 1985]. La résine est utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement de diverses maladies telles que des plaies et infestations microbiennes [Kerhaho, 1974]. L'écorce des jeunes arbres est employée pour la confection de boîtes cylindriques.

Elle est utilisée aussi pour ses propriétés émoullientes, stimulantes et diurétiques. Le bois est débité en planches ou sert aux populations locales à fabriquer les pirogues et auges.



Figure 6: *Canarium schweinfurthii* Engl

Source : <http://chezmarie.nuxit.net/plantes/canarium.htm>

Travaux antérieurs

Très peu de travaux ont été effectués sur *Canarium schweinfurthii*, la composition chimique et l'activité analgésique de son huile essentielle ont été mises en évidence par Agbo, 1992, Koudou et collaborateurs, 2005.

1.3. *Dacryodes buettneri* (Engl.) Guillaum

Genre : *Dacryodes*

Espèce: *buettneri*

Dénominations

La dénomination scientifique est *Dacryodes buettneri* (Engl.) Guillaum. Les noms vernaculaires au Gabon sont Ozigo (mpongwès, galoa, nkomi, orungu ; Osigo (apindji, bavové, ivéa, mitsogo, simba), musigu (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, balumbu, bavili, baduma, banzabi, masangu, ngowé) ; nsiku (loango) ; mosigi, osi (mindumu), usi (béséki): Asia (fang), isiya (bakota) ; (bakèlè) ; bogiyo (benga) [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Habitat et description de l'arbre

Dacryodes buettneri (Engl.) Guillaum, est un grand arbre, facilement reconnaissable par ses feuilles vert brillant, à face inférieure blanc-roussâtre. L'écorce est cendrée, très claire, un peu rugueuse, non crevassée, elle est aussi blanc-jaunâtre, lisse, assez mince. La résine est en assez grande quantité, à odeur térébenthino-camphrée. Les fleurs sont en grappes et les fruits sous forme de prunes bleues.

Le bois à grain fin est constitué de teinte grisâtre avec reflets brillants. L'Ozigo n'est pas cultivé. C'est un arbre à fût, droit et cylindrique, muni de légers accotements à la base. Le bois mi-dur, gris, se travaille comme l'Okoumé, commun dans la forêt.



(a)



(b)

Figure 7: *Dacryodes buettneri* (Engl.) Guillaum ou Ozigo :
a) Rameaux feuillés, b) Bourgeon

Photos prises par Obame L. C. à Mebane Endama le 20/02/2007

Usage

Les fruits se mangent cuits à l'eau et assaisonnés de sel. Le bois sert à fabriquer des embarcations. La résine est utilisée pour faire mûrir des abcès. Les minces plaquettes, qui s'enlèvent de l'écorce, réduites en poudre, s'appliquent sur les brûlures.

1.4. *Dacryodes edulis* G. Don.

Genre : *Dacryodes*

Espèce: *edulis*

Dénominations

Les noms scientifiques sont *Pachylobus edulis* G. Don. ou *Dacryodes edulis* G. Don et les nominations commerciales officielles sont l'Atangier et le Safoutier.

Les noms vernaculaires au Gabon sont Ossa, asa; éza (Fang), Otanga (mpongwès) osègu (galoa) osafu (nkomi, orungu); osago(apindji, mitsogo, simba), musafu (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, balumbu,) ; mutsafu (masangu, ngowé), mutsègu (bavili, baduma, banzabi), nsafu (loango); osago (apindji, simba, mitsogo), ihango (bakota), utango (bèsèki); masogi, tsègi (mindumu) [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Habitat

Dacryodes edulis (figure 9), est un arbre endémique du golfe de Guinée dont l'aire de distribution s'étend de la Sierra Leone jusqu'à l'Est de l'Ouganda [Bourdeault, 1971 ; Silou, 1996]. Mais c'est en Afrique Centrale (Cameroun, Gabon, Congo-Brazzaville et Congo-Kinshasa) et au Sud du Nigéria que sa présence est actuellement la plus observée.

Description

Dacryodes edulis est arbre pouvant dépasser 50 m de haut. La base dans son tronc légèrement cannetée peut avoir un diamètre de 15 m et est munie de contreforts arrondis. Son écorce est jaune et dorée et se détache en longues et fines lamelles. Ses feuilles alternes, entières, coriaces, possèdent 5 à 8 folioles asymétriques à base, vert luisant sur le dessus jaune doré sur le dessous. Cet arbre fleurit de Septembre à Novembre et se couvre alors de bouquets denses de petites fleurs dorées. Les fruits sont d'abord verts, puis rougeâtres pour devenir noir bleuté ou en maturité sont violacés comestibles et vendus sur le marché.

L'écorce blessée laisse exsuder une résine limpide qui devient opaque en se solidifiant. La résine brûle très bien répand une forte odeur et se solidifie sous forme d'amas blancs et durs. Le bois d'un beau rouge, est un peu plus foncé au cœur [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].



Figure 8: Dacryodes edulis G. Don ou Pachylobus edulis G. Don

Photo prise par Obame L. C. à Libreville le 28/11/2007

Usage

Le bois convient très bien à la fabrication de contreplaqué, il est utilisé pour les membrures des embarcations. Les fruits cuits à l'eau sont consommés avec du sel. On s'en servait autrefois pour fabriquer une boisson fermentée. L'écorce pulvérisée est appliquée sur les plaies au Gabon, elle est vomitive et pesticide. La résine du Safoutier permet de fabriquer les torches lors des rites d'initiations ou les fumigènes pour éloigner les moustiques [Burkill, 1994; Mpianaa et al., 2007].

Travaux antérieurs

Quelques travaux ont été rapportés; ceux de Missang et al. en 2003 sur l'isolement de quelques flavonols et anthocyanes où la quercétine est le composé majeur, et une contribution de Silou et al., 2000, dans la caractérisation chimique et nutritionnelle des fruits safou de cette plante. Onocha, 1999 et Jirovetz en 2004, ont décrit la composition des huiles essentielles des fruits (myrcène 45,3%, produit majeur) et celles des feuilles avec le caryophyllène (26,4%) comme produit principal.

2. Cochlospermaceae

Les Cochlospermaceae sont des plantes dicotylédones renfermant une vingtaine d'espèces réparties en 2 genres: *Amoreuxia* et *Cochlospermum*. Ce sont des petits arbres ou des arbustes, à sève colorée, certains adaptés aux zones arides, largement répandus dans les régions tropicales. La classification classique de Cronquist inclut cette famille dans celle des Bixacées. La classification phylogénétique situe cette famille dans l'ordre des Malvales.

Cochlospermum planchonii Hook. f.

Classification classique

Règne :	Plantae
Ordre :	Violales
Famille :	Cochlospermaceae
Genre :	<i>Cochlospermum</i>
Espèce :	<i>Planchonii</i> (Planch, 1847)

Dénominations

Le nom scientifique est *Cochlospermum planchonii* et le nom vernaculaire est Faux cotonnier.

Habitat et description de l'arbre

Cochlospermum planchonii est un arbuste originaire d'Afrique tropicale, atteignant 1 à 50 m de hauteur. Ses feuilles sont profondément lobées, avec des lobes arrondies, rarement dentés. La face inférieure des feuilles est plus ou moins laineuse. Au sommet de la tige apparaissent des fleurs jaune d'or. Le fruit est une capsule ovoïde, contenant des graines noires recouvertes de poils blancs.

Usage

Les principaux constituants sont des triterpènes, des caroténoïdes, des tanins, les parties les plus utilisées sont les racines et les graines. *Cochlospermum Planchonii* dispose des propriétés suivantes Hépatoprotecteur, Antipaludéen, Emménagogue, Anti-inflammatoire. En médecine traditionnelle, il est utilisé pour le traitement des Ictères, des Fièvres bilieuses, du Paludisme et des Hémorroïdes.

Les racines sont utilisées pour lutter contre les affections hépatobiliaires (ictères et fièvres bilieuses hématuriques). Des sérieux indices scientifiques existent en faveur de l'efficacité de cette drogue contre les hépatites virales et fulminantes [Boullard, 2001].



Figure 9: Rameaux feuillés de *Cochlospermum planchonii* Hook. f.

Source : <http://chezmarie.nuxit.net/plantes/cochlospermum.htm>

Travaux antérieurs

Des travaux effectués par Koné et *al.*, 2002; Benoit-Vical et *al.*, 2003; Anthony et *al.*, 2005; Atawodi, 2005; Igoli et *al.*, 2005 ; Pousset, 2006 ont décrit les propriétés thérapeutiques sur certaines maladies telles que l'hépatite, le diabète, malaria, la trypanosomiase. Quelques études phytochimiques ont été également réalisées par Adde-Mensah et *al.*, 1985; Benoit-Vical et *al.*, 1999.

3. Les Caesalpinaeae

Les Caesalpinaeae appartiennent à l'ordre des Fabales. Les espèces sont généralement des arbres ou des arbustes de tropiques ou sous tropiques. Les genres de cette famille sont les mêmes que ceux de la sous-famille des Caesalpinaeae.

Classification classique

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Fabales
Famille :	Caesalpinaeae (R. Br., 1814)

***Daniella klainei* Pierre ex. A. Chev.**

Genre : *Daniella*

Espèce : *klainei*

Dénominations

La dénomination Commerciale officielle est *Daniella klainei* Pierre ex. A. Chev. Le nom vernaculaire du Gabon est Ionlaviol (Fang).

Habitat et description de l'arbre

Ce grand arbre est géographiquement réparti au niveau de l'Afrique tropicale. *Daniella klainei* Pierre ex. A. Chev est fréquent surtout au bord des rivières et en forêt secondaire, répandu du sud du Cameroun au Mayombé, il est endémique au Gabon, très répandu dans la forêt à césalpinies, sous bassement de gneiss. *Daniella klainei* Pierre est un grand arbre copallifère, des bourgeons sont épais, enveloppés par des stipules à cornet tôt caduques. Les feuilles sont glabres à 4-5 paires de grandes folioles opposées, le rachis est épais, renflé à la base, un limbe lanicole-oblong, progressivement pointu au sommet, arrondi ou obtus à la base, criblé de points translucides, coriace. Les nervures latérales sont nombreuses, très ascendantes et réunies en vestons près de la marge, réticulées avec les nervilles, bien marquées sur deux faces. Les pétioles sont glabres. Les bractées et les bractéales sont caduques. Les bractéoles sont insérés vers le milieu de pédicelles. Les fleurs sont mauves et les sépales oblongs, concaves. Les pétales sont grands elliptiques ou suborbiculaires. Les étamines sont velus soudés à la base libre, longuement exsertes. L'ovaire est glabre, 4-5 ovules, le fruit aplati, légèrement falciforme. Une seule graine est oblongue, aplatie, de couleur lie de vin. Les folioles sont plus petites, les sépales sont longs. Le bois est blanc jaunâtre à cœur strié de lignes marron foncé [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Usage

Daniella klainei du Gabon est un bois d'œuvre, beau bois utilisable pour la carrosserie et le charronnage, parfois exporté en Europe. La résine est utilisée pour soigner des plaies et autres infections microbiennes [Walker et Sillans, 1961].

PARTIE B :
GENERALITES SUR
LES PLANTES MÉDICINALES

I. Quelques substances naturelles végétales à propriétés potentielles antioxydantes et antimicrobiennes

1. Les composés phénoliques

Les polyphénols forment un vaste ensemble de substances difficiles à définir simplement. L'élément structurel fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction, éther, ester, hétéroside. Les connaissances en matière de polyphénols sont actuellement en pleine évolution et les équipes de recherche dans le monde y accordent actuellement un grand intérêt [Bruneton et *al.*, 1987 ; 1999].

Origine

Les polyphénols sont des alcools aromatiques qui proviennent des végétaux. Ils sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Les phénols simples, déchets du métabolisme végétal, sont assemblés en polyphénols comme la lignine. Les composés phénoliques définissent un ensemble de substances que l'on a appelées pendant longtemps les matières tanniques, d'une façon générale et imprécise parce qu'on ne connaissait pas, avec suffisamment de précision, la nature de ces substances. Il y a quatre principales familles de composés phénoliques : les acides phénols, les flavones, les anthocyanes, les tanins [Bruneton et *al.*, 1987 ; 1999].

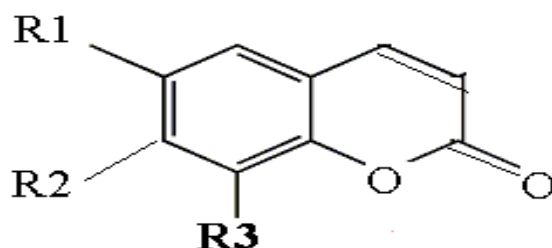
Propriétés

Leurs nombreuses propriétés pharmacologiques *in vitro* sont généralement liées à leur affinité pour les protéines et à leurs propriétés antioxydantes [CIRAD, 2005 ; Suja et *al.*, 2005 ; Lucrecia et Nazareno, 2006 ; Pereira et *al.*, 2006]. De plus, même complexés avec les protéines ou les carbohydrates, ces composés phénoliques conservent leurs propriétés antioxydantes [Riedl et Hagerman, 2001]. En outre, des études épidémiologiques récentes montrent qu'une alimentation riche en polyphénols est corrélée à un faible risque de développer des maladies cardio-vasculaires et des cancers, ce qui suggère une activité antioxydante *in vivo* pour les polyphénols. Lors de leur action antioxydante, les polyphénols sont simultanément convertis en des dérivés stables [Krisa et *al.*, 1999].

C'est pourquoi, les nutritionnistes et épidémiologistes recommandent une consommation d'antioxydants alimentaires. Il se peut qu'en arrivant dans le sang les composés phénoliques inactivent directement les radicaux libres. Les composés phénoliques sont également des molécules susceptibles de complexer certains ions, en particulier le fer et le cuivre, qui induisent des oxydations d'acides gras. Des polyphénols auraient un effet important sur des pathologies comme le cancer ou les maladies cardio-vasculaires. D'après certaines études, ils réduisent les phénomènes d'oxydation des tissus, et bloquent également l'action d'une protéine qui protège les parties cancéreuses ou malignes lors des traitements de chimiothérapie [Krisa et *al.*, 1999].

Ils ont également un effet antvieillessement et sont utilisés à ce titre dans des crèmes de soin pour la peau. Les acides phénols et polyphénols ont une action vasoprotectrice et antifongique ; en présence du cuivre, ils sont très actifs contre les *Candida* et les autres microbes (propriétés antiseptique et bactéricide). Nous ne citerons que les dérivés qui ont une activité antioxydante et antimicrobienne.

Les coumarines et dérivés



R1 = R3 =H, R2 = OH : Ombelliférone

R1 = R2 =OH, R3 =H: Esculétol

R1 = OCH₃, R2 = R3 =OH : Fraxétol

R1 =OCH₃, R2 =OH, R3 =H : Scopolétol

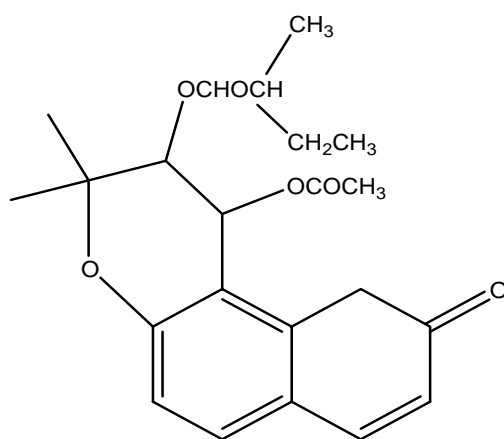
Figure 10: Les coumarines et dérivés

(D'après Wang et Mazza, 2002)

Propriétés pharmacologiques

L'intérêt pharmacologique des drogues à coumarines est limité. L'esculoside est présenté comme étant veinotrope et vasculoprotecteur, parfois qualifié de facteur vitaminique P [Bruneton, 1987]. Certains furocoumarines sont photosensibles, et de ce fait ont comme indication thérapeutique le traitement du psoriasis et celui du vitiligo.

La visnadine, une pyrocoumarine a été extraite, commercialisée pour ses propriétés vasodilatatrices coronariennes et présentée comme ayant une action favorable sur des troubles de la sénescence cérébrale [Bruneton, 1987].



visnadine

Figure 11 : Structure de la visnadine: une pyrocoumarine
(D'après Wang et Mazza, 2002)

2. Les flavonoïdes

Structure chimique

Les flavonoïdes présentent un squelette de base à 15 atomes de carbone, fait de deux cycles en C₆ reliés par une chaîne en C₃. Le pont à 3 carbones entre les deux phényles forme généralement un troisième cycle pyrone. Tous les flavonoïdes environ 300 ont une origine biosynthétique commune, à savoir les flavones, les flavonols et les flavanones. Ils peuvent être regroupés en une dizaine de classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central [Bruneton, 1987 ; 1999].

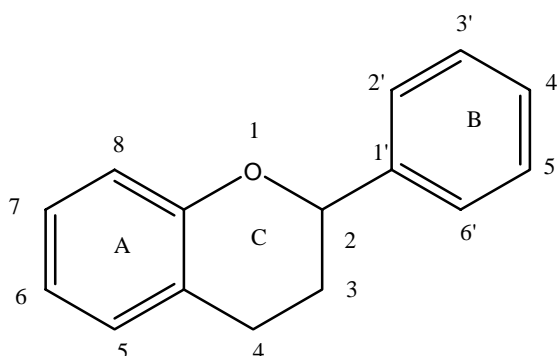


Figure 12: Structure chimique des flavonoïdes
(D'après Bruneton, 1999)

Pharmacologie

La principale activité attribuée aux flavonoïdes est une propriété vitaminique P. Potentiellement veinoactifs, ils diminuent la perméabilité des capillaires sanguins et renforcent leur résistance. Souvent anti-inflammatoires, les flavonoïdes peuvent être antiallergiques, hépatoprotecteurs, antispasmodiques [Chen et *al.*, 1992 ; Karou et *al.*, 2006], hypocholestéroléminants, diurétiques, antibactériens, antiviraux et pour un petit nombre d'entre eux cytostatiques *in vitro*. Ce sont aussi des piègeurs de radicaux libres [Bruneton, 1987]. En règle générale, les flavonoïdes sont des inhibiteurs enzymatiques de l'histidine décarboxylase, de l'élastase, de la hyaluronidase et de la phosphodiesterase de l'AMPc [Bruneton, 1987].

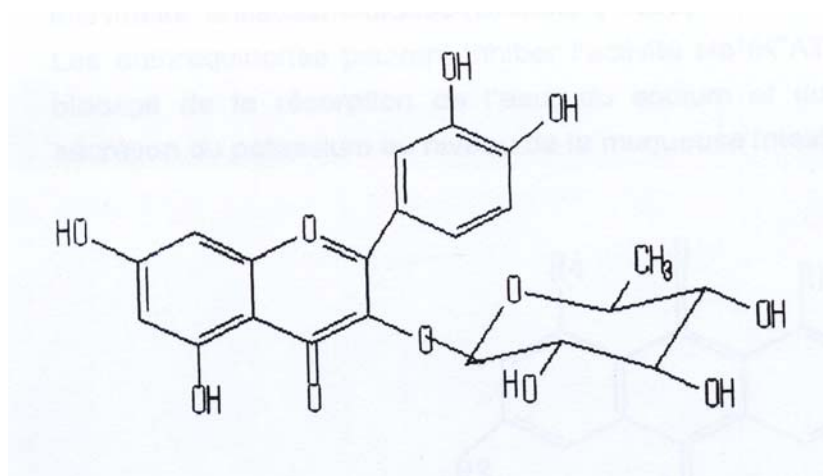
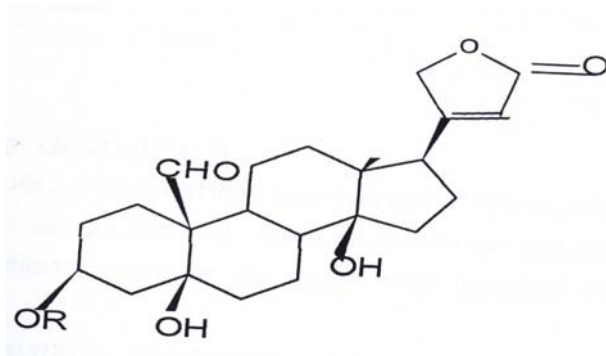


Figure 13: Structure de la quercétine
(D'après Wang et Mazza, 2002)

3. Les hétérosides cardiotoniques

Les hétérosides cardiotoniques constituent un groupe bien individualisé, d'une grande homogénéité tant structurale que pharmacologique. Les hétérosides sont des molécules nées de la condensation d'oses et de substances non osidiques. Ils peuvent être regroupés en hétérosides de la digitale, les autres hétérosides cardiotoniques et les saponines [Bruneton, 1999].



Convallósíde : R = β -D-glc-(1-4)- α -rha

Convallatoxíne : R = α -L-rha

Figure 14: Structure des hétérosides cardiotoniques
(D'après Wang et Mazza, 2002)

Les propriétés pharmacologiques

Les hétérosides cardiotoniques d'origine végétale demeurent des médicaments majeurs de l'insuffisance cardiaque. L'activité cardiotonique est liée à la génine. La partie osidique n'intervient pas directement mais sa présence l'augmente et la molécule en faisant varier la polarité de la molécule. Ils exercent leur activité sur le cœur à plusieurs niveaux ; forces de contraction, fréquence, conductibilité. Ces effets se traduisent par des modifications électro-cardiographiques [Bruneton, 1987 ; 1999].

4. Les saponosides

Les saponosides sont des hétérosides de stérols ou de triterpènes. Ils sont présents dans tous les organes mais surtout les racines et sont localisés dans les vacuoles. Ils sont constitués d'oses et de génines (acide polygalactique). Ils sont classés en deux groupes :

Les saponosides à génine triterpénique

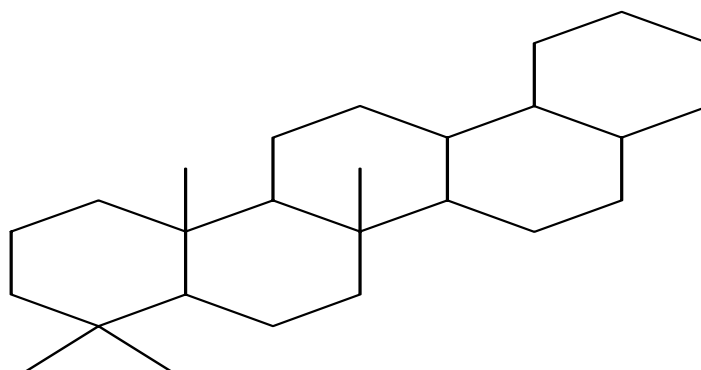


Figure 15: Structure des saponosides à génine triterpénique
(D'après Bruneton, 1999)

Les saponosides à génine stéroïdique

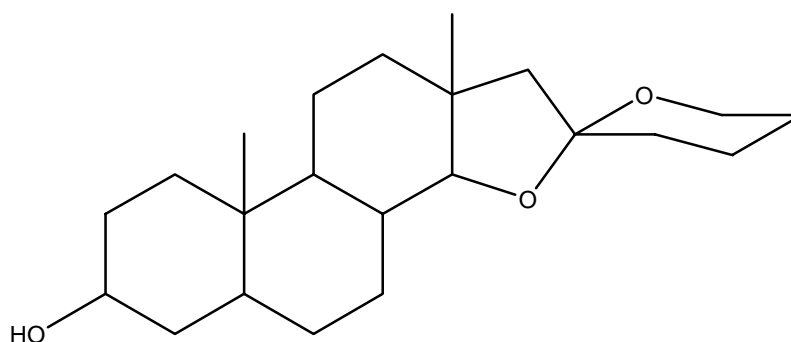


Figure 16: Structure des saponosides à génine stéroïdique
(D'après Bruneton, 1999)

Propriété physicochimique

Ils sont difficilement cristallisables et solubles dans l'eau, alcool dilué et dans les solvants organiques apolaires [Bruneton, 1999 ; Paris, 1976].

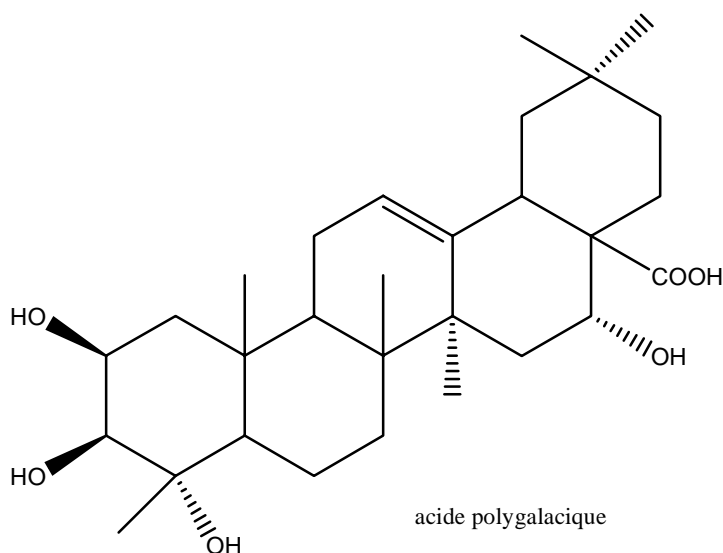


Figure 17: Structure de l'acide polygalactique
(D'après Bruneton, 1999)

Propriétés pharmacologiques

En industrie pharmaceutique : les sapogénines stéroïdiques servent de matières premières d'hémisynthèses de dérivés stéroïdiques corticoïdes ou progestatifs. Les saponosides ont d'importants débouchés comme agent moussant et émulsionnant, action protectrice sur le système veineux (propriétés de la vitamine P) d'où son action veinotrope. Ils sont irritants sur les cellules, au niveau du parenchyme pulmonaire par un pouvoir expectorant, sur les cellules rénales par un pouvoir diurétique et sur les hématies par une action hémolytique.

Les saponosides sont des hétérosides de stérols ou de triterpènes dont les solutions aqueuses ont des propriétés tensioactives et aphrogènes (pouvoir moussant). Ils ont une action hémolytique et toxique pour les animaux à sang froid. Ils sont présents dans tous les organes mais surtout les racines et sont localisés dans les vacuoles. Ils sont anti-inflammatoires, antibactériens et antifongiques [Bruneton, 1999 ; Paris, 1976].

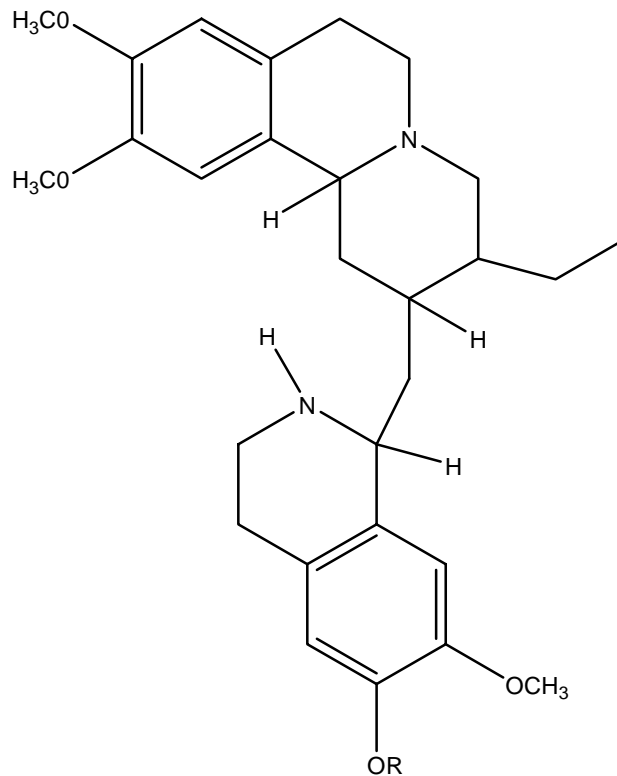
5. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques azotées d'origine naturelle pouvant avoir une activité pharmacologique. Ce nom dérive du mot alcalin ; à l'origine, le terme a été employé pour décrire n'importe quelle base de Lewis contenant un hétérocycle azoté. À cause du doublet électronique non liant de l'azote, les alcaloïdes sont considérés comme des bases de Lewis. On trouve des alcaloïdes, en tant que métabolites secondaires, principalement chez les végétaux, les champignons et quelques groupes animaux peu nombreux. Habituellement les alcaloïdes sont des dérivés des acides aminés [Bruneton, 1999 ; Paris, 1976].

Propriétés

Les alcaloïdes ont la propriété de former des sels et d'être amers. La caractérisation de la présence d'alcaloïde peut se faire par précipitation. Ils ont longtemps été catégorisés et nommés en fonction du végétal ou de l'animal dont ils étaient isolés. Mais on les catégorise habituellement en fonction de leur structure chimique.

Leurs propriétés sont généralement variées et dépendent de leurs composantes chimiques par exemple, céphéline (antifongique, antibactérien) émétine (amoebicide, antiprotozoaire, amibiase).

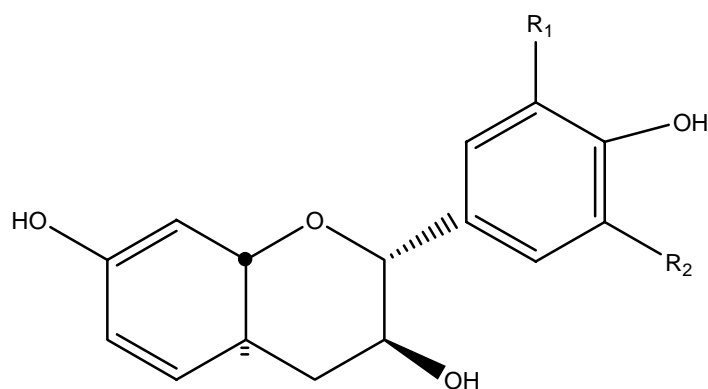


R=H céphéline (*Spermacoce verticillata*)
 R=CH₃ émétine (*Spermacoce verticillata*)

Figure 18: Structures des alcaloïdes : céphéline et émétine
 (D'après Bruneton, 1999)

6. Les tanins

Ce sont des substances d'origine végétale non azotée, de structure polyphénolique, solubles dans l'eau, l'alcool, l'acétone, peu soluble dans l'éther, de saveur astringente et ayant la propriété commune de tanner la peau en la rendant imputrescible et imperméable en se fixant sur les protéines. Leur poids moléculaire varie de 500 à 3000. Dans les plantes, les tanins existent à l'état de complexe, les tannoïdes; certains combinés à des sucres dénommés tanosides. Les tanins sont répandus dans le règne végétal surtout certaines familles. Tous les organes peuvent en fermer: racine, rhizome, écorce, feuille, fleur, fruits, cynorrhodons, graines, bois [Bruneton, 1999 ; Paris, 1976]. Il y a deux types de tanins ; les tanins hydrolysables sont les tanins galliques et tanins ellagiques (les acides sont acide gallique et acide ellagique). Les tanins condensés sont non hydrolysables ou tanins catéchiques.



Série 2R; 3S

R₁=R₂=H afzéléchol R₁=OH; R₂=H catéchol

R₁=R₂=OH gallocatéchol

Série 2R; 3S(OH-)

Figure 19: Structures des tanins : afzéléchol, catéchol et gallocatéchol
(D'après Wang et Mazza, 2002)

Propriétés pharmacologiques des tanins

Les tanins jouent le rôle d'astringent à l'extérieur, anti diarrhéique à l'intérieur (ralentit le péristaltisme intestinal), action antiseptique, vasoconstricteur de petits vaisseaux (hémorroïdes, blessures superficielles), anti-inflammatoire dans les cas de brûlures, cholagogue notamment l'acide gallique et l'acide chlorogénique. En industrie, les tanins jouent un rôle très important dans le tannage des cuirs. Le tanin gallique raffine et tonifie la peau, il possède des activités bactéricides et virucides. Le tanin catéchique est bactéricide et tonique veineux, sert contre les hémorroïdes, les varices, et le trouble circulatoire en général [Bruneton, 1999 ; Paris, 1976].

7. Les stéroïdes

Abondant dans les végétaux et les animaux, ils ont en commun une structure chimique comportant un squelette perhydrocyclopentanophénantrène. Ils comportent généralement des méthyles en C-10 et C-13 et souvent une chaîne alkylée en C-17. Les stérols comportent un hydroxyle en position C-3, sont des affixes spécifiques selon que le groupe substituant est dessous ou dessus le plan de la molécule projetée. Bien que n'étant pas des terpènes, ils sont bio génétiquement dérivés des triterpènes.

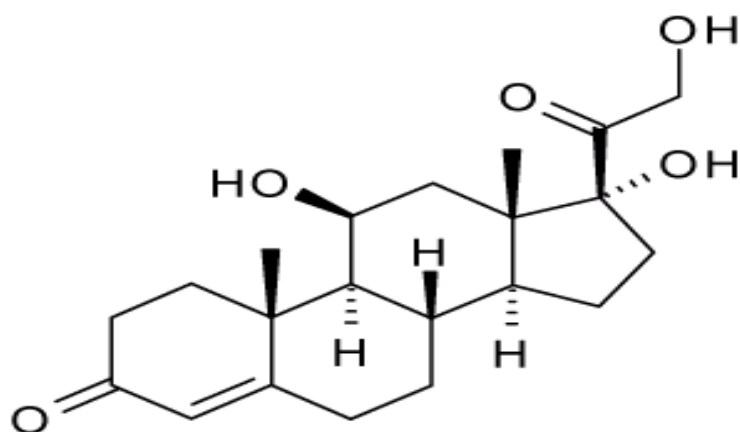


Figure 20: Structure du cortisol : un glucocorticoïde
(D'après Bruneton, 1999)

II. Description botanique des plantes médicinales

1. Lamiaceae

Les Lamiacées (*Lamiaceae*) ou Labiées (*Labiatae*) sont une importante famille de plantes dicotylédones comprenant environ 6000 espèces et près de 210 genres, répartis par Consentino (1999) en 9 sous-familles. Cette famille est une importante source d'huiles essentielles, d'infusion et antibiotiques pour l'aromathérapie, la parfumerie et l'industrie des cosmétiques. On y rencontre beaucoup d'espèces cultivées comme plantes condimentaires (sauge, thym, basilic, menthe etc.).

On y trouve aussi des plantes ornementales (sauge) tant en extérieur qu'en intérieur (coleus).

Classification classique

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae (Martinov, 1820)

Sources : www.wiki/Image:Angiospermes_arbre9.png

***Leucas martinicensis* (Jacq.) R. Br.**

Genre : *Leucas*

Espèce : *martinicensis*

Dénominations

Le nom scientifique est *Leucas martinicensis* et les dénominations vernaculaires sont Bouton blanc, Dassi dadala (Malinké).

Habitat et description de l'arbre

Leucas martinicensis est une plante herbacée de la famille des Lamiaceae qui pousse dans les régions tropicales africaines, abondante dans les terrains cultivés et sur sols appauvris en Haute et Moyenne Guinée. C'est une plante annuelle à tige quadrangulaire à 4 sillons; inflorescences en boules à l'aisselle des feuilles. Les glomérules sont uniques à chaque paire de feuilles, large de 15 à 30 mm, globuleux, entourant complètement la tige, corolle blanchâtre bilabée, dents du calice sous-épineuses, dépassant le capitule densément villos. Le limbe est ovale allongé, à dents arrondies [Berhaut, 1967].



Figure 21: *Leucas martinicensis* (Jacq.) R. Br.
Photo prise par Obame L. C. le 02/09/2005 à Ouagadougou

Travaux antérieurs

En Côte d'Ivoire et au Burkina Faso, *Leucas martinicensis* est traditionnellement utilisée pour soigner la dysenterie, les conjonctivites, les maladies de la peau, les plaies, les mycoses [Hoffmann, 1988 ; Kerharo, 1974]. Au Nigéria, les infusions de racines sont utilisées contre des coupures, des morsures et des piqûres. Cette plante aromatique posséderait aussi des propriétés pesticides ou fumigènes pour éloigner les moustiques. Les infusions de feuilles fraîches sont tonifiantes pour les accouchements [Nacoulma, 1996], purgatives [Hoffmann, 1988], servent contre les verres intestinaux, l'anorexie [Gelfand, 1985], l'asthme et les maux d'oreilles chez les enfants [Kayonga, 1987 ; Hoffmann, 1988]. La plante entière en décoction sert contre la constipation.

2. Rubiacées

La famille des Rubiacées comprend plus de 10000 espèces réparties en 600 genres. Ce sont des arbres, des buissons, des lianes ou des plantes herbacées des régions froides, tempérées, subtropicales ou tropicales, largement répandus. C'est aussi la famille du caféier (genre *Coffea*), du quinquina (genre *Cinchona*) du gardénia (genre *Gardenia*). Selon la classification phylogénétique les Rubiacées appartiennent à l'ordre des Gentianales dans le groupe Euasteridae.

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae Euasteridae I
Ordre :	Rubiales
Famille :	Rubiaceae (Juss. 1789)

Source : www.Classification phylogénétique/wiki/Image:Angiospermes_arbre9.png

***Canthium multiflora* (Sch et Thonn) Hiem**

Genre : *Canthium*

Espèce : *multiflora*

Dénominations

Le nom scientifique est *Canthium multiflora* et son nom vernaculaire laagui fofana (dioula).

Habitat et description de l'arbre

Canthium multiflora est dicotylédone de la famille des Rubiaceae et de l'ordre des Gentiales. C'est un arbuste ou arbre dont les rameaux ne sont ni pubérents ni pubescents. L'espèce présente des feuilles pennées. Elles comportent un limbe d'une longueur variant entre 7 et 12 cm [Berhaut, 1967; Arbonnier, 2000].

L'inflorescence de *Canthium multiflora* disposée à l'aisselle des feuilles est une cyme dense, glabre, pédonculée et composée de 5 à 15 fleurs. Les fleurs de couleur blanche sont des corymbes axillaires avec un pédoncule de 1 à 2 cm. Elles ont un calice en tube à lobes plus ou moins pubescents, une corolle à lobes lunaires avec les étamines et le style en forme de goupillon. Les fruits verts et rouges à maturité sont globuleux plus ou moins aplatis. Ils prennent la couleur noire en séchant sur l'arbre. Leur taille de 1,5 à 2 cm [Berhaut, 1967; Arbonnier, 2000].

Répartition de l'espèce

Le *C. multiflora* se répartit du Sénégal au Soudan et du Gabon en république Centrafricaine. Elle préfère des argileux, latéritiques et vit souvent dans les galeries forestières [Berhaut, 1967; Arbonnier, 2000].

Usage en pharmacopée et médecine traditionnelle

Canthium multiflora est reconnu pour ses vertus thérapeutiques. En effet, son écorce rentre dans les soins des enflures des jambes et des genoux. Les feuilles sont utilisées contre plusieurs maux tels que la fièvre, les œdèmes et rhumatisme. Selon les populations, les feuilles sont utilisées dans le traitement du paludisme. Les feuilles ont également des usages médico-magiques. Elles serviraient à chasser les mauvais esprits et/ou à réparer une faute après la violation d'un tabou dans certaines sociétés [Arbonnier, 2000].



(a)



(b)

Figure 22: *Canthium multiflora*

a) Arbuste, b) Arbre au cours de la récolte

Photos prises par Obame L. C. en Janvier 2005 à Badara

C. multiflora souvent toxique pour le bétail, est traditionnellement utilisée pour soigner des germes impliqués dans la contamination des denrées alimentaires et responsables des diarrhées. En Côte d'Ivoire et au Burkina Faso, *C. multiflora* est utilisée en pharmacopée traditionnelle pour soigner la dysenterie, les conjonctivites, les maladies de la peau, les plaies [Nacoulma, 1996], les brûlures et les mycoses [Hoffmann, 1988 ; Kerharo, 1974].

3. Myrtaceae

La famille des Myrtacées est une famille de plantes dicotylédones qui comprend 3000 espèces réparties en 130 genres environ.

Syzygium est un genre d'angiosperme appartenant à la famille des *Myrtaceae*. Le genre comprend environ 500 espèces que l'on trouve dans les régions tropicales et subtropicales de l'ancien monde. Il est très proche du genre *Eugenia* trouvé surtout dans le Nouveau Monde et certains botanistes considèrent que le genre *Syzygium* appartient au genre *Eugenia*.

La plupart de ces espèces sont des arbres à feuillage persistant. Plusieurs espèces sont cultivées comme plantes d'ornement à cause de la beauté de leur feuillage. Certaines espèces produisent des fruits comestibles consommés frais ou en confiture. La plus connue de ces espèces est le giroflier (*Syzygium aromaticum*) dont les bourgeons floraux sont utilisés comme épice (clou de girofle).

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae (Gaertn., 1788)

Sources: www.wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png , ww.wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png

***Syzygium rowlandii* Sprague**

Genre : *Syzygium*

Espèce: *rowlandii*

Description de l'arbre et habitat

Syzygium provient de la dérivation de *Syzygos* en grecs (jointif, se rapporter, appareillé par) et des branchettes d'une espèce jamaïcaine. Le *Syzygium* est le plus grand genre de Myrtaceae dans la Malaisie avec 500 et 1000 espèces, la gamme complète est en Afrique, Iles hawaïennes et la Chine Inde méridionale du Sud à Nouvelle-Zélande. Le *Syzygium* est un élément important dans l'écosystème. Il y a seulement 60 espèces en Australie [Craven, 2001].

Usage

Ces arbres servent de bois de construction, d'autres utilisations incluent des clous de girafle et des arbres fruitiers de petite maison. *Syzygium rowlandii* est d'une grande richesse culturelle et a des utilisations médicinales locales étendues, d'application comme anesthésique local à être employé pour des maladies diarrhéiques, des infections sexuellement transmissibles: la syphilis et de Monolia [Hoffmann, 1988 ; Kerharo, 1974].

4. Rutaceae

Les Rutacées sont des plantes dicotylédones. Selon Watson & Dallwitz en 1986, cette famille comprend 900 espèces réparties en 150 genres. Aujourd'hui elle est plus grande. Ce sont des arbres, des arbustes ou plus rarement des plantes herbacées des régions tempérées à tropicales, producteurs d'huiles essentielles. Les agrumes appartiennent à cette famille.

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Sapindales
Famille :	Rutaceae (Juss., 1789)

Sources : www.Classification phylogénétique /wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png

4.1. *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr.

Genre : *Fagara*

Espèce: *heitzii*

Dénominations

La dénomination commerciale officielle est *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr. Les noms vernaculaires au Gabon sont: Olon (fang); au Cameroun : Bongo ; en Guinée Equatoriale : Olong (fang); au Congo : Kamasumu [Walker et Sillans, 1961].

Habitat et description

Fagara heitzii est un grand arbre de forêt secondaire généralement originaire des régions tropicales et subtropicales, c'est une plante africaine très répandue et de culture facile. Il est une variété d'arbre épineux à bois jaune brun. L'écorce est toxique, elle sert de poison de pêche. Les problèmes posés par les représentants de cette famille sont d'ordre dermatologique. En effet, les Rutaceae sont riches en furanocoumarines photosensibilisantes, qui sont responsables de manifestations phototoxiques.

Le contact avec une plante de la famille (surtout les agrumes) ou l'un des produits qui en est issu : huile essentielle, produit cosmétique, etc., en présence de soleil, provoque un érythème, souvent suivi par la formation de vésicules qui fusionnent donnant naissance à des bulles. Par la suite, on peut observer une hyperpigmentation de la zone affectée due à la stimulation de la mélanogénèse [Coffman *et al.*, 1985].

Usage

Fagara heitzii moiré, chenillé ou figuré, est parfois utilisé en décoration et employé pour la menuiserie légère et pour les carcasses ou tablettes de meubles, pour l'aménagement des magasins, bureaux, la charpente. Les épines sont utilisées pour la confection des cachets de bureau. Pour l'usage médicinal, *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr., est utilisé pour le traitement des rhumatismes et des courbatures (écorce mélangée avec quelques piments, après lotions à l'eau chaude et scarifications), des palpitations du cœur (jeunes pousses pilonnées et macérées dans du jus de citron). Les tradithérapeutes l'utilisent pour le traitement des maux de dent. Les populations utilisent la poudre d'écorce lors des pêches pour tuer des poissons [Walker et Sillans, 1961].

Travaux antérieurs

Les recherches menées par le Docteur ETO et collaborateurs, ont conduit à une découverte prometteuse: le F-532 (Fagaricine 532), qui serait un antiviral, un antibactérien et un antifongique efficace. Ce principe actif provient d'une variété de *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr. De ses jeunes pousses pilonnées et macérées, on tire un extrait dont le composant principal est la nitidine, substance active déjà bien connue. Les effets synergiques existant entre la nitidine et ses différents dérivés, présents dans l'extrait obtenu, donnent à celui-ci un niveau d'activité très intéressant. Il aurait notamment une activité anti-transcriptase inverse, mode d'action classique des antiviraux. Non toxique, ce remède est aujourd'hui dans la phase III de son développement.

Les premières études cliniques, montrant une nette diminution de la charge virale chez les sujets traités, sont plus qu'encourageants.



Figure 23: Tronc de *Fagara heitzii* Aubr. et Pellegr.

Photo prise par Obame L. C. à Mebane Endama en Février 2007

Une forme injectable du médicament existe déjà aux Etats-Unis. Le Dr ETO et *al.*, travaillent au développement d'une forme "comprimé" et d'une forme "sirop" pour les enfants.

4.2. *Gambeya africana* Pierre

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Famille :	Podostemonaceae
Genre :	<i>Gambeya</i>
Espèce:	<i>africana</i>

Source : www.wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png

Dénominations

Les dénominations commerciales officielles sont *Gambeya africana*; aninguéri, anigré, agnégré (France); aningeria (Grande Bretagne); grogoli, koandio, osam (Côte Ivoire); mukalla (Congo); inon, agwa (Nigeria); mukangu (Kenya). Les noms vernaculaires au Gabon sont Abam (Fang) ; obambô (mitsogo, bavové); mubambu (baduma, banzabi), mubamba (bavili); mobami (mindumu) ; mumbampfu (échira, bavarama, bavungu, bapunu) ; mubalabampfu (balumbu) ;

bébambé (balèlè), Longhi. Les Synonymes sont *Chrysophyllum albidum* G. Don, *C. millenianum* Engl., *C. kayi* S. Moore, *C. obovatum* A. Chev., *Sapota mammosa* Gaertn., *Gambeya mammosa* (Gaertn.) Pierre, *Achras sericea* Schumach.; *Gambeya delevoyi* (de Wild.) Aubrev. & Pellegr. Syn.: *Gambeya africana* Pierre, *Chrysophyllum africanum* A. DC., *C. delevoyi* de Wild.; *Gambeyobotrys gigantea* (A. Chev.) Aubrev., *Chrysophyllum giganteum* A. Chev., *Gambeya gigantea* (A. Chev.) Aubrev. & Pellegr.

Habitat et description

Gambeya africana est situé en Afrique tropicale (Afrique Occidentale et Orientale), se rencontre dans la forêt primaire ou vierge. C'est un grand arbre à écorce grise, striée de rides peu profondes. La face inférieure des feuilles est rubigineuse, à reflets. Les fleurs sont jaunâtres, à grain très fin. Les limites de cernes sont distinctes, le bois de cœur est brun à jaune à blanc ou gris rouge à blanc ou gris. La couleur de l'aubier est différente du bois. Les fibres de parois sont d'épaisseur moyenne, les ponctuations des fibres sont communément présentes sur les parois radiales et tangentielles, ponctuation des fibres simples ou étroitement aréolées. Le parenchyme axial est présent en lignes. Les rayons sont composés de deux types de cellules carrées et dressées seulement dans les rangées terminales. Les parois disjointes de cellules de rayons sont bien visibles. Les cristaux sont rhomboédriques ou sable cristallin, situés dans les cellules du parenchyme axial et les thylls. Les cellules cristallifères du parenchyme axial sont recloisonnées. Le nombre de cristaux par loges est un et le sable cristallin est seulement dans le parenchyme de *Gambeya albida* et *Gambeyobotrys gigantea*. La Silice est non observée. Le fruit est de la forme et de la taille d'une grosse orange [Walker et Sillans, 1976].

Usage

Le bois se travaille bien. Les fruits acidulés se mangent lorsqu'ils sont mûrs. Les graines sont oléagineuses [Walker et Sillans, 1976].

Travaux antérieurs

Des travaux phytochimiques de Wandji et *al.*, 2002, ont permis d'isoler cinq nouveaux esters d'acides gras de l'érythodiol : 3 β -octacosanoyloxy-12-oléanén-28-ol, 3 β -triacontanoyloxy-12-oléanén-28-ol, 3 β -dotriacontanoyloxy-12-oléanén-28-ol, 3 β -tétratriacontanoyloxy-12-oléanén-28-ol and 3 β -hexatriacontanoyloxy-12-oléanén-28-ol, un nouveau glucoside stéroïdique : 3 β -O- β -

xylopyranosylchondrillastérol et neuf autres nouveaux composés : 3 β -octadécanyloxy-12-oleanène, 3 β -éicosanyloxy-12-oleanène, 3 β -docosanyloxy-12-oleanène, 3 β -acétoxy-12-oleanène, érythrodiol, 28-hydroxy- β -amyrone, chondrillastérol, chondrillastérone et 3 β -O- β -glucopyranosyl chondrillastérol.

4.3. *Petersianthus macrocarpus*

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Lecythidales
Famille :	Lecythidaceae (P.Beauv. Liben, 1968)

Source : www.Classification phylogénétique /wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png

Dénominations

Son nom scientifique est aussi *Combretodendron africanum* (Welw.) Excell et *Combretodendron macrocarpum* (P. Beauv.) Keay. Son nom usuel est *essia*, *abalé* en Côte d'Ivoire, *esia* au Ghana, *minzo*, *bolinzo* ou *akasia* au Congo-Kinshasa, *mubwabwa*, *bomposo*, *wulo* au Congo-Brazzaville, *ngombé* en Centrafrique, *abing* au Cameroun, *owewe* au Nigéria. Les noms vernaculaires au Gabon sont *abing* (fang), *mbindji* (mpongwès, nkomi), *mbindju* (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, balumbu, bavili, baduma, banzabi, masangu, ngowé) ; *mvinzu* (loango); *bitsi* (béséki).

Description de l'arbre

Les Lécythidaceae sont représentées par *Petersianthus macrocarpus* dont on trouve les fruits ailés typiques. C'est un grand arbre à fût droit et à écorce rugueuse assez commun dans les forêts secondaires. L'écorce est épaisse, profondément crevassée, dégageant une odeur désagréable. Les feuilles sont simples et entières. Les inflorescences sont velues et les fleurs verdâtres à corolle caduque, répandant au loin une odeur fétide.

Les fruits sont composés d'une graine fusiforme, entourée de 4 ailes membraneuses de teinte jaunâtre. Le bois est blanc et dense.



Figure 24: Fleurs de *Petersianthus macrocarpus*
Photo prise par Obame L. C. à Mebane Endama le 20/02/2007

Usage

Cette essence est l'une des plus utilisées au Gabon contre les maladies vénériennes. L'écorce chauffée sur la cendre est appliquée brûlante sur la région lombaire en cas de courbature. L'essia est utilisé pour son bois variant du rose au brun violacé. L'essia est hôte aux insectes suivants *Imbrasia ertli* et *Imbrasia truncata*. L'écorce mélangée avec quelques piments verts, après lotions à l'eau chaude et scarifications sert pour le traitement des courbatures. Les tradithérapeutes l'utilisent pour soigner la dysenterie [Walker et Sillans, 1976].

Travaux antérieurs

Des saponosides ont été isolés des écorces de *Petersianthus macrocarpus* et des propriétés pharmacologiques ont été décrites par Massiot et *al.*, en 1992.

5. Apocynaceae

La famille des Apocynacées est une famille de plantes dicotylédones, persistantes, des régions tempérées à tropicales. C'est une famille cosmopolite. Plusieurs espèces ont été utilisées pour obtenir du caoutchouc.

Aujourd'hui cette famille donne de nombreuses plantes ornementales ainsi que des plantes médicinales. Le latex de certaines espèces du genre *Pachypodium* était utilisé par les bochimans pour empoisonner leurs pointes de flèches.

Classification classique

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Famille	Apocynaceae (Kunth, 1824)

Source : www.wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png

Alstonia bonnei

Genre : *Alstonia*

Espèce : *bonnei*

Dénominations

La dénomination commerciale officielle est *Alstonia bonnei*. Les noms vernaculaires au Gabon sont Ekouk (Fang), Emien, Nguga (mpongwès, galoa, nkomi, orungu, ngowé balumbu); mukuka (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, bavili, banzabi, masangu,), ikuka (benga), bekuka (bakèlè), ukuka (béséki), okuka (bavové, mitsogo), ndwasumba (loango) ; mofoga (mindumu) [Walker et Sillans, 1976].

Description de l'arbre et habitat

Alstonia bonnei est un grand arbre à fût droit et à écorce rugueuse, peu fréquent en dehors de la Guinée forestière. L'écorce grisâtre est épaisse, rugueuse, laissant échapper un latex blanc abondant, de saveur amère qui se coagule en donnant une matière résineuse, durcissant très vite. Les feuilles simples sont entières, verticillées et blanchâtres en dessous. Les grandes fleurs à corolle verte sont prolongées par 5 lobes jaunes, duveteux. Les longs follicules sont étroits, jumelés, et pendant au sommet d'un pédoncule commun. Les graines sont munies aux deux extrémités d'aigrettes à longs poils soyeux. Le bois est blanc, légèrement jaunâtre et léger [Walker et Sillans, 1976].



(a)



(b)

Figure 25: *Alstonia bonnei* :

a) Rameaux feuillés, b) Tronc avec des branches

Photos prises par Obame L. C. à Libreville le, 01/12/2007

Usage

Le bois de cette essence est employé pour fabrication des cuillers, des peignes, des masques, des harpes, des sièges, des tambours et des sonnailles pour chiens de chasse. On essaye même d'en faire des casques. En combinant le latex avec 2 ou 3 gouttes de sève d'*Anthostema aubryanum*, on obtient un purgatif très actif. La matière résineuse du latex durci s'emploie contre le pian. On préconise aussi ce latex comme contrepoison de l'*onai*. On dit qu'autrefois les guerriers Fang avaient soin d'en emporter avec eux, au cas où ils seraient atteints par des flèches empoisonnées. L'écorce est un remède efficace contre la blennorragie. Elle est connue également pour ses propriétés galactogènes. Elle s'administre en infusion pour le traitement des maux d'estomac, de fièvre, de paludisme [Walker et Sillans, 1976]. Le latex dangereux pour les yeux; peut provoquer la cécité [Burkill, 1985]. Il était autrefois frauduleusement mélangé au caoutchouc de cueillette [Aubreville, 1959].

6. Légumineuse-Mimosée

Piptadeniastrum africanum (Hook. f.)

Classification

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Famille	Légumineuse-Mimosée
Genre :	<i>Piptadeniastrum</i>
Espèce :	<i>africanum</i>

Source : www.wiki/Image:Angiospermes_arbre8.png

Dénominations

Les dénominations commerciales sont : dabema, dahoma (trade); mbele, mbeli, guli (LR); dabema (Côte d'Ivoire); dahoma (Ghana); agboin, ekhimi (Nigéria); atui (Cameroun); tom ; toum (Guinée Equatoriale); n'singa (Congo); bokungu, likundu (CD). Le nom vernaculaire Gabon est Atui (Fang) [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

Habitat

La description est basée sur 8 échantillons. La répartition géographique est l'Afrique tropicale. Cette espèce se rencontre au Cameroun, Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Libéria et Nigéria. *Piptadenia africana* Hook. f. est une espèce des forêts, préférant les forêts pluvieuses fermées et les forêts de transition [WCMC, 1991]. Au Ghana, cette espèce pousse avec succès dans les zones les plus sèches des forêts humides mixtes [Hawthorne, 1995a]. Cette espèce est commune au Ghana, en particulier au Nord-Ouest du pays. Les arbres de toutes tailles réussissent mieux dans des forêts, qui n'ont pas été brûlées, plutôt que dans des forêts qui ont été brûlées [Hawthorne, 1995a].



Figure 26: *Piptadenia africana* Hook.F.

Photo prise par Obame L. C. à Libreville au quartier Nzeng Ayong 01/12/2007

Description de l'arbre

Piptadenia africana ou *Piptadeniastrum africanum* (figure 16) sont des légumineuses de la sous-famille des mimosoidées dont la couronne est plus ou moins tabulaire. Il peut atteindre 50 à 65 m de haut et est un des grands émergents dont le feuillage dense et vert sombre domine la forêt. Il est appuyé sur des contreforts munies mais parfois très étendus et ses feuilles bipennes sont composées de minuscules folioles faisant penser à une fougère. Les limites de cernes sont indistinctes ou absentes. Le bois de cœur est brun avec des veines. La couleur de l'aubier est différente du bois de cœur. L'odeur est nauséabonde à l'état frais. Le bois est formé avec des pores disséminés et la disposition des vaisseaux est sans disposition particulière. Les ponctuations radiovasculaires sont distinctement aréolées, identiques aux intervasculaires. Les épaissements spiralés sont absents. Les thylls sont absents. Les autres dépôts dans les vaisseaux du bois de cœur sont présents de couleur brune jaunâtre. Les trachéides sont vasculaires ou juxtavasculaires sporadiques ou absentes. Les fibres de parois sont d'épaisseur moyenne. Le parenchyme axial est en lignes et les lignes de parenchyme marginales, sont fines, jusqu'à trois cellules de large ou épaisses, de plus de trois cellules [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

Les tissus de sécrétion tels que les cellules à huile ou à mucilage, les canaux intercellulaires et les laticifères ou tubes à tanins sont absents. Le phloème, les autres variations cambiales, les autres anomalies du cambium et les libers inclus sont absents [Hawthorne, 1995a].

Les cristaux sont présents, rhomboédriques (prismes), situés dans les cellules du parenchyme axial et les cellules cristallifères du parenchyme axial sont recloisonnées. Le nombre de cristaux par loges est un seul, les cellules cristallifères sont de taille normale. Les cystolithes sont absents et la silice non observée. La dispersion des graines se fait surtout par le vent. Les jeunes plantes forment des groupes sous les semenciers et demeurent souvent grégaires dans les stades avancés de la régénération [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

Usage

Cette espèce souffre de taux d'exploitation élevés au Ghana [Hawthorne, 1995a & b]. Le bois de cette espèce est un substitut populaire du palissandre. Il est utilisé pour la fabrication de meubles de qualité, pour l'ébénisterie, le tournage sur bois, le placage de décoration et les parquets [WCMC, 1991].

Pour le Ghana, Hawthorne (1995a) a accordé une étoile rouge à l'espèce, ce qui signifie que l'espèce est commune mais du fait de son exploitation des mesures sont nécessaires pour sa conservation. Selon les nouvelles catégories de menaces de l'UICN (1994), l'espèce est considérée vulnérable [Hawthorne, 1995b]. Des mesures doivent être prises pour sa régénération [African Regional Workshop, 1996].

Usage médicinale

Il est utilisé dans le traitement des infections lors de la circoncision, contre des maladies infantiles ; des maux de dents, des propriétés abortives et antiseptiques [Walker et Sillans, 1976 ; White, 1996].

7. Les Caesalpinaeae

La famille des Caesalpinaeae appartient à l'ordre des Fabales. Cette famille existe dans la classification de Cronquist (1984). Elle n'existe pas dans la classification APG II qui l'abaissa au rang de sous-famille : la sous-famille des Caesalpinaeae des Fabaceae.

Les espèces de cette famille sont généralement des arbres ou des arbustes de tropiques ou sous tropiques. Les genres sont les mêmes que ceux de la sous-famille des Caesalpinaceae.

7.1. *Distemonanthus benthamianus* H. Baill.

Classification

Famille : Légumineuse-Césalpiniee

Genre : *Distemonanthus*

Espèce : *benthamianus*

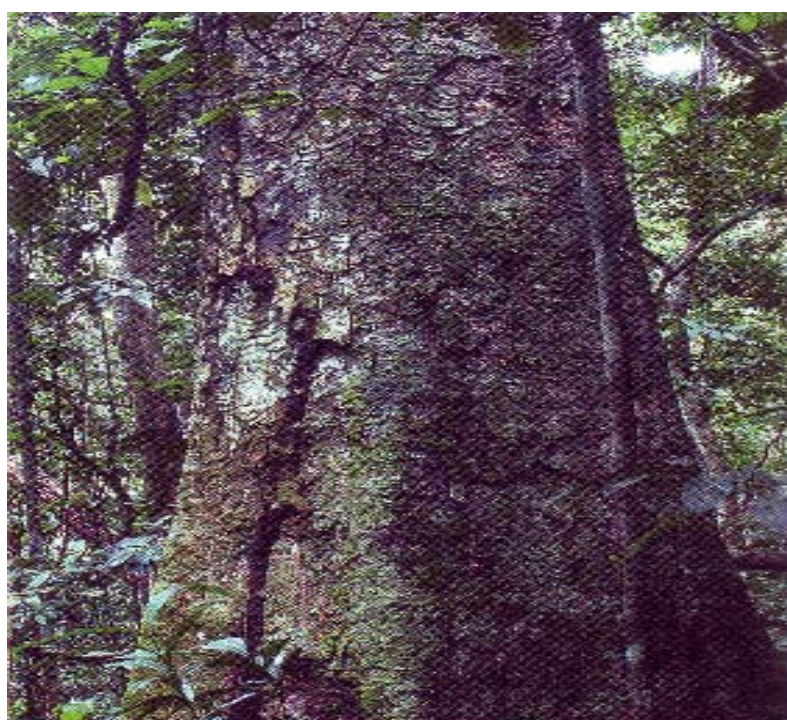


Figure 27: Tronc de *Distemonanthus benthamianus* H. Baill
Photo prise par Obame L. C. à Mebane Endama le, 15/02/2007

Dénominations

La dénomination scientifique est *Distemonanthus benthamianus* H. Baill. Les noms vernaculaires sont arbre des sorciers, flamboyant du Gabon : Eyen, byèn, eyèn, eli-bengang (Fang), ogèminyà (mpongwès, orungu) ovwèndjo (galoa), muvèngè (bavili, baduma, banzabi), muvèngi (éshira, bavarama, bavungu, bapunu, balumbu, masangu) ovèngè (apindji, bavové, mitsogo, simba), mwènzi (loango); mukumbu (mindumu), kumbu (béséki). Les noms commerciaux sont movingui (Côte d'Ivoire, France, Nigeria), ayan, anyaran (Grande Bretagne,

Nigéria), barré, guétalie, koa (Côte d'Ivoire), bonsamdua, duabai (Ghana), okpe (Togo), bosong, eyen, sella (Cameroun); eyen, bien (Guinée Equatoriale) [Richter et Dallwitz, 2000].

Habitat et description de l'arbre

Cet arbre est réparti au niveau de l'Afrique tropicale, commun en forêt. Les limites de cernes sont distinctes. C'est un assez bel arbre, remarquable par son tronc rougeâtre, généralement droit, cylindrique. Les longues racines traçantes sont très minces. L'écorce est lisse, très mince, de couleur rouille. Le bois est d'un beau jaune clair, demi-dur, très flexible. Les feuilles alternes, sont composées et pennées. Les inflorescences en panicules ferrugineuses, sont étalées horizontalement, feuilles, rachis légèrement pubescent-ferrugineux. Les fleurs sont inodores de couleur lie de vin. La gousse plate, est indéhiscente, parcheminée et lisse avec des petites graines brunes, plates. [Walker et Sillans, 1976 ; White, 1996]. Le bois de cœur est jaune à brun (jaune à l'état frais, devenant brun jaune sombre à la lumière). La couleur de l'aubier est différente du bois de cœur. Les fibres de parois sont d'épaisseur moyenne. Le parenchyme axial est paratrachéal et aliforme en ailes. Les cellules de parenchyme axial sont en files. Les rayons hétérocellulaires avec cellules carrées et dressées seulement dans les rangées terminales, en majorité généralement avec une rangée terminale des cellules carrées ou dressées et généralement avec 2–4 rangées terminales des cellules carrées ou dressées. Les cellules bordantes sont absentes et la structure étagée présente avec tous les rayons, le parenchyme axial et les éléments de vaisseaux étagés. Dans les tissus de sécrétion, les canaux intercellulaires sont absents. Dans les dépôts minérales, les cristaux sont présents, rhomboédriques (prismes), situés dans les cellules des rayons et les cellules du parenchyme axial. Les cellules cristallifères dans les rayons dressées et, ou carrées, dressées et/ou carrées cristallifères sont recloisonnées. Les cellules cristallifères du parenchyme axial sont recloisonnées [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

Les cystolithes sont absents, occasionnellement avec macles et sable cristallin. La silice présente, en corpuscules et en agrégats, est localisée dans les cellules des rayons et les cellules du parenchyme axial [Richter et Dallwitz, 2000].

Usage

Le Flamboyant du Gabon est un bois d'œuvre, magique rituel, beau bois utilisable pour la carrosserie et le charronnage, parfois exporté en Europe.

La poudre d'écorce associée à celle du bois rouge (padouk) et délayée dans un peu d'eau, s'emploie contre les affections de la peau. On l'administre aussi en lavements [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996]. Cette essence est regardée comme un talisman d'invulnérabilité pour la guerre, les flèches ou les balles glissent sur le corps, disent les indigènes, sans pouvoir y pénétrer. Pour cela, il suffit de se frotter avec de la poudre d'écorce préparée comme ci-dessus. Les femmes enceintes suçaient l'écorce pour faciliter l'accouchement [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

7. 2. *Guibourtia ehie* (A. Chev.) J. Léonard (Amazakoue, ovengkol)

Classification

Famille : Légumineuse-Césalpiniée

Genre : *Guibourtia*

Espèce : *ehie*

Les dénominations commerciales officielles sont *Guibourtia ehie*, *Copaifera ehie* A. Chev., Kévazingo. Les noms vernaculaires au Gabon sont Ovengkol (Fang), Amazone; Hyedua ovengkol (Cameroun, Gabon); amazakoue; amazoue, whimawe (Côte d'Ivoire); mongoy (Gambie); anokye, ehie, hyeduanini, hyedun (Ghana) [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

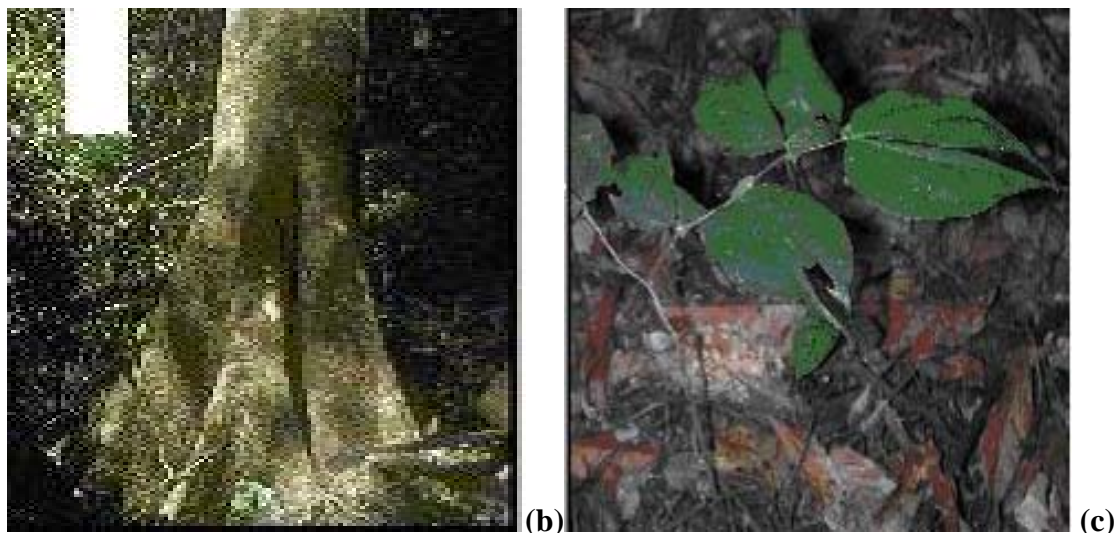


Figure 28: *Guibourtia ehie* (A. Chev.) :

a) Troncs, b) Arbuste

Photos prises par Obame L. C. à Mebane Endama le, 03/02/2007

Habitat

La répartition géographique de l'arbre est l'Afrique tropicale. Cette espèce se rencontre au Cameroun, Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Libéria et Nigéria. *G. ehie* est une espèce des forêts, préférant les forêts pluvieuses fermées et les forêts de transition [WCMC, 1991].

Au Ghana, cette espèce pousse avec succès dans les zones les plus sèches des forêts humides mixtes [Hawthorne, 1995a].

Description de l'arbre

Le Kévazingo appartient à la sous-famille des Césalpinoidées. Il est également appuyé sur de grands contreforts, souvent dressés et est reconnaissable à ses feuilles composées de deux folioles falciformes. C'est un arbre à fût cylindrique, droit et élancé. L'écorce est assez lisse, blanc-cendré et les feuilles à une seule paire de folioles opposées, à limbe légèrement coriace, vert en dessus, plus clair en dessous [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

Les fleurs sessiles sont blanches, en panicules terminales. Les fruits secs sont indéhiscent, papyracés, en forme de petites gousses gris foncé, une seule graine ovale, plate, d'un jaune-brun. La dispersion des graines se fait surtout par le vent. Les jeunes plantes forment des groupes sous les semenciers et demeurent souvent grégaires dans les stades avancés de la régénération [Hawthorne, 1995a]. Cette espèce souffre de taux d'exploitation élevés au Ghana. Les tissus de sécrétion, les canaux intercellulaires et les cellules à huile ou à mucilage sont absents, cristaux présentes, rhomboédriques (prismes), situés dans des cellules du parenchyme axial. Les cellules cristallifères du parenchyme axial sont recloisonnées avec un seul nombre de cristaux par loges. Les Cystolithes sont absents et la Silice non observée [Hawthorne, 1995a ; 1995b].

Usage

Guibourtia ehie est un anti-pou, il sert au nettoyage des plaies, blennorragie. Le bois de cette espèce est un substitut populaire du palissandre. Il est utilisé pour la fabrication de meubles de qualité, pour l'ébénisterie, le tournage sur bois, le placage de décoration et les parquetages [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

7.3. *Erythrophleum ivorense* A. Chev, *E. guineense* G. Don (Tali)

Classification

Famille : Légumineuse-Césalpiniée

Genre : *Erythrophleum*

Espèce : *ivorense*

Dénominations

Les dénominations commerciales officielles sont *Erythrophleum ivorense*, Tali. *E. ivorense* *E. micranathum* Harms ex Holl. Le nom vernaculaire au Gabon est Edoume (Fang). Les noms commerciaux sont tali (Côte d'Ivoire, France, Nigeria), lim du Gabon (France), ordeal tree (Grande Bretagne), missanda (Mozambique, Congo), alui, atiemia, lo, méli (Cote d'Ivoire), eloun, elon (Gabon, Cameroun), elondo, eyo (Gabon), bolondo, loundi, oloun (Cameroun), bobala, dikassaakassa, kassa, massanda, mishenga, sasswood, ngero (Congo), erun, ibo, obo (Nigéria), potrodom (Ghana) [Walker et Sillans, 1961 ; White et Abernethy, 1996].

Habitat et description de l'arbre

Le Tali est un arbre typique des forêts très humides de l'Afrique tropicale, fréquent dans la région de l'estuaire du Gabon. Le Tali appartient à la sous-famille des Césalpinoïdées. Il est également appuyé sur de grands contreforts, souvent dressés et caractérisé par l'exsudat rougeâtre et très toxique que produit son écorce (figure 19). Le tronc du Tali est appuyé sur des contreforts épais, arbre à poison d'épreuve, Poison de Guinée, arbre de très haute futaie, avec des ailes assez prononcées à la base. L'écorce est rugueuse, la couche épidermique gris-cendré, l'intérieur est rouge-brun et l'odeur vireuse. Les feuilles alternes sont bipennées, à folioles larges, peu nombreuses, coriaces. Les petites fleurs sont brunâtres ou blanc crème. Le Gousse est bivalve, brun-marron, oblongue, aplatie, coriaces, très dur, imputrescible et inattaquable aux insectes. L'écorce, les racines, les feuilles, les fleurs et les fruits sont vénéneux. Le bois de cœur est brun à rouge à jaune, partiellement avec veines avec couleur de l'aubier différente du bois de cœur. Les fibres de parois sont très épaisses. Les cristaux sont présents, rhomboédriques (prismes), situés dans les cellules du parenchyme axial, cellules cristallifères du parenchyme axial recloisonnées, nombre de cristaux par loges: un seul, silice non observée [Walker et Sillans ; 1976, White, 1996].

Usage

Jadis, son écorce servait à préparer un puissant poison violent utilisé dans des jugements divins. Personne ne pouvait y survivre. La racine est aussi employée dans le même but.

Ce breuvage empoisonné provoque l'arrêt du cœur. On mettrait parfois, à ce qu'il paraisse, un peu de l'écorce de cet arbre dans le vin de palme pour faire fermenter plus vite. L'écorce pulvérisée provoque de violents étternuements. En petite quantité, cette écorce avec l'huile de palme, donne une pommade employée contre la gale [Walker et Sillans, 1976, White et *al.*, 1996].

Le copal qu'on en retire, est utilisé par les Fang pour l'éclairage des habitations. La fumée de bois en combustion provoquerait des démangeaisons. Elle est aussi utilisée pour le traitement de la varicelle, des maladies cutanées, la cicatrisation, le lavage des ulcères gangréneux, des enflures et des ulcérations à la plante des pieds [Richter and Dallwitz, 2000].



Figure 29: Tronc de *Erythroleum ivorense* A. Chev (Tali)

Photo prise par Obame L. C. à Mebane Endama 15/02/2007

III. Capacité antioxydante

Du fait de leur haute réactivité, les espèces oxygénées réactives (EOR) sont responsables de nombreux dommages vis-à-vis des constituants cellulaires. Cette production d'espèces délétères est généralement équilibrée par leur consommation à vitesse égale par le système antioxydant endogène. La rupture de l'équilibre entre espèces pro- et anti-oxydantes est désignée par le terme de stress oxydant.

1. Le stress oxydatif

Le stress oxydatif est un déséquilibre entre la génération des EOR et la capacité du corps à les neutraliser et à séparer les dommages oxydatifs [Boy et *al.*, 2003]. Il correspond à une perturbation du statut oxydatif intracellulaire [Morel et Barouki, 1999].

Origine du stress oxydatif

Les radicaux libres sont produits par divers mécanismes physiologiques car ils sont utiles pour l'organisme à dose raisonnable. Cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense. Dans les circonstances normales, on dit que la balance antioxydantes/prooxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction de radicaux, l'excès de ces radicaux est appelé Stress oxydatif. Il est maintenant admis que le phénomène de stress oxydant est impliqué dans l'étiologie de nombreuses maladies neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson, Huntington), de désordres pathologiques (syndrome d'ischémie reperfusion), mais également dans les phénomènes de vieillissement [Favier, 2003].

2. Les radicaux libres

Un radical libre est une molécule ou un atome ayant un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui le rend extrêmement réactif [Vansant, 2004]. L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène [Favier, 2003]. L'appellation « dérivés réactifs de l'oxygène » n'est pas restrictive. Elle inclut les radicaux libres de l'oxygène proprement dit mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tel le peroxyde d'hydrogène H₂O₂.

En raison de l'implication des radicaux libres dans diverses pathologies, les recherches de nouvelles molécules pouvant pallier un déficit du système de protection naturelle antiradicalaire sont largement intensifiées [Novelli, 1997].

Depuis quelques années, les chimistes développent des analogues d'antioxydants naturels en les modifiant chimiquement afin d'augmenter leurs propriétés de piégeage des radicaux libres. Ils s'intéressent à la mise au point de pièges plus spécifiques basés sur la réactivité particulière de certains groupements chimiques vis-à-vis des espèces radicalaires [Novelli, 1997].

3. Les antioxydants

Les antioxydants sont des molécules ayant la capacité de neutraliser des radicaux libres qui sont responsables de nombreuses maladies. Les antioxydants sont des composés qui inhibent ou retardent le processus d'oxydation en bloquant l'initiation ou la propagation des chaînes de réactions oxydatives [Behera et al., 2006].

Les antioxydants naturels ou synthétiques sont utilisés pour prévenir de nombreuses maladies (cardiovasculaires et neurodégénératives, inflammation, diabète...) et le vieillissement, dus à la formation exagérée des radicaux libres. Les antioxydants sont également utilisés dans les aliments pour retarder la détérioration, le rancissement ou la décoloration qui est souvent due à l'oxydation causée par la lumière, la chaleur et certains métaux [Méda, 2005].

4. Mécanisme d'action des antioxydants

Dans les conditions dites physiologiques, il y a un équilibre entre la production des radicaux libres et les mécanismes endogènes de défense antioxydante constituée par le système enzymatique (catalase, peroxydase dismutase, glutathion peroxydase), les vitamines A, E et C et les polyphénols apportés par l'alimentation et les plantes. Ainsi le rôle déterminant de la peroxydase dismutase SOD dans le système de défense antioxydante de l'organisme est connu depuis 1968. L'ion peroxyde O_2^- est le point de départ de la chaîne de production des radicaux libres. Or dès ce stade précoce, la SOD inactive l'ion O_2^- en le transformant en peroxyde d'hydrogène H_2O_2 . Celui-ci est rapidement catabolisé par la catalase et les peroxydases en dioxygène O_2 et en molécules d'eau H_2O . L'activité antioxydante de ces molécules est déterminée *in vitro* par plusieurs méthodes telles que celle du DPPH. Selon Méda (2005), la réaction avec une molécule RH peut s'écrire :

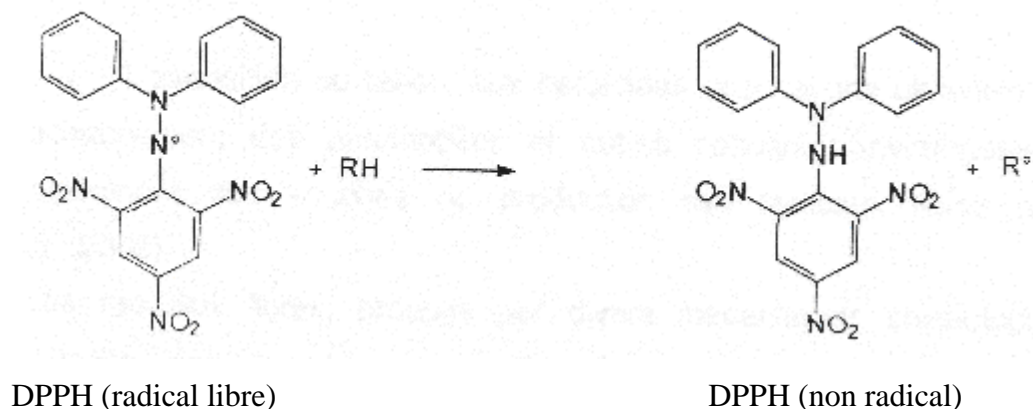
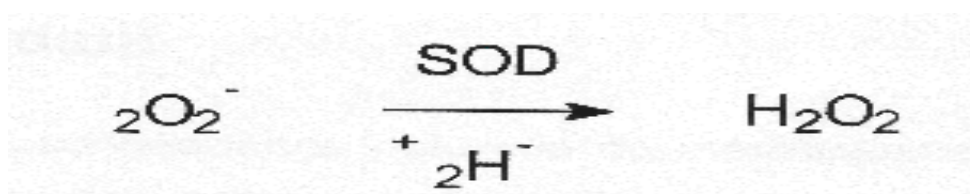


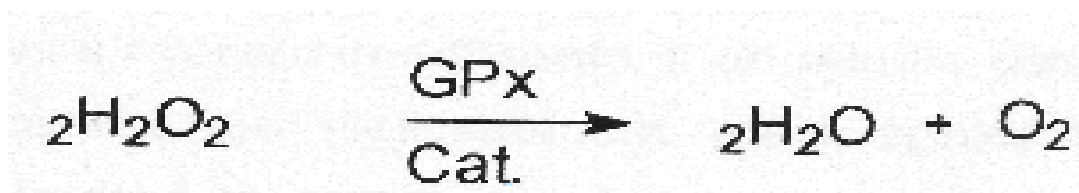
Figure 30a : Réaction du DPPH avec un antioxydant



Ion peroxyde

Peroxyde d'hydrogène

Figure 30b : Réaction de la superoxyde dismutase SOD



Peroxyde d'hydrogène

Figure 30c : Réaction de la glutathion peroxydase GPx

Figure 30: Mécanisme d'action des antioxydants dans le processus d'inactivation de l'ion peroxyde

GPx : glutathion peroxydase ; Cat. : catalase ; SOD : superoxyde dismutase
(D'après Méda, 2005)

Résistants aux processus technologiques, les antioxydants doivent être stables dans le produit fini. Les molécules à bas potentiel redox sont aptes à ralentir, retarder ou prévenir les processus d'oxydation. Ils sont en fait des agents de prévention ou de terminaison capables d'éviter ou de piéger les radicaux libres.

L'action préventive bloque l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène ou en déviant de l'aliment les effets de lumière ou des rayonnements [Özer et al., 2007; Kordali et al., 2005].

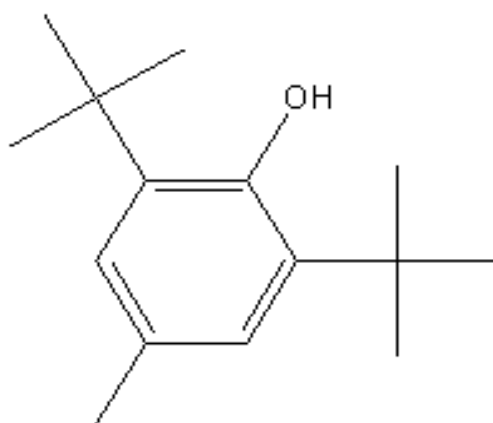
En tant qu'agents de terminaison (piégeage de radicaux), les antioxydants transforment les radicaux en composés plus stables par résonance mésomérique et bloquent la phase de propagation. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs d'hydrogène (H•) souvent aromatique comme les composés phénoliques. Des travaux récents ont montré aussi que les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydantes dues à la présence de certains monoterpènes hydrocarbonés agissant en synergie et des composés phénoliques volatils [Özer et al., 2007; Kordali et al., 2005]

5. Deux composés antioxydants de référence

Deux composés antioxydants de référence à l'hydroxytoluène butylé ou BHT et la β -carotène seront utilisés dans nos travaux pour l'évaluation de la capacité antioxydative des extraits et des huiles essentielles.

5.1. L'hydroxytoluène butylé ou BHT

L'hydroxytoluène butylé ou BHT est un additif alimentaire. Il s'agit du : 2,6-di-tert-butyl-4-méthylphénol ou 2,6-Bis (1,1-diméthyléthyl)-4-méthylphénol.



2,6-Bis(1,1-diméthylethyl)-4-méthylphénol

Figure 31 : Structure de l'hydroxytoluène butylé ou BHT

Le BHT est un puissant antioxydant synthétique et controversé. Il semble que trop peu d'études ait été faite à son sujet.

Il résiste aux hautes températures qui peuvent se produire durant la fabrication du produit, contrairement à certains antioxydants naturels comme la vitamine E. Il est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire et cosmétique. Il serait métabolisé en cas d'ingestion et soupçonné d'être allergène et cancérigène. Les contaminants possibles seraient les cendres sulfuriques, l'arsenic et les métaux lourds. Il est noté E 321 par l'Union européenne. Il se présente sous forme de cristaux ou poudres incolores à jaune pâle [Vansant, 2004].

5.2. Le β -carotène

1,1'-(3,7,12,16-tétraméthyl-1,3,5,7,9,11,13,15,17-octadécanonaène-1,18-diyl)bis[2,6,6-triméthylcyclohexène]. Le β -carotène est un pigment de la famille des caroténoïdes, pigment jaune orangé qui donne leur couleur vive à des fruits et des légumes (carottes, melons, abricots, mangues, poivrons rouges, épinards). Il possède de précieuses propriétés antioxydantes et peut notamment neutraliser les radicaux libres. Le β -carotène est aussi connu sous le nom de provitamine A, car il a la particularité de pouvoir se transformer en vitamine A dans le corps [Vansant, 2004].

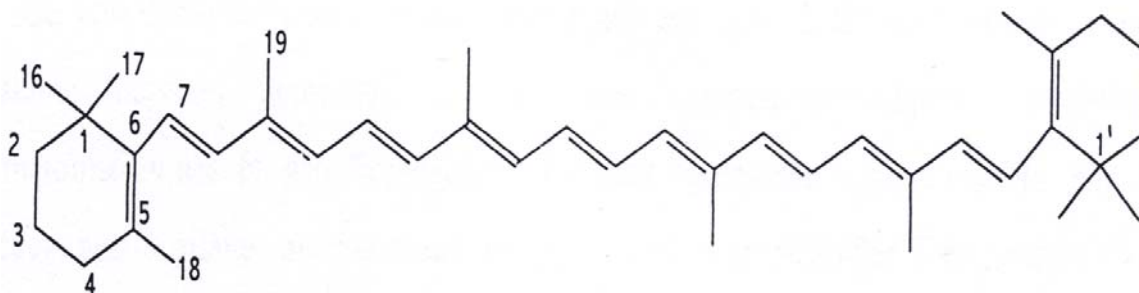


Figure 32: Structure de la β -carotène

CHAPITRE II :

MATERIELS ET METHODES

I. ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE

Le but de l'enquête ethnobotanique a été de recueillir des informations sur les plantes utilisées en médecine traditionnelle, particulièrement contre les maladies sexuellement transmissibles et les infections diarrhéiques. Ce recensement s'est fait en deux parties.

1. Premier recensement

La première enquête s'est déroulée entre juillet et novembre 2004 à Ouagadougou. Elle était basée sur la consultation des revues bibliographiques, le contact avec les pharmaciens, les chercheurs et les aides écologistes de la place.

2. Deuxième recensement

Elle s'est basée sur des questionnaires conformément à une fiche d'enquête préétablie (annexe 3). Elle a concerné les tradithérapeutes, les herboristes et les phytothérapeutes et s'est déroulé en Décembre 2004 dans les régions de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso au Burkina Faso uniquement, en 2005 dans les régions de Libreville et Oyem au Gabon. Les tradithérapeutes sont organisés en associations reconnues. Pour notre étude, nous avons préféré rencontrer les tradithérapeutes connus par les habitants de manière à les consulter individuellement. Il en était de même pour les herboristes.

3. Choix de la zone d'enquête

La zone d'enquête a été choisie par rapport à une biodiversité forestière très dense et une médecine traditionnelle très développée. Un autre critère de choix a été la facilité d'approche et d'échange avec les tradithérapeutes, les herboristes et les phytothérapeutes qui sont généralement de la même ethnie que l'enquêteur.

II. MATERIEL

1. Les microorganismes

1.1. Les champignons

L'activité antifongique a été évaluée sur les souches suivantes : *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* ATCC 90028.

Les souches *Candida albicans* ont été obtenues à partir des sécrétions urinovaginales de dix patientes au Centre Médical Saint Camille de Ouagadougou auprès des laboratoires de bactériologie.

1.2. Les bactéries

Les microorganismes utilisés sont composés de neuf souches bactériennes de référence, cinq souches sauvages isolées au Centre Hospitalier National Yalgado Ouédraogo de Ouagadougou au Burkina Faso. Il s'agit de *E. coli* 105.182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Shigella dysenteriae* 5451 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus carnosus* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica*.

A. PLANTES A HUILES ESSENTIELLES

2. Les parties des plantes

2.1. La résine

2.1.1. *Canarium schweinfurthii* Engl.

La résine de *Canarium schweinfurthii* a été récoltée dans la périphérie de Bangui (Centrafrique) en Juillet 2000. Le spécimen est déposé à la Faculté des Sciences, Université de Bangui, Laboratoire de Botanique. Trois cent grammes de résine de *Canarium schweinfurthii* ont été prélevées et hydrodistillées à l'aide d'un appareil de type Clevenger, pendant 4 heures.

2.1.2. *Aucoumea klaineana* Pierre et *Dacryodes edulis* G. Don

Les résines de *Aucoumea klaineana* et *Dacryodes edulis*, ont été récoltées à l'arboretum de l'IPHAMETRA à Libreville (Gabon) en Novembre 2006. Les spécimens sont déposés au Laboratoire pluridisciplinaire de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et à IPHAMETRA. Des masses de 159,81 g de résine *Aucoumea klaineana* et de 111,45 g de *Dacryodes edulis* ont été prélevées et hydrodistillées à l'aide d'un appareil de type Clevenger, pendant 5 heures.

2.1.3. *Daniella klainei* Pierre et *Dacryodes buettneri*.

Les résines de *Daniella klainei* et *Dacryodes buettneri* ont été récoltées en Février 2007 dans la forêt dense de Mekuê au village de Mebane Endama à 23 km d'Oyem (Gabon). Les spécimens sont déposés au Laboratoire pluridisciplinaire de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et à l'IPHAMETRA. Cent grammes de résine de *Daniella klainei* et *Dacryodes buettneri* ont été prélevés et hydrodistillés à l'aide d'un appareil de type Clevenger, pendant 5 heures.

2.2 Les racines

***Cochlospermum planchonii* Hook. f. Planch**

Les racines de *Cochlospermum planchonii* Hook. f. Planch ont été récoltées en Août 2006 dans la forêt classée de l'Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale de Saponé, à 26 Km au Sud de Ouagadougou, Burkina Faso. Les spécimens sont déposés à l'herbier du CRSBAN, Université de Ouagadougou. Deux cent grammes de racines fraîches et écrasées en petits morceaux sont hydrodistillées à l'aide d'un appareil de type Clevenger, pendant 4 heures.

B. EXTRAITS NON VOLATILS

2.3. Les tiges feuillées

2.3.1. *Leucas martinicensis* (Jacq.) R. Br.

Les tiges feuillées de *Leucas martinicensis* ont été récoltées en Août 2004 à la périphérie de Ouagadougou. Elles ont été nettoyées à l'eau de robinet, séchées à température ambiante de laboratoire, à l'abri de la lumière solaire et sous ventilation artificielle. Elles ont été ensuite réduites en poudre à l'aide d'un broyeur à marteaux et conservées dans des pots hermétiquement fermés.

2.3.2. *Canthium multiflora* (Sch et Thonn)

Les rameaux feuillés de *Canthium multiflora* ont été récoltés en Janvier 2005 à la périphérie de Bobo Dioulasso (Burkina Faso) dans les zones rocheuses et élevées de Badara, village situé à 45 km de Bobo-Dioulasso sur la route qui mène à Orodara (Province de Kéné Dougou). Elles ont été nettoyées à l'eau de robinet, séchées à température ambiante de laboratoire, à l'abri de la lumière solaire et sous ventilation artificielle.

2.4 Les écorces

2.4.1. *Syzygium rowlandii* Sprague

Les écorces de tronc de *Syzygium Rowlandii* ont été récoltées à la périphérie de Bangui (Centrafrique) en Juillet 2000. Le spécimen a été déposé à la Faculté des Sciences, Université de Bangui.

2.4.2. *Distemonanthus, Piptadeniastrum, Petersianthus et Gambeya*

Les écorces de tronc de *Distemonanthus benthamianus*, *Piptadeniastrum africanum*, *Petersianthus macrocarpus* et *Gambeya africana* ont été récoltées en Août 2006 à l'Arboretum de Sibang de l'IPHAMETRA à Libreville (Gabon). Les spécimens sont déposés au Laboratoire Pluridisciplinaire des Sciences de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et à IPHAMETRA.

2.4.3. *Fagara heitzii, Alstonia bonnei, Guibourtia ehie et Erythrophleum ivorense*

Les écorces du tronc de *Fagara heitzii*, *Alstonia bonnei*, *Guibourtia ehie* et *Erythrophleum ivorense* ont été récoltées en Janvier 2007 à la périphérie de Oyem province du Woleu Ntem (Gabon à 680 km de Libreville) dans la forêt de Mekuê (Annexe 2, carte du Gabon) au village de Mebane Endama. Les spécimens sont déposés au Laboratoire Pluridisciplinaire des Sciences de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et à l'IPHAMETRA.

Les différentes écorces de plante ont été nettoyées à l'eau de robinet, séchées à température ambiante de laboratoire, à l'abri de la lumière solaire et sous ventilation artificielle. Les spécimens, à savoir les tiges feuillées et les écorces de plantes médicinales étudiées, ont été déposés au Laboratoire de Biochimie du CRSBAN, Université de Ouagadougou. Les tiges feuillées et les écorces ont été ensuite réduites en poudre à l'aide d'un broyeur à marteaux et conservées dans des pots hermétiquement fermés.

III. METHODE D'EXTRACTION DES COMPOSES

1. Extraction

1.1. Extraits organiques

Des extractions successives avec des solvants organiques de polarité croissante (hexane ou éther de pétrole, chloroforme, méthanol et eau) sont réalisées sur les broyats des tiges feuillées et des écorces.

Après 24 heures de macération sous agitation, le mélange est filtré sur papier Wattman no 4. Le gâteau restant est récupéré et l'opération est renouvelée cinq fois afin de réaliser cinq épuisements pour chaque solvant, qui ont été gardés séparément. Les extraits obtenus sont stockés à 4 °C et à l'abri de la lumière jusqu'au moment de leur utilisation. Les rendements de chaque extraction sont calculés par le rapport entre l'extrait brut obtenu et le broyat végétal sec introduit.

Extraction à l'hexane. Cent grammes de poudre ont été introduits dans un ballon de 2 litres, additionnés avec 750 ml d'hexane. Le mélange est laissé au repos à température du laboratoire pendant 48 heures sous agitation et filtré à l'aide d'un filtre Buchner. Le filtrat est concentré sous pression réduite au rotavapor.

Extraction au chloroforme. La poudre précédemment extraite à l'hexane est séchée, pesée et introduite dans un ballon de 2 litres et additionnée avec 750 ml de chloroforme. Le mélange est extrait par percolation dans le chloroforme pendant 24 heures sous agitation et filtré à l'aide d'un filtre Buchner. Le filtrat est concentré sous pression réduite au rotavapor.

Extraction au méthanol. La poudre précédemment extraite au chloroforme, est séchée, pesée et introduite dans un ballon de 2 litres, additionnée avec 750 ml de méthanol. Le mélange est extrait sous agitation pendant 24 heures et filtré à l'aide d'un filtre Buchner. Le filtrat est concentré sous pression réduite au rotavapor.

1.2. Extrait aqueux

Parallèlement, un extrait aqueux est préparé par macération d'un broyat dans de l'eau distillée pendant 24 heures.

Le procédé s'effectue de la même manière que pour les extraits organiques. Les extraits obtenus sont stockés à 4 °C et à l'abri de la lumière jusqu'au moment de leur utilisation.

Extraction aqueuse. La poudre précédemment extraite à l'acétone ou à l'éthanol, est séchée, pesée, introduite dans un ballon de 2 litres et additionnée avec 750 ml d'eau distillée. Le mélange est macéré sous agitation pendant 24 heures et filtré à l'aide d'un filtre Buchner. Le filtrat est lyophilisé pendant 72 heures.

2. Etude chimique préliminaire des extraits de plantes

2.1. Etude qualitative des groupes chimiques

Les essais phytochimiques ont été menés selon les techniques classiques décrites par Paris et Moyse (1965; 1976), Bouquet, 1971 et Debray, 1971. Ces essais qualitatifs consistent à mettre en évidence la présence ou l'absence d'un certain nombre de groupes chimiques tels que les substances stéroliques, les saponosides, les coumarines, les flavonoïdes, les flavanes, les anthocyanes et les proanthocyanidols.

2.2. Extraction des composés phénoliques

Dans cette étude, deux extractions différentes ont été réalisées : à l'eau distillée et à l'éthanol.

Extraction aqueuse à froid: 0,5 g de poudre de plante a été ajouté dans 5 ml tampon buffer pH=7 pendant 24 heures à 37°C. Le filtrat final est centrifugé pendant 15 minutes à 4000 rpm. Le surnageant obtenu est utilisé dans les bioessais. L'avantage de l'extraction aqueuse est une meilleure représentation des conditions naturelles mais elle ne dissout pas les produits lipophiles.

Extraction au méthanol: l'extraction est faite à partir de 0,5 g de poudre de plante. L'ajout de 5 ml de méthanol pendant 24 h à 37°C permet de dissoudre les produits lipophiles (comme les composés phénoliques) qui se retrouvent dans la solution récupérée. Le filtrat final est centrifugé pendant 15 minutes à 4000 rpm. Il servira au dosage des phénols totaux, à l'identification de ces composés phénoliques puis aux bioessais concernant l'activité sur les germes microbiens.

2.2.1 Dosages des composés phénoliques

Tous les dosages spectrophotométriques des composés phénoliques ont été répétés 5 fois.

2.2.2. Extraction des composés phénoliques

Dix grammes de poudre végétale sont extraits avec 100 ml de solvant. Les extraits sont ensuite filtrés au moyen d'un filtre Buchner muni d'une pompe à vide. Les opérations d'extraction et de filtration sont répétées jusqu'à épuisement du marc résiduel en composés phénoliques (vérifié au moyen du réactif de Folin Ciocalteu). Les solvants utilisés sont chloroforme, méthanol et eau. Le mode opératoire est le même pour tous les solvants utilisés.

Des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu. Ce dosage non spécifique s'effectue à partir des extraits aqueux ou méthanoliques. Le réactif de Folin-Ciocalteu voit ses propriétés colorimétriques modifiées lorsqu'il est complexé à certaines molécules. Il réagit avec la fonction –OH des phénols [Gallet, 1994]. L'absorbance de la solution phénolique (obtenue par spectrophotométrie à 760 nm), par référence à une gamme étalon obtenue avec un acide phénolique: l'acide gallique ou la catéchine, permet de déterminer la quantité de phénols totaux présente dans l'extrait, exprimée en μg d'équivalent acide gallique ou la catéchine par gramme de matière sèche [Taga et al., 1984]. Les solutions standards utilisées sont l'acide gallique 248 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ou la catéchine 232 $\mu\text{g}/\text{ml}$. La méthode a été miniaturisée dans des plaques de 96 puits [Dicko et al., 2002 et 2005]. Pour ce faire, 25 μl du réactif Folin-Ciocalteu ont été additionnés à 10 μl d'extrait dissout dans de l'eau distillée à 1 mg/ml. Le mélange a été incubé à température ambiante pendant 5 minutes au bout desquelles, 25 μl de bicarbonate de sodium à 20 % (w/v) ont été ajoutés. Le volume dans chaque puit a été complété à 200 μl avec de l'eau distillée. Dans les puits témoins, le réactif a été remplacé par l'eau distillée. Les plaques ont été ensuite incubées à la température ambiante pour 30 min puis les absorbances ont été mesurées à 760 nm avec un lecteur de plaques (μQuant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA). Les tests ont été exprimés en équivalent d'acide gallique par gramme de poudre lyophilisée.

Flavonoïdes totaux: Les flavonoïdes totaux sont dosés selon la méthode de Dowd adaptée par Vennat et collaborateurs telle que décrite par Arvouet-Grant (1994). Un volume de 5 ml de AlCl_3 à 2 % dans du méthanol est mélangé avec un volume égal d'extrait dilué dans du méthanol. La méthode a été miniaturisée dans des plaques de 96 puits, 200 μl du volume du mélange ont été ajoutés dans chaque puits.

Puis les absorbances ont été mesurées au bout de 10 minutes à 415 nm avec un lecteur de plaques (μ Quant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA) contre un blanc. La quercétine est utilisée comme standard pour l'établissement de la courbe étalon. Le blanc est constitué de 5 ml d'extrait et de 5 ml de méthanol.

Tanins: La méthode de référence de la Communauté Européenne pour le dosage des tanins (1994) a été utilisée. Un volume de 1 ml d'extrait à doser est mélangé au vortex avec 5 ml d'eau, 1 ml de citrate d'ammonium ferrique (28% de fer ; 3,5 g/l) datant de 24 heures et 1 ml d'ammoniaque (8 g/l de NH_3). La méthode a été miniaturisée dans des plaques de 96 puits, 200 μ l du volume du mélange ont été ajoutés dans chaque puits. Puis les absorbances ont été mesurées au bout de 10 minutes à 525 nm avec un lecteur de plaques (μ Quant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA) contre un blanc avec 200 μ l d'un mélange (1 ml d'extrait à doser + 6 ml d'eau + 1 ml d'ammoniaque). L'acide tannique est utilisé comme standard pour l'établissement de la courbe étalon.

Proanthocyanosides: Le test du dosage des proanthocyanidines par la méthode au HCl-butanol est adapté pour des plaques à microtitration et les essais sont réalisés en triplicata pour chaque échantillon. 700 μ l d'une solution préparée de butanol/HCl (70/30, v/v) sont mélangés avec 50 μ l d'extrait dans un tube eppendorff par une brève agitation au vortex (1 min au maximum). Le tube eppendorff est ensuite fermé hermétiquement à l'aide de la paraffine, puis mis au bain marie à 100°C pendant 2 heures à l'issue desquels 200 μ l du mélange sont prélevés pour la lecture de l'absorbance à 550 nm [Dicko et *al.*, 2005] avec un lecteur de plaques (μ Quant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA). Le chauffage permet de détruire les pigments anthocyanidines, générés par les flavan-4-ols, et d'éliminer une partie des pigments chlorophylliens. Le standard utilisé est une procyanidine de pommes (degré de polymérisation de 7,4), produit par Stéphanie Prigent (Université de Wageningen, Wageningen, Pays-Bas) et Dr. Catherine M. G. C. Renard (INRA, Rennes, France). Ce standard est purifié par HPLC en phase reverse et caractérisé par la lyse des liaisons thiols par HPLC. La gamme de concentrations comprises entre 0,5 μ g/ml et 500 μ g/ml a été testée pour le tracé de la courbe standard.

A. HUILES ESSENTIELLES

IV. Analyse physicochimique

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse et par couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse.

1. Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Elle a été menée sur un appareil de type Hewlett-Packard HP 6890 équipé d'une colonne HP-5 de 25 m de longueur, 0,25 m de diamètre interne et 0,25 μm d'épaisseur. Le chromatographe est composé des pièces suivantes :

- un bloc injecteur capillaire Split/Splitless ;
- un rapport de Split : 1 :10 ;
- un four avec programmation et contrôle de température, la température du four est programmée de 50°C à 300°C avec un gradient de 5°C/min ;
- le gaz d'élution utilisé est l'hélium, gaz vecteur, avec un débit de 1,1 ml/min ;
- injection : 1 μl d'une solution d'huile diluée dans l'acétone ;
- une co injection avec un mélange d'alcane $\text{C}_9 - \text{C}_{30}$ est réalisée pour le calcul des indices de rétention.

2. Couplage chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse

Le couplage CPG/SM a été réalisé sur un appareil de type Hewlett-Packard 5973/6890 fonctionnant en mode impact électronique avec une énergie d'ionisation de 70 eV. Il est équipé de :

- un injecteur Split/Splitless à une température de 280°C ;
- un rapport de Split : 1 :10 ;
- deux colonnes capillaires, une colonne en silice fondue avec une longueur de 25 m, 0,25 m de diamètre interne et 0,25 μm d'épaisseur, sa phase stationnaire est en HP-5 ; l'autre colonne en silice fondue avec une phase stationnaire en HP-innowax et 60 m de longueur, 0,25 m de diamètre interne et 0,25 μm d'épaisseur ;
- la colonne HP-5 est programmée de 50°C (5 min) à 300°C avec un gradient de 5°C/min ;

- la colonne HP-innowax est programmée de 50°C à 250°C avec un gradient de 5°C/min ;
- l'hélium est utilisé comme gaz vecteur.

Les composés sont identifiés par comparaison de leur spectre de masse et indices de rétention avec ceux de la littérature [Lafferty et Stauffer, 1989 ; Adams, 2001 ; Joulain et König, 1989].

Les indices de rétention sont calculés selon la formule :

$$IR = \frac{tr(x) - tr(C_n)}{tr(C_{n+1}) - tr(C_n)}$$

B. EXTRAITS NON VOLATILS

IV. Analyse physicochimique

Des extractions avec des solvants organiques de polarité croissante (chloroforme, méthanol et eau) sont réalisées sur les broyats des tiges feuillées et des écorces. Après trois heures de macération sous agitation, le mélange est filtré sur papier Wattman no 4. Le marc restant est récupéré et l'opération est renouvelée cinq fois afin de réaliser cinq épuisements pour chaque solvant. Les extraits obtenus sont stockés à 4 °C et à l'abri de la lumière jusqu'au moment de leur utilisation.

1. Spectres UV

Sur une plaque à microtitration, 100 µl d'extrait sont additionnés à 100 µl d'eau distillée. Les spectres ont été effectués à l'aide d'un spectrophotomètre (µQuant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA).

2. Spectres CPG/SM

L'identification des constituants dans différents extraits a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM), après examen des données spectrales et des indices de rétention des constituants élués. Le couplage a été effectué sur un appareil (CPG/SM), SM est de type Agilent Technologies 5975 inerte XL Mass Selective Detector G3170-54507, série US60542491, modèle 5975 (système de détention quadripolaire) et la CPG de type Agilent Technologies 6890N Network GC system 6890 (G1530N) série CN 10605043, équipé d'une colonne capillaire en silice fondue de 30 m x 0,250 mm x 0,25 µm type HP-5MS.

La programmation de température est de 60 °C (1 min) de 60 à 250 °C, température limite - 60 et 325°C (350°C Pgm) avec un gradient de 5 °C /min, le gaz vecteur employé est l'hélium, les spectres de masse ont été enregistrés à 70 eV.

Les indices de rétention ont été déterminés par chromatographie en phase gazeuse sur 2 colonnes capillaires en silice fondues de type HP-5MS (25 m x 0,25 mm) et Carbowax (25 m x 0,22 m) avec une programmation de température de 50 à 200°C et un gradient de 5 °C/ min. Le gaz vecteur employé est l'hélium avec un débit de 0,8 ml/min. Les extraits ont été dissouts dans de l'hexane à une concentration de 1% et injectés à raison de 10 µl par course.

Après chromatographie sur les 2 colonnes de l'échantillon à analyser, les indices de rétention ont été calculés pour différents constituants détectés après co-injection dans les mêmes conditions de l'échantillon et d'un mélange d'alcane linéaires (C₉ à C₂₂ et C₉ à C₂₄), respectivement pour les colonnes apolaires et polaires dont les temps de rétention s'échelonnent sur tout le chromatogramme.

3. Analyse quantitative

Le chromatographe sur lequel les analyses ont été effectuées, est le modèle Shimadzu GC 14 A, équipé d'un détecteur à ionisateur de flamme. Les pourcentages relatifs des différents constituants ont été calculés par la méthode des aires (intégrateur modèle C-R4A) sans tenir compte des différences éventuelles dans leurs coefficients de réponse.

ETUDE DE L'ACTIVITE BIOLOGIQUE

V. ETUDE DE L'ACTIVITE ANTIRADICALAIRE

L'activité antiradicalaire des extraits et des huiles essentielles traduit leur aptitude à piéger les radicaux libres. Les extraits et les huiles essentielles sont solubilisés dans du méthanol pour donner des concentrations tests de 400 à 10 µg/ml.

1. Détermination de la capacité antioxydante

L'évaluation de la capacité antioxydante a été réalisée par la technique de décoloration de la β-carotène [Miller, 1971] et la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH [Blois, 1958].

Décoloration de la β-carotène. La capacité antioxydante est déterminée par la mesure de l'inhibition des composés organiques volatils et la formation conjuguée de l'hydro peroxyde diène avec l'oxydation de l'acide linoléique [Tepe et *al.*, 2005]. La solution de β-carotène est dissoute dans 1 ml de chloroforme, 25 µl de l'acide linoléique et 200 mg de Tween 40, est enfin additionné puis émulsifié parce que la β-carotène n'est pas soluble dans l'eau. Le chloroforme est complètement évaporé au rotavapor. Cent millilitres d'eau distillée saturée en oxygène est additionnée vigoureusement pendant 30 min. Un volume de 2500 µl de la mixture est dispersé dans les tubes à essai et 350 µl d'extrait préparé à 2 g/l de concentration.

L'ensemble est incubé pendant 48 h à la température du laboratoire. Les mêmes procédures sont faites pour le BHT et le blanc. Après incubation, l'absorbance est mesurée à 490 nm avec un lecteur de plaques (μ Quant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA). L'activité antioxydante de l'extrait est comparée avec le BHT et le blanc. Le test est fait en triplicata.

Détermination de l'effet DPPH. L'effet des extraits sur le radical DPPH est estimé par la méthode de Hatano, Kagawa, Yasahara et Okuda (1988). 0,2 ml d'extrait de concentration 0,25-25 mg/ml est additionné à 1 ml d'une solution méthanolique de DPPH (concentration finale de DPPH est de 0,2 mmol/l). Le mélange est agité vigoureusement et laissé au repos à la température du laboratoire pendant 30 min. L'absorbance est mesurée à la longueur d'onde de 517 nm avec un lecteur de plaques (μ Quant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur utilisant le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA). Chaque essai est réalisé en triple. L'activité antiradicalaire est exprimée en pourcentage de DPPH réduit. La quercétine est utilisée comme substance de référence.

Activité antiradicalaire (%) = $1 - (\text{DO échantillon} / \text{DO blanc})$

La concentration réduisant 50 % du DPPH (CAR 50) est obtenue à partir de la droite de régression log-probit de l'activité antiradicalaire en fonction du logarithme népérien de la concentration d'extrait [Tepe et *al.*, 2005].

VI. EVALUATION DES PROPRIETES ANTIMICROBIENNES

1. Test antifongique

1.1. Préparation des suspensions de microorganismes

Les suspensions de levures sont préparées à partir du bouillon d'enrichissement « Yeast Extract Sucrose » (YES) (Bio-Rad, Marnes-la-Coquette, France) des différentes souches incubées pendant 24 heures à 30 °C. À 9 ml d'eau physiologique stérile, 100 μ l du bouillon d'enrichissement ont été ajoutés. Pour les moisissures, les suspensions sont préparées à partir d'une culture de 10 jours sur milieu « Yeast Extract Glucose » (YEG) (Bio-Rad). Les suspensions sont préparées dans de l'eau physiologique contenant du tween 80 et ajustée à 10^5 conidies/ml pour les moisissures et 10^6 cellules/ml pour les levures après comptage à la cellule de Malassez.

1.2. Évaluation de l'activité antifongique

1.2.1. Technique de diffusion en gélose

L'étude de l'activité antifongique est réalisée par la technique décrite par Grange et Davery (1990). Un millilitre de chaque extrait de la plante est ajouté à 9 ml de gélose de Sabouraud (Becton Dickinson, Royaume-Uni) maintenu à 45 °C. Le mélange est ensuite versé dans des boîtes de Pétri. Ces dernières sont mises à sécher pendant 15 minutes à 37 °C. Cent microlitres de la suspension de microorganismes à 10^5 conidies/ml pour les moisissures et 10^6 cellules/ml pour les levures, sont ensemencés par inondation en surface de la gélose nutritive. Les boîtes de Pétri sont incubées à 30 °C pendant 48 heures pour les levures et 72 heures pour les moisissures, sont considérées positives les cultures où il y a une croissance fongique visible à l'œil nu. Les témoins négatifs ont été préparés par ajout des souches testées aux milieux adéquats sans inhibiteur.

1.2.2. Effet sur la croissance des levures

Pour chaque extrait la CMI est déterminée comme étant la concentration minimale de l'extrait qui inhibe totalement la croissance du champignon testé. La détermination des CMI des extraits de plantes vis-à-vis des souches de *Candida* est réalisée selon la technique de microtitration sur plaques stériles à fond plat (Bio-Rad), décrite par Eloff et collaborateurs, 1998, en utilisant le tétrazolium (MTT : 3 (4,5- diméthylthiazol-2-yl)-2,5diphényltétrazolium bromide) (Sigma, Saint-Louis, MO) comme indicateur de viabilité. On dépose 100 µl de RPMI 1640 à 2 % de glucose tamponné à pH 7 dans chaque puit. Quatre-vingt dix microlitres du produit à tester ou de dilutions successives de demi en demi sont alors ajoutés à chacun des puits. Chaque puit est ensuite ensemencé par 10 µl de la suspension microbienne à 10^6 cellules/ml. À la fin de la période d'incubation à la température adéquate, le MTT est préparé extemporanément à 0,4 mg/ml dans de l'eau physiologique stérile. Dix microlitres de la solution MTT sont rajoutés dans chaque puit. La plaque est réincubée pendant 10 à 30 minutes à 37 °C. Les puits où une croissance a eu lieu, montrent une couleur bleu-violette. Les témoins négatifs ont été préparés dans des puits isolés par ajout des souches testées aux milieux adéquats sans inhibiteur.

2. Test antibactériologique

2.1. Milieu de culture

La poudre (38 g) de milieu de Muller Hinton II est introduite dans un flacon de 2 litres puis addition de 1000 ml d'eau distillée.

Le mélange est chauffé en agitant, porté à ébullition pendant 1 min et autoclavé 1h 30 à 121 °C tout en évitant un surchauffement. La gélose de Muller Hinton fondue est coulée dans des boîtes de Pétri de 9 cm de façon à obtenir une épaisseur de 4 mm. Les boîtes sont séchées à l'étuve avant emploi pendant une heure.

2.2. Inoculum bactérien

Le bouillon nutritif est constitué de 7,5 g de peptone; 1,5 g d'extrait de levure; 3 g de NaCl; et 0,5 g de glucose. Le pH est ajusté à 7,5 à température de 37°C pour 500 ml d'eau distillée. Dix millilitres de bouillon nutritif ont été introduits dans chaque tube à essai puis stérilisation pendant 15 min à 121°C à l'autoclave. Les souches bactériennes de chaque bouillon de culture de 20 heures sont émulsifiées dans 10 ml de milieu physiologique NaCl 0,9 %. L'inoculum ainsi obtenu présente une turbidité égale à celle de l'étalon Mc Farland 0,5 avec une densité bactérienne d'environ $1 \text{ à } 2 \cdot 10^8$ CFU/ml.

2.3. Évaluation de l'activité antibactérienne

Les extraits chloroformique et méthanolique de masse 1 g sont solubilisés dans 1 µl de diméthyle sulfoxide (DMSO) puis 999 µl d'eau distillée. Les concentrations mères sont préparées à la concentration de 1 mg/ml, 2 mg/ml et 4 mg/ml dans du DMSO sauf dans le cas des extraits aqueux où les concentrations mères sont de 4 mg/ml et 6 mg/ml. Elles sont filtrées avant toute autre utilisation sur des filtres millipores (0,2 µm). Des dilutions sont ensuite réalisées afin d'obtenir les concentrations choisies. Ces concentrations sont exprimées en µg/ml.

2.4. Détermination du diamètre d'inhibition

La méthode de diffusion à partir d'un disque solide a été utilisée pour mettre en évidence l'activité antimicrobienne [NCCLS, 1997]. Une suspension bactérienne de 18 à 24 heures de chaque souche microbienne ou fongique est préparée avec le bouillon nutritif (Diagnostic Pasteur, France), dilué et ajusté à une turbidité égale à celle de l'étalon Mc Farland 0,5 et a une densité bactérienne de $1 \text{ à } 2 \cdot 10^8$. La gélose de Mueller-Hinton (Becton Dickinson USA) est coulée dans des boîtes de Pétri 90 mm de diamètre. La surface de gélose estensemencée par 1 ml de mélange puis étalage du liquide dans la boîte de Pétri avec des pipettes Pasteur. Des disques de papier buvard de 6 mm de diamètre (Bio Mérieux) imbibés de 50 µl de l'extrait de concentration 1 mg/ml ont été déposés à la surface de la gélose.

Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 18 heures et les diamètres d'inhibition sont mesurés. Après 18 à 24 heures d'incubation, une zone ou un halo clair (e) est présent (e) autour d'un disque si l'extrait inhibe le développement microbien. Plus la zone d'inhibition est grande, plus le germe est sensible. Tous les tests ont été répétés trois fois. Le screening antimicrobien a été effectué avec 3 types de chaque extrait et réalisé 3 fois.

2.5. Microdilution

La méthode de microdilution a été utilisée pour déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) et les concentrations minimales bactéricides (CMB) [NCCLS, 1997, 1999].

2.5.1. Détermination des CMI

La détermination des Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) des différents extraits a été faite par microdilution sur plaque [Carlson et al.1995]. La microplaque est divisée en 96 puits pouvant être schématisée sous forme de tableau de 8 lignes (A à H) et 12 colonnes (1 à 12), les quadrillages représentent les puits. Les puits (A1 à A12) sont inoculés avec 150 µl de bouillon Mueller Hinton et 100 µl d'inoculum. Les puits (H1 à H12) sont inoculés avec 200 µl de bouillon Mueller Hinton. Des volumes de 50 µl d'extrait (2 mg/ml) ont été ajoutés de A1 à A12. Les autres puits sont alors prélevés de chacun de ces puits (A1 à G1) et les dilutions en cascades sont faites. 100 µl d'inoculum dilué à 10^{-3} sont ajoutés aux puits contenant l'extrait végétal (+sauf le contrôle négatif : les puits G qui ne contiennent que l'extrait sans inoculum). Les plaques sont incubées à 37°C pendant 24 heures. La CMI est déterminée par la plus petite concentration d'antibiotique donnant une inhibition de la croissance après un temps de contact avec l'antibiotique de 18 à 24 heures [Michel Briand, 1986].

2.5.2. Détermination des CMB

La CMB est déterminée à partir de la CMI. Les puits ne présentant aucune croissance visible à l'œil nu après incubation sont vidés et les contenus sont repiqués sur de la gélose coulée dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre. La lecture est faite après une incubation à 37°C pendant 24 heures. La plus petite concentration qui ne laisse que 0,01% de bactéries survivantes après un temps d'exposition à l'antibiotique de 12 à 18 heures correspond à la CMB [Michel Briand, 1986].

VII. ANALYSES STATISTIQUES

Des logiciels informatiques sont utilisés à cet égard dans le but de vérifier l'effet observé. L'analyse appropriée de la variance s'est faite à trois critères de classification modèle croisée mixte (logiciel SAS). Pour confirmation la même analyse de la variance (ANOVA) a été effectuée pour chaque extrait, le coefficient de corrélation a été calculé.

Le logiciel Excel est utilisé pour rentrer les données, qui correspondent aux DO lus pour chaque extrait. Ces valeurs sont saisies après avoir soustrait celles du témoin. Il est utilisé pour tracer des courbes de régression et les différentes concentrations des extraits permettant de déterminer les CI_{50} . Le logiciel KC Junior 1-31-5 (Bio-teck Instrument Inc. USA) a permis de lire les DO et déterminer les spectres UV effectués à l'aide d'un spectrophotomètre (μ Quant Bio-teck Instrument Inc. USA) couplé à un ordinateur.

Pour l'identification des composés, le contenu du HELP ONLINE du logiciel Amdis_32 version 2.0. β et le logiciel Agilent MSD Chem G1701DA version D.01.02 module 1 stage ref. H8720A permettent de connaître les notions de base, de configurer le CPG/SM, régler le spectromètre de masse pour l'acquisition des données et la fragmentométrie.

CHAPITRE III :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

PARTIE III A

HUILES ESSENTIELLES

A. LES HUILES ESSENTIELLES

1. Rendement

Les résines de *Canarium schweinfurthii*, *Dacryodes buettneri*, *Aucoumea klaineana*, *Dacryodes edulis* et *Daniella klainei* ainsi que les racines de *Cochlospermum planchonii* ont donné les rendements en huiles essentielles suivants:

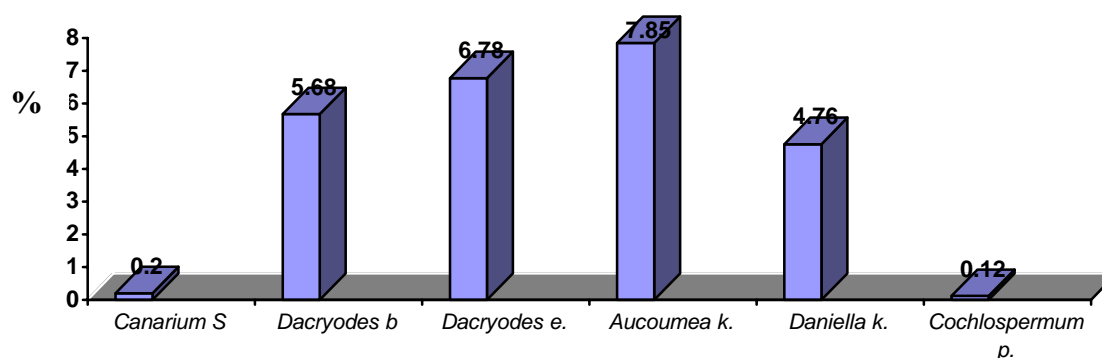


Figure 33: Rendement d'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles (en %)

Les résultats montrent que la résine de *Aucoumea klaineana* renferme respectivement plus d'huile essentielle que celles de *Dacryodes edulis*, *Dacryodes buettneri*, *Daniella klainei* et *Canarium schweinfurthii*. Ces différentes résines contiennent plus d'huile que les racines de *Cochlospermum planchonii*.

2. Composition chimique des huiles essentielles

Les résultats de la composition chimique des huiles essentielles sont enregistrés dans les tableaux I, II, III, IV, V et VI.

2.1. *Cochlospermum planchonii* Hook. F. Ex. Planch E.

La composition chimique de l'huile essentielle est mentionnée dans le tableau I.

Tableau I : Composition chimique de *Cochlospermum planchonii*

Indices de Retention	Composés ^a	Pourcentage (%)
1380	β -élémyène	6,0
1482	β -sélénène	1,9
1488	α -sélénène	3,8
1495	tridécan-2-one	7,8
1498	acétate de undécyle	0,3
1505	7-diepi- α -sélénène	1,8
1576	tétradécen-3-one	15,3
1585	tétradécan-3-one	30,6
1588	dodécanoate d'éthyle	0,6
1597	acétate de dodécyle	12,4
1698	pentadécan-2-one	1,0
1738	tétradécanoatedeméthyl	0,4
1778	hexadécan-3-one	2,0
1796	acétate de tétradécyle	15,0
1997	acétate de hexadécyle	1,0

En gras : les composés majoritaires

D'après les résultats, les constituants par ordre d'élution sur la colonne DB 1 sont au nombre de 15 avec un pourcentage global de 99,9%. La composition chimique est particulière et caractéristique de l'huile essentielle de la racine de *Cochlospermum planchonii* Hook. F. ex. Planch E. Les résultats (Tableau I) montrent que l'huile essentielle renferme majoritairement des composés oxygénés tels que les cétones et esters (86%).

Les produits majoritaires sont tétradécan-3-one (30,6%), tétradécen-3-one (15,3%), acétate de tétradécyle (15,0%), acétate de dodécyle (12,4%).

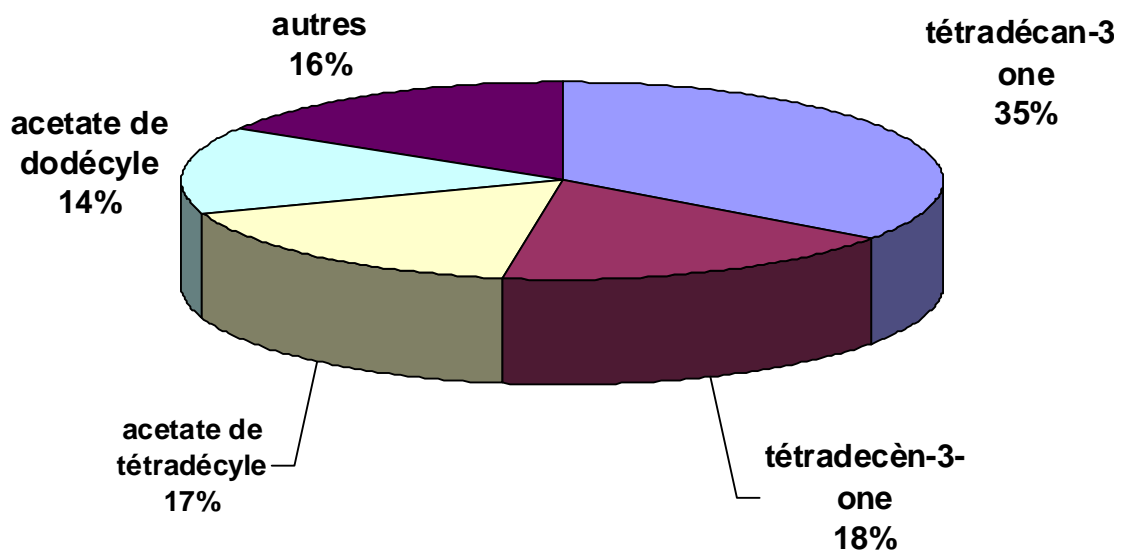


Figure 34: Distribution en fonction du pourcentage des différents composants existant dans l'huile essentielle de *Cochlospermum planchonii*

L'huile essentielle est dépourvue de monoterpènes et contient trois composés sesquiterpéniques mineurs: β -élémane (6,0%), β -sélinène (1,9%), α -sélimène (3,8%) [Ouattara et al., 2007].

2.2. *Canarium schweinfurthii* Engl.

Le rendement est de 0,2 % (w/v). La composition chimique de l'huile essentielle de résine de *Canarium schweinfurthii* Engl, est consignée dans le tableau II.

Tableau II: Composition chimique de l'huile essentielle de *Canarium schweinfurthii* Engl.

IR*	Composés	Pourcentage (%)
921	2-acétylfuranne	0,4
1020	limonène	1,2
1022	1,8-cinéole	0,4
1062	n-octanol	9,5
1095	linalol	1,4
1066	butanoate de furfuryle	1,1
1196	α -terpinéol	0,3
1209	Acétate d'octyle	60,0
1245	2,5-diméthoxy toluène	0,6
1260	n-décanol	1,5
1347	acétate de citronellyle	0,4
1355	acétate de néryle	1,5
1400	acétate de décyle	0,5
1461	n-dodécanol	1,3
1656	(E)-nerolidol	14,0
1571	Spathuléol	0,8
1589	Viridiflorol	0,4

IR=indice de rétention, En gras=composés majoritaire

Les constituants sont classés par ordre d'élution sur la colonne OV 101. Il y a au total 17 composés avec un pourcentage global de 95,3 %.

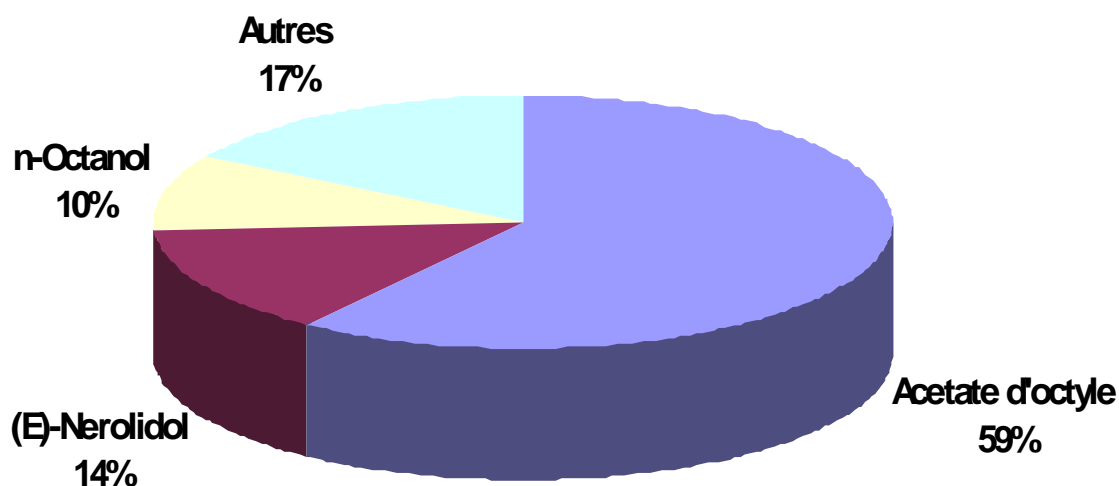


Figure 35a : Distribution en fonction du pourcentage des différents composants

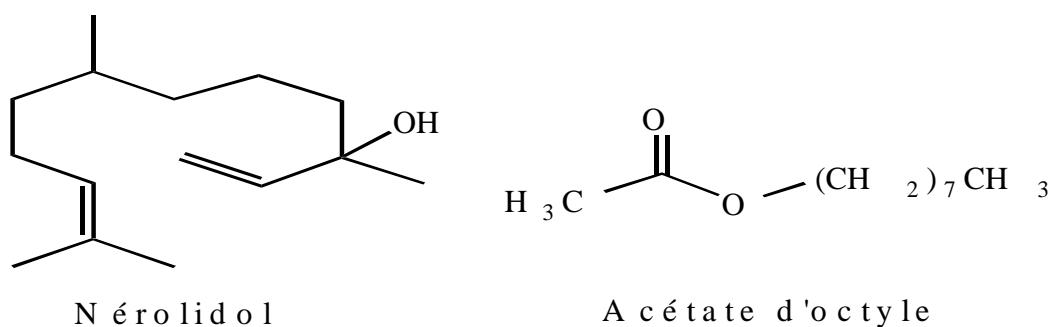


Figure 35b : Structure des composés majoritaires

Figure 35: Distribution en fonction du pourcentage et structure des composés majoritaires existant dans l'huile essentielle de *Canarium schweinfurthii*

Les constituants majoritaires sont Acétate d'octyle (60,0 %), (E)-Nerolidol (14,0 %) et *n*-Octanol (9,5 %). Ces trois composés constituent plus de 83,5% tandis que les autres occupent 16,5% de la composition chimiques de l'huile essentielle de *Canarium schweinfurthii* Engl [Koudou et *al.*, 2005].

2.3. *Aucoumea klaineana* Pierre

Les résultats d'analyse de l'huile essentielle de résine de *Aucoumea klaineana* Pierre sont consignés dans le tableau III.

Les constituants par ordre d'élution sur la colonne HP-5 sont au total 28 composés avec un pourcentage de 96,06 %. La composition de l'huile essentielle est particulière et caractéristique de l'Okoumé.

Les résultats du tableau III démontrent que l'huile essentielle de *Aucoumea klaineana* Pierre est constituée majoritairement de δ -3-carène (72,31 %), soit les trois quart de la composition, accompagné de terpinolène (6,28 %), α -terpinéol (4,34 %), limonène (4,04 %) et le p-cymène (3,76 %).

Tableau III: Composition chimique de l'huile essentielle de *Aucoumea klaineana*

Pics	IR	Composés	Pourcentage %
1	927	α – thujène	0,03
2	934	α – pinène	0,70
3	949	Fenchène	0,07
4	972	1,2,3,4-tetraméthyl benzène	0,11
5	974	Sabinène	0,46
6	979	β – pinène	0,05
7	983	Bicyclo [3.3.1]nonane-2-one	0,03
8	1001	Menthomenthène	0,89
9	1012	δ-3-carène	72,31
10	1018	<i>A</i> – terpinène	0,63
11	1021	<i>o</i> – cymène	0,08
12	1026	<i>p</i> – cymène	3,76
13	1031	Limonène	4,04
14	1032	β – phellandrène	0,18
15	1034	1,8 – cinéole	0,25
16	1054	(<i>E</i>)- β -ocimène	0,03
17	1060	γ – terpinène	0,11
18	1087	Terpinolène	6,28
19	1091	<i>P</i> -cymenène	0,08
20	1135	mentha-2,8-dien-1-ol	0,09
21	1145	epoxyterpinolène (wiley)	0,19
22	1165	mentha-1,5-dien-8-ol	0,30
23	1178	(+)-terpinèn-4-ol	0,09
24	1183	<i>m</i> -cymèn-8-ol	0,33
25	1189	<i>p</i> -cymèn-8-ol	0,33
26	1198	α-terpinéol	4,34
27	1206	Verbénone	0,12
28	1345	<i>p</i> -acéthyl anisole	0,18

Selon l'ordre d'éluion sur colonne HP-5, IR=indice de rétention, En gras=composés majoritaires

Ces cinq composés constituent plus de 90,74 % tandis que les autres occupent 9,24 % de la composition chimique de l'huile essentielle.

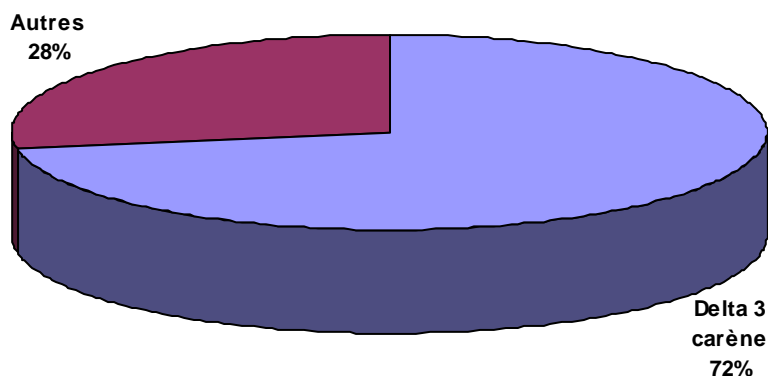


Figure 36a : Distribution en fonction du pourcentage des différents composants

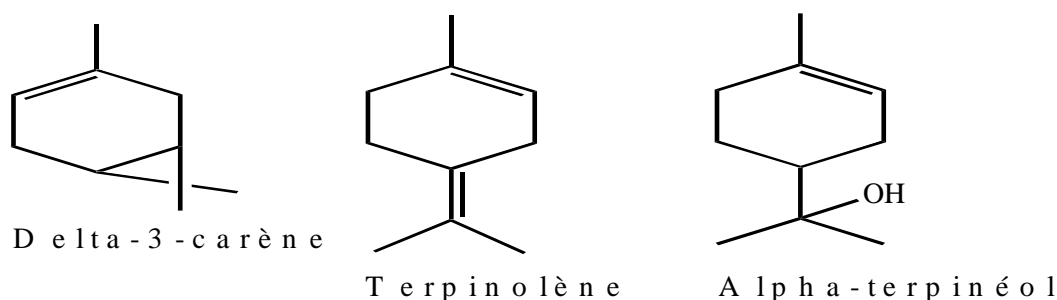


Figure 36b: Composés majoritaires de l'huile de *A. klaineana*

Figure 36: Distribution en fonction du pourcentage et structures des composés majoritaires existant dans l'huile essentielle de *Aucoumea klaineana* Pierre

2.4. *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam.

La composition chimique de l'huile essentielle de *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam est indiquée dans le tableau IV. Les constituants par ordre d'élution sur la colonne HP-5 sont au total 30 avec un pourcentage de 85,92 %. Les résultats (Tableau IV) montrent que les composés majoritaires sont respectivement le terpinèn-4-ol (27,33%), p-cymène (19,0%), α -pinène (13,23%), sabinène (4,40%), i-ascaridol (4,0%), β -phellandrène (3,0%), β -pinène (2,42%), α -terpinéol (2,08%) [Obame et al., 2007b].

Tableau IV: Composition chimique de l'huile essentielle de *Dacryodes buettneri*

Indices de Rétention	Composés	Pourcentage (%)
931	α -thujène	0,60
939	α-pinène	13,23
953	Camphène	0,15
976	sabinène	4,40
980	β-pinène	2,42
1000	menth-3-ène	0,10
1005	α -phellandrène	1,60
1017	α -terpinène	0,10
1026	p-cymène	19,0
1031	Limonène	1,80
1032	β-phellandrène	3,0
1033	1,8-cinéole	0,35
1062	γ -terpinène	1,15
1070	cis sabinène hydraté	0,05
1089	terpinolène	0,40
1091	p-cymenène	trace (<0,01)
1122	cis p-menth-2-en-1-ol	0,34
1135	terpinen-1-ol	0,07
1141	trans paramenth-2-en-1-ol	0,40
1143	camphre	0,07
1177	terpinen-4-ol	27,33
1190	Cryptone	0,71
1195	α-terpinéol	2,08
1208	trans pipéritol	0,23
1249	eucarvone	1,65
1252	pipéritone	0,33
1269	ascaridol	0,19

En gras=composés majoritaires

2.5. *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam

Les analyses des composés volatils de l'huile essentielle de *Dacryodes edulis* sur CPG/SM sont mentionnées dans le tableau V.

D'après ces résultats, les constituants par ordre d'élution sur la colonne HP-5 sont au nombre de 30 avec un pourcentage global de 98,68%. Le tableau V montre que le Sabinène (21,76 %), terpinèn-4-ol (19,79%), α -pinène (17,47%) et p-cymène (11,29%) sont des composés majoritaires et constituent plus de 70,28 % de l'huile essentielle.

Une étude des essences de pulpe de fruits de *Dacryodes edulis* du Cameroun, menée par Jirovetz et *al* en 2003, montre que l'huile essentielle est composée de monoterpènes tels que α -pinène (60,3%), β -pinène (8,2%), myrcène (15,0%), limonène (3,6%) et sabinène (1,4%).

Au Nigéria, une autre étude faite par Onocha sur les racines, les feuilles et les écorces de *Dacryodes edulis* a montré que l'huile essentielle des fruits est composée majoritairement de Myrcène (45,3%), le caryophyllène (26,4%) est prédominant pour les huiles essentielles des feuilles [Onocha et *al.*, 1999, Jirovetz et *al.*, 2004].

L'huile essentielle des écorces est constituée majoritairement de terpinèn-4-ol (25,6%) et un mélange de thujène et pinène (25,2%), phellandrène est le composé majeur pour les huiles des racines.

Tableau V: Composition chimique de l'huile essentielle de *Dacryodes edulis*

N°	TRmn	IR	Composés	Pourcentage (%)
1	9.835	927	α -thujène	1,55
2	10.116	935	α-pinène	17,47
3	10.681	951	Camphène	0,24
4	11.517	975	Sabinène	21,76
5	11.667	979	β -pinène	4,27
6	12.427	1001	menth-3-ène	0,37
7	12.638	1007	α -phellandrène	0,22
8	12.712	1009	δ -3-carène	0,23
9	13.001	1018	α -terpinène	1,22
10	13.284	1026	para cymène	11,29
11	13.430	1031	Limonène	5,72
12	13.482	1032	β -phellandrène	1,0
13	13.536	1034	1,8-cinéol	0,68
14	14.387	1060	δ-terpinène	5,84
15	14.793	1072	cis hydrate de sabinène	1,08
16	15.253	1086	Terpinolène	1,08
17	15.41	1091	para cyménène	tr
18	15.778	1102	trans hydrate de sabinène	0,39
19	16.3	1119	β -thujone	tr
20	16.513	1127	cis para menth-2-èn-1-ol	0,4
21	16.86	1138	terpinèn-1-ol	tr
22	16.97	1142	trans sabinol	tr
23	17.063	1145	trans paramenth-2-èn-1-ol	0,37
24	17.17	1148	Camphre	tr
25	18.270	1184	terpinèn-4-ol	19,79
26	18.403	1189	para cymène-8-ol	0,13
27	18.659	1197	α -terpinèol	3,0
28	19.039	1211	trans piperitol	0,20
29	20.349	1257	Pipéritone	0,22

Les autres composés sont minoritaires à savoir δ -terpinène (5,84%), limonène (5,72%), β -pinène (4,27%), α -terpinéol (3,01%).

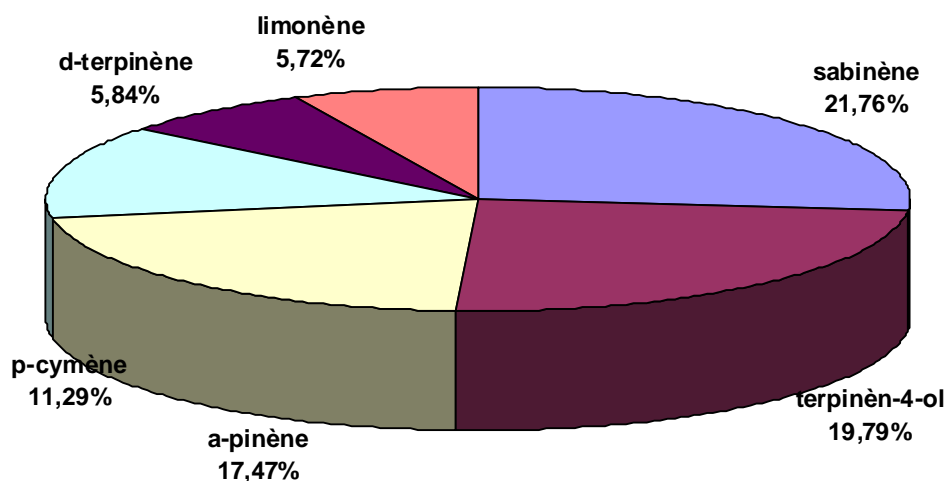


Figure 37a : Distribution en fonction du pourcentage des différents composants

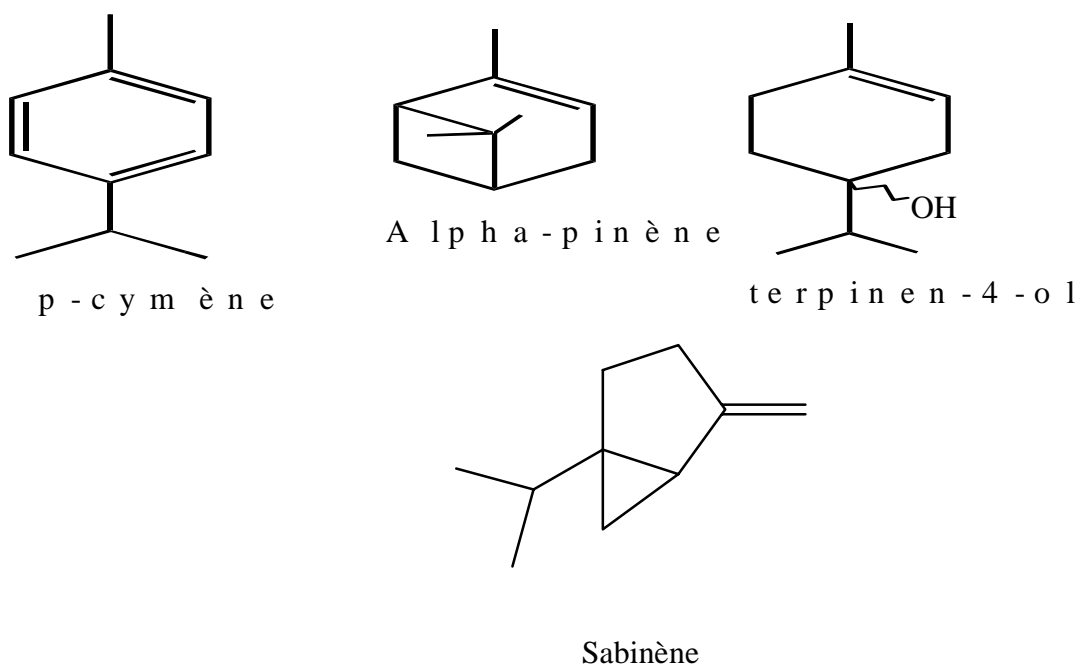


Figure 37b : Structures chimiques des composés majoritaires

Figure 37: Distribution en fonction du pourcentage et structures des composés majoritaires existant dans l'huile essentielle de *Dacryodes edulis*

En considérant ces résultats, une grande différence est observée entre la composition chimique des extraits volatiles des parties de la plante *Dacryodes edulis*. Des fruits sont très riches en α -pinène (60,3%) au Cameroun, Myrcène (45,3%) au Nigéria, des feuilles riches en caryophyllène (26,4%), des écorces riches en terpinène-4-ol (25,6%) et un mélange de thujène et pinène (25,2%), des racines riches en phellandrène. Comparativement notre résine donne une huile plus riche en sabinène (21,76%).

2.6. *Daniella klainei* Pierre

Le rendement de l'extraction de résine de *Daniella klainei* est de 6,78% (w/v). Les analyses sur la composition de son huile essentielle, sont mentionnées dans le tableau VI. D'après ces résultats, les constituants par ordre d'élution sur la colonne HP-5 sont au total 26 avec un pourcentage global de 95,48%.

Les résultats (Tableau VI) montrent que l'huile essentielle est composée majoritairement de myrcène (55,42%) constituant plus de la moitié de sa composition chimique, suivi de α -humulène (8,09%), germacrène-D (6,06%), α -pinène (5,39%), linalol (4,93%), β -caryophyllène (3,62%) et β -pinène (2,58%) [Obame et al., 2008b].

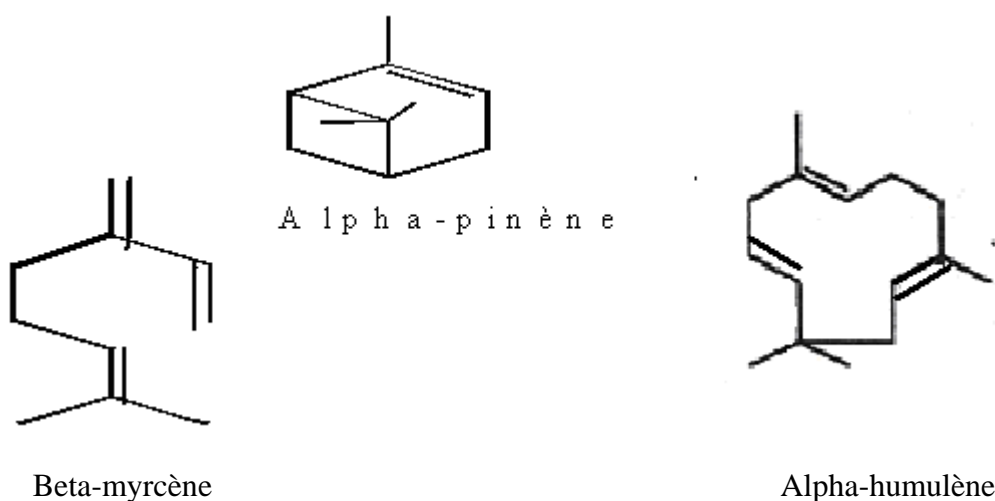


Figure 38: Composés majoritaires de l'huile essentielle de résine de *D. klainei*

Tableau VI: Composition chimique de l'huile essentielle de *Daniella klainei*

Pics	IR	Composés	Pourcentage (%)
1	931	α - thujène	0,17
2	939	α- pinène	5,39
3	954	Camphène	0,08
4	975	Sabinène	0,50
5	979	β -pinène	2,58
6	991	Myrcène	55,42
7	1029	Limonène	0,83
8	1030	β -phellandrène	1,12
9	1033	1,8-cinéol	0,40
10	1097	Linalol	4,93
11	1177	terpinèn-4-ol	0,22
12	1195	α -terpinéol	0,27
13	1339	delta élémène	0,08
14	1351	α -cubebène	0,10
15	1376	α -copaène	1,27
16	1384	β -bourbonène	0,22
17	1390	β -cubebène	0,19
18	1418	β -caryophyllène	3,62
19	1454	α-humulène	8,09
20	1480	germacrène-D	6,06
21	1520	Deltacadinène	0,19
22	1549	Elemol	0,46
23	1561	germacrène-B	0,39
24	1583	oxyde de caryophyllène	1,02
25	1606	humulene-1,2 epoxyde	1,38
26	1649	β -eudesmol	0,50

IR=indice de rétention, En gras=composés majoritaires

3. Activités biologiques des huiles essentielles

3.1. Activité antioxydante des huiles essentielles

L'activité antioxydante des huiles essentielles est consignée dans les figures ci-dessous tandis que les différents tableaux sont donnés en annexe 4.

3.1.1 *Canarium schweinfurthii* Engl.

L'évaluation de la capacité antioxydante de l'huile essentielle de *Canarium schweinfurthii* Engl indique qu'elle possède un pouvoir antioxydant significatif sur la β -carotène et le DPPH (tableau I en annexe 4 et figure 24).

Par le test de DPPH, les huiles de *Canarium schweinfurthii* Engl réduisent la concentration de ce radical qui est d'autant plus décoloré que la concentration en huile essentielle est élevée. La capacité antioxydante des huiles essentielles de *C. schweinfurthii* est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. La valeur de IC_{50} du DPPH de *C. schweinfurthii* est de $68,5 \pm 2,29 \mu\text{g/ml}$. L'activité sur DPPH de l'huile essentielle de *C. schweinfurthii* dépasse les 50%.

Pour la décoloration de la β -carotène/ acide linoléique, l'oxydation est inhibée par *C. schweinfurthii* Engl à (70,0%).

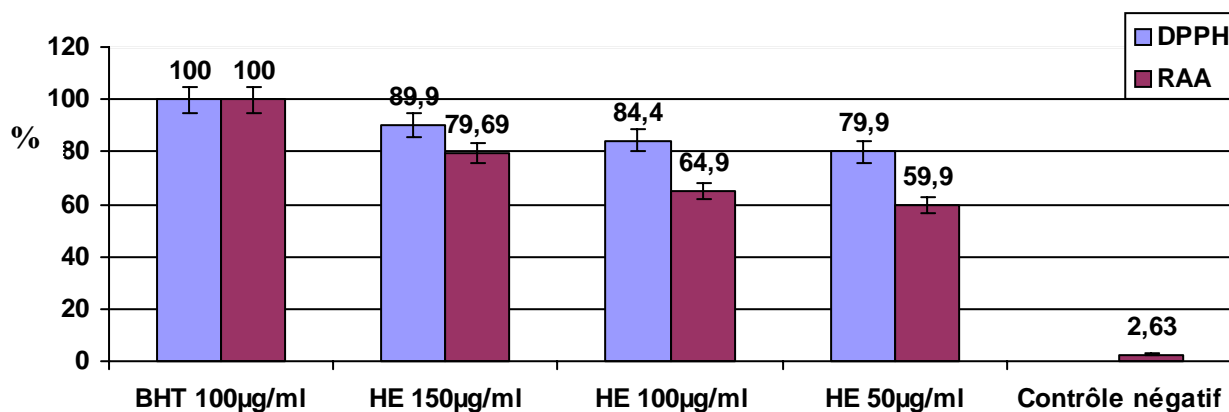


Figure 39: Capacité antioxydante de *Canarium schweinfurthii*

La capacité antioxydante évaluée par la méthode de piégeage du radical DPPH paraît plus importante que celle observée avec la décoloration de la β -carotène.

Ce résultat explique que l'activité antioxydante de l'huile suit un processus radicalaire. L'huile de *C. schweinfurthii* Engl contient plusieurs hydrocarbures monoterpéniques : terpinène-4-ol, p-cymène, α -pinène, sabinène, iso-ascaridol, β -phellandrène, β -pinène, α -terpinéol (Tableau II) qui sont décrits dans la littérature comme possédant une capacité antioxydative [Obame et al., 2007a].

3.1.2. *Aucoumea klaineana* Pierre

Les huiles essentielles de *Aucoumea k.* réduisent la concentration du radical DPPH qui est d'autant plus décoloré que la concentration en huile est élevée. La capacité antioxydante de *Aucoumea klaineana* Pierre est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. Dans le cas du piégeage du radical DPPH, la valeur de IC_{50} de *Aucoumea k.* est de $48,5 \pm 2,29 \mu\text{g/ml}$. L'activité de l'huile essentielle de l'Okoumé ne dépasse pas les 50%. Pour la décoloration de la β -carotène/acide linoléique, l'oxydation est effectivement inhibée par l'huile de *Aucoumea k.* (69,9%).

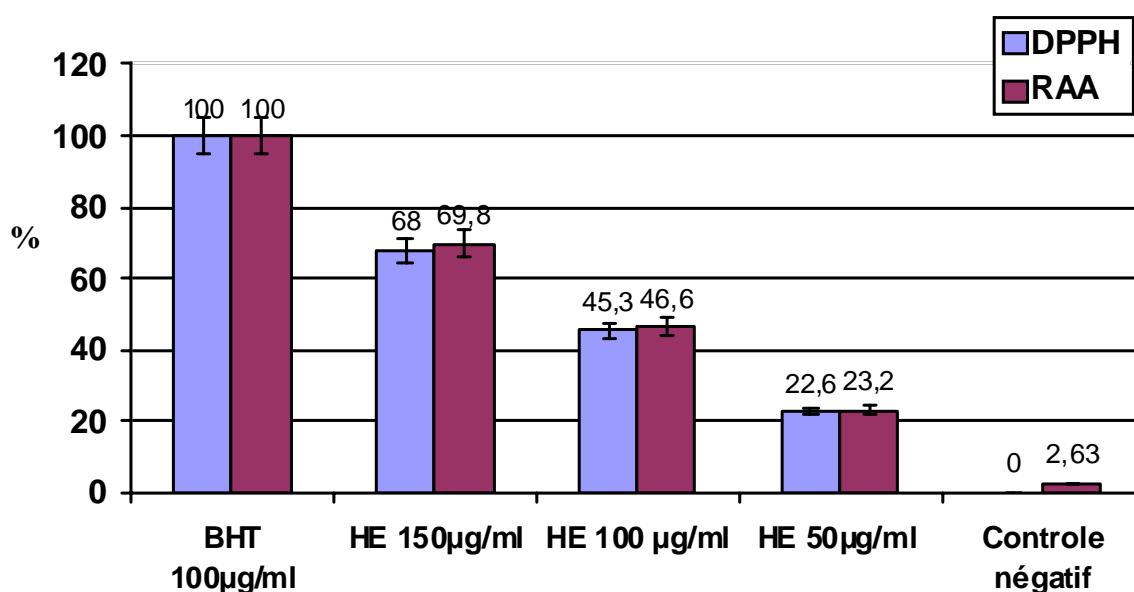


Figure 40: Capacité antioxydante de *Aucoumea klaineana* Pierre

L'effet antioxydant de l'huile essentielle de *Aucoumea k.* par la méthode de la décoloration de la β -carotène paraît plus important que celui observé par le piégeage du radical DPPH.

Ce résultat explique que l'huile possède une capacité antioxydante faible qui ne suit pas un processus radicalaire (Tableau II en annexe 4 et figure 26). L'huile de résine de *Aucoumea klaineana* Pierre contient plusieurs hydrocarbures monoterpéniques tels que terpinène-4-ol, p-cymène, α -pinène, sabinène, iso ascaridol, β -phellandrène, β -pinène, α -terpinéol (Tableau III), qui agiraient en synergie et aussi de manière antagoniste [Tepe et al., 2005].

3.1.3. *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J.

L'huile essentielle de *Dacryodes b* réduit la concentration du radical libre DPPH. La capacité antioxydante de *Dacryodes b*. est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais supérieure à celle du témoin négatif (Figure 27). Dans le cas du piégeage du radical DPPH, la valeur de IC_{50} de *D. buettneri* est de $78,5 \pm 0,15 \mu\text{g/ml}$. Pour la décoloration de la β -carotène/acide linoléique, l'oxydation de l'acide linoléique est effectivement inhibée par l'huile de résine de *D. buettneri* ($79,69 \pm 0,05\%$).

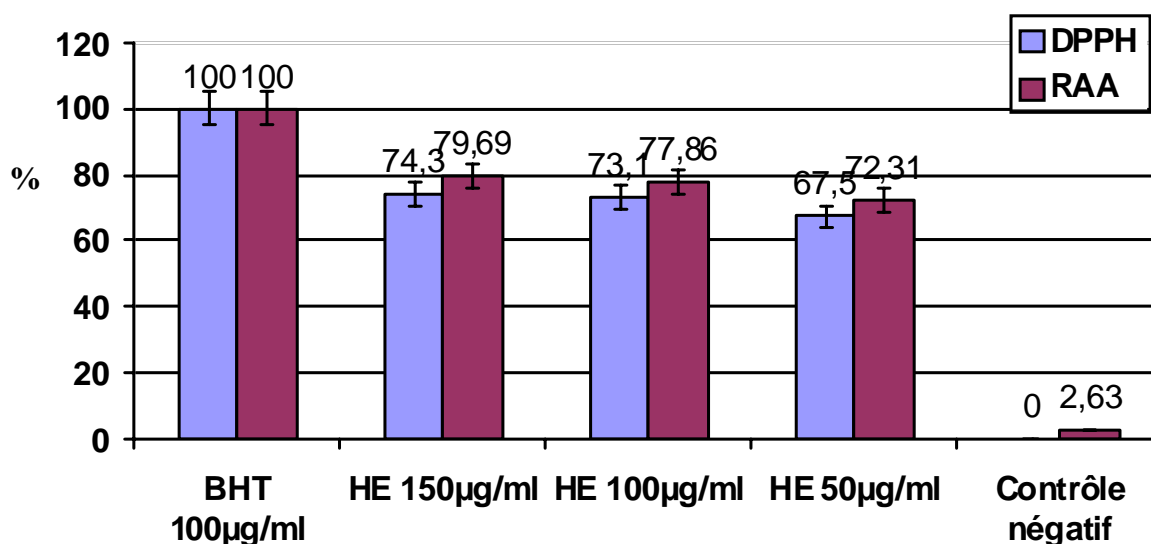


Figure 41: Capacité antioxydante de l'huile essentielle de *Dacryodes buettneri*

L'activité des huiles essentielles dépasse les 60% dans les deux cas. La capacité antioxydante des huiles essentielles de *D. buettneri*, évaluée par la méthode de la décoloration de la β -carotène paraît plus importante que celle observée par le piégeage du radical DPPH. Ce résultat explique que l'huile possède une très bonne capacité antioxydante qui suit un processus radicalaire (Figure 27 et tableau III en annexe 4).

L'huile de résine de *D. buettneri* contient plusieurs hydrocarbures monoterpéniques à savoir terpinène-4-ol, p-cymène, α -pinène, sabinène, iso ascaridol, β -phellandrène, β -pinène, α -terpinéol (Tableau IV) agissant en synergie [Obame et al., 2007b].

3.1.4. *Dacryodes edulis*

L'évaluation de la capacité antioxydante de l'huile essentielle de *D. edulis* montre qu'elle possède des propriétés antioxydantes après différents tests à la β -carotène et au DPPH.

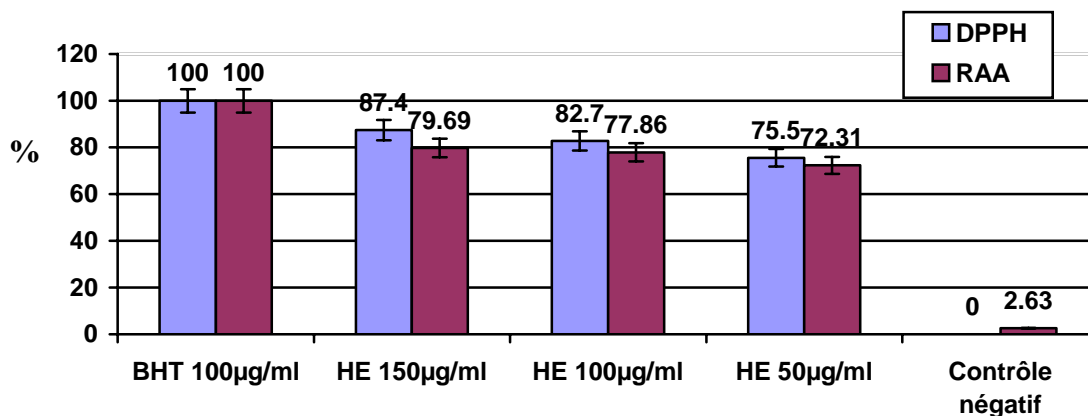


Figure 42: Capacité antioxydante de *Dacryodes edulis* G. Don

Dans le cas du piégeage du radical DPPH, la valeur de IC₅₀ de *D. edulis* est de 74,5 ± 2,29 µg/ml. La décoloration de la β -carotène, est effectivement inhibée par l'HE de résine de *D. edulis* (68,86%). L'activité des huiles essentielles dépasse les 68% dans les deux cas. L'effet antioxydant de l'huile de *Dacryodes edulis* par le piégeage du radical DPPH est plus élevé par rapport à la décoloration de la β -carotène. *D. edulis* possède une forte activité antioxydante (Tableau IV en annexe 8 ou figure 29). Cette activité suit un processus radicalaire. Cette forte activité est due à sa composition chimique. L'huile de résine de *D. edulis* contient plusieurs hydrocarbures monoterpéniques à savoir le sabinène, terpinène-4-ol, α -pinène, p-cymène, δ -terpinène, limonène, β -pinène, α -terpinéol. Sachant que ces composés dans la littérature possèdent une capacité antioxydante significative et agissent en synergie [Obame et al., 2008a].

3.1.5 *Daniella klainei* Pierre

L'évaluation de la capacité antioxydante de l'huile essentielle de *Daniella klainei* Pierre présente un résultat significatif aussi bien par la β -carotène que par le piégeage du radical DPPH,

deux méthodes complémentaires. Dans le cas du piégeage du radical DPPH, la valeur de IC₅₀ de *D. klainei* est de 71,6 ± 2,29 µg/ml. Pour la décoloration de la β-carotène/acide linoléique, l'oxydation est effectivement inhibée par l'HE de résine de *D. klainei* (70,0%).

L'activité des huiles essentielles dépasse les 70% dans les deux cas. La capacité antioxydante des huiles essentielles de *Daniella klainei* Pierre, évaluée par DPPH est plus élevée par rapport à la décoloration de la β-carotène.

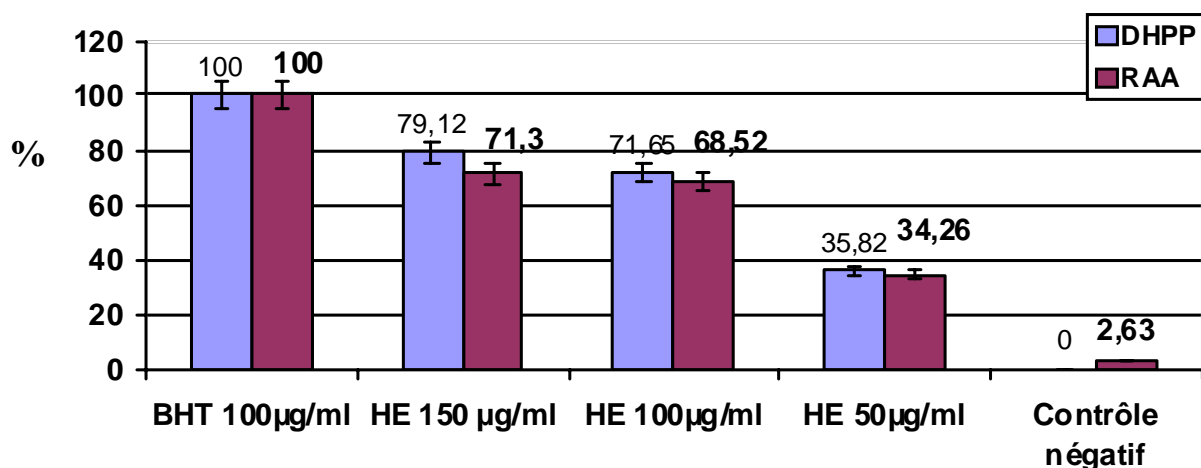


Figure 43: capacité antioxydante de *Daniella klainei* Pierre

D. klainei possède une bonne activité antioxydante mais faible par rapport au BHT. Cette bonne activité est due à sa composition chimique et suit un processus radicalaire. L'huile essentielle de résine de *D. klainei* contient des hydrocarbures monoterpéniques tels que : α-humulène, germacrène-D, α-pinène, linalol, β-caryophyllène et β-pinène, dont leur capacité antioxydante a été décrit dans la littérature [Tepe et al., 2005 ; Obame et al., 2008b].

3.2 Activité antimicrobienne des huiles essentielles

3.2.1. *Canarium schweinfurthii* Engl.

Des zones d'inhibition de l'huile essentielle de *C. schweinfurthii* varient de 9 à 25 mm et de 13 à 23 mm respectivement pour les souches bactériennes et fongiques (Tableau VII).

L'huile essentielle de *Canarium schweinfurthii* a montré une forte activité sur les souches bactériennes telles que *Salmonella enterica* CIP105150 (27 mm), *Streptococcus pyogenes* (25 mm), *Staphylococcus aureus* (24 mm), *Shigella dysenteria* CIP 5451, *Escherichia coli* CIP NCTC11602, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (22 mm), *Listeria innocua* LMG

1135668, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* (21 mm). Les autres souches bactériennes présentent une sensibilité avec des diamètres d'inhibition qui varient de 14 à 18 mm pour *Bacillus cereus* LMG 13569 et *Enterococcus faecalis*.

Tableau VII: Diamètre d'inhibition (mm) de l'huile essentielle de *Canarium s.*

Souches de référence	Origine	Diamètres d'inhibition		
		Ca. s.	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569	LMG	18	18	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP 103907	CIP	14	19	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	22	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG 1135668	LMG	21	14	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP 105150	CIP	27	16	50
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP 5451	CIP	22	21	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9244	ATCC	18	17	48
<i>S. camorum</i> LMG 13567	LMG	22	20	nd ^c
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	9	15	nd ^c
Souches hospitalières				
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	Fécale	21±3	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	Liquide vaginal	21±4	21	nd ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	Liquide vaginal	24±2	21	27
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	Liquide vaginal	25±3	20	24
Souches fongiques			Fluco	Griseo
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	ATCC	13	13	15
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	ATCC	17	13	10
<i>Candida albicans</i> (n=10)	Uro-vaginal	23±2	9	11

^bTe: tetracycline, Ti : ticarcilline., Ca. s. *Canarium schweinfurthii*, ^cnd: non déterminé, Fluco. Fluconozol, Griseo. Griseofluline

Les plus faibles diamètres d'inhibition ont été observés avec *Proteus mirabilis* 104588 CIP (9 mm). Elle présente une activité anticandidale avec des zones d'inhibition de 23 mm pour les souches sauvages, 13 mm et 17 mm respectivement pour *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* ATCC 90028. L'huile est plus active sur les bactéries à Gram négatif que Gram positif. Les souches fongiques sauvages sont plus sensibles que celles de référence.

Le ticarcilline est plus actif que l'huile mais cette dernière est plus active que la tétracycline, le fluconazole et la griséofulvine [Obame et *al.*, 2007a].

Les CMI, CMB et CMF de l'huile essentielle de résine de *C. schweinfurthii* sur les microorganismes ont été consignés dans le tableau VIII.

Tableau VIII: CMI, CMB et CMF de *Canarium schweinfurthii*

Souches de référence	Origine	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	4	4
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	0,5	0,5
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	8	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	0,25	0,25
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	0,5	0,5
<i>Shigella dysenteria</i> CIP5451	CIP	1	4
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	0,25	0,5
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	0,25	0,5
Souches hospitalières			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Fécale	1	4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	liquide vaginal	8	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	liquide vaginal	0,25	0,5
<i>Streptococcus pyogenes</i>	liquide vaginal	4	4
Souches fongiques		MIC	MIF
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	ATCC	0,5	0,5
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	ATCC	0,25	1
<i>Candida albicans</i>	Uro-vaginal	0,25	0,25

L'huile essentielle témoigne d'une forte activité bactéricide avec des CMI et CMB variant de 0,25 % à 8 % pour les souches bactériennes et fongiques. L'huile est bactéricide sur *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus camorum*, par ailleurs des CMI élevées ont été observées sur *E. coli* et *P. aeruginosa*.

L'huile essentielle témoigne d'une forte activité bactéricide avec des CMI et CMB égales à 0,25 % pour *C. albicans*. Les CMF varient de 0,25 à 0,5 % pour les souches de référence et sauvage de *C. albicans*. La plus faible et la plus forte CMB ont été observées avec *Listeria innocua* et *P. aeruginosa*, respectivement 0,25 % et 8 %.

L'huile essentielle présente une activité bactéricide sur *B. cereus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *L. innocua*, *Sal. Enterica*, *P. aeruginosa* et *S. pyogenes*. Elle a un effet fongicide sur les souches cliniques isolées de *C. albicans*.

L'huile essentielle présente un effet microbiostatique sur *Staphylococcus camorum*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteria* CIP5451 et *Candida albicans* ATCC90028 [Obame et al., 2007a]. Les valeurs de CMI et CMB sont moins élevées sur les Gram positifs que Gram négatifs. L'huile essentielle de résine de *C. schweinfurthii* est plus active sur les Gram négatifs. La résistance de *Pseudomonas aeruginosa* n'est pas surprenante, elle est en relation avec la nature de la membrane externe qui lui confère la résistance à la plupart des agents biocides [Mann et al. 2000 ; Carlson and Riley 1995 ; 2006; Pattnaik et al. 1995].

3.2.2. *Aucoumea klaineana* Pierre

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de résine de *Aucoumea klaineana* montre qu'elle possède un effet inhibiteur notable avec des diamètres variant de 20 à 45 mm sur les souches. Les résultats sont résumés dans le tableau IX.

Tableau IX: Diamètres d'inhibition observés avec *Aucoumea klaineana* en mm

Bactéries de référence	Diamètres d'inhibition			
	Origine	<i>A klaineana</i>	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569	LMG	40	18	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP 103907	CIP	45	19	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC 11602	CIP	40	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	30	14	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP 105150	CIP	32	16	50
<i>Shigella dysenteria</i> CIP 5451	CIP	50	21	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9244	ATCC	48	17	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567	LMG	40	20	nd ^c
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	9	15	nd ^c
Souches hospitalières				
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	Fécale	24±2	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	liquide vaginal	40±3	21	nd ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	liquide vaginal	28±4	21	27
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	liquide vaginal	24±2	20	24.
Souches fongiques			Fluco	Griseo
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	ATCC	23	13	15
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	ATCC	20	13	10
<i>Candida albicans</i> (n=10)	Uro-vaginal	35±	9	11

^bTe: tetracycline, Ti : ticarcilline., *A klaineana*, *Aucoumea klaineana*, ^cnd: non déterminé, Fluco.

Fluconazol, Griseo. Griseofluline

L'huile essentielle a montré une forte activité sur les souches bactériennes suivantes *Shigella dysenteria* CIP 5451 (50 mm), *Enterococcus faecalis* CIP 103907 (45 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 et *Escherichia coli* CIP 11602 pour les souches de référence et *Pseudomonas aeruginosa* (40 mm) pour les souches hospitalières. L'huile témoigne une bonne activité antibactérienne avec des diamètres d'inhibition allant de 30 à 38 mm sur des souches telles que *Listeria innocua* LMG 1135668 (30 mm); *Salmonella enterica* CIP 105150 (32 mm) pour les souches de référence. Elle présente une activité anticandidale avec des zones d'inhibition de 35 mm pour les souches sauvages, 20 et 28 mm respectivement pour *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* ATCC 90028 ainsi que des souches de l'hôpital telles que *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pyogenes*. L'huile a présenté la plus faible activité bactérienne sur *Proteus mirabilis* 104588 CIP (9 mm).

Les CMI, CMB et CMF de l'huile essentielle de résine de *Aucoumea klaineana* sur les microorganismes ont été consignés dans le tableau X. La forte activité a été confirmée par la détermination des CMI et CMB qui varient de 1 à 8 %. L'huile essentielle témoigne d'une forte activité bactéricide avec des CMI et CMB égales à 1% sur *Bacillus cereus* LMG 13569, *Escherichia coli* CIP 11602 et *Staphylococcus aureus* ATCC 9244. *Salmonella enterica* CIP 105150, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 et *Enterococcus faecalis* sont sensibles avec des CMI et CMB de 2 %. L'huile est bactéricide avec des CMI et CMB égales à 4 % sur *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Proteus mirabilis* 104588 CIP et *Shigella dysenteria* CIP 5451

Tableau X: CMI et CMB de *Aucoumea klaineana*

Souches de référence	Origine	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569	LMG	1	1
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP 103907	CIP	4	4
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	4	4
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	2	2
<i>Shigella dysenteria</i> CIP 5451	CIP	4	4
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	1	1
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	2	2
Souches cliniques			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Fécale	2	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	liquide vaginal	16	16
<i>Staphylococcus aureus</i>	liquide vaginal	8	8
<i>Streptococcus pyogenes</i>	liquide vaginal	16	16

L'huile présente la plus faible activité bactéricide et paraît moins active avec des CMI supérieures à 8 % sur des souches hospitalières suivantes *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. La résistance de *Pseudomonas aeruginosa* n'est pas surprenante, elle est en relation avec la nature de la membrane externe qui lui confère la résistance à la plupart des agents biocides [Mann et al., 2000].

3.2.3. *Dacryodes edulis*

Les résultats des tests antibactériens de l'huile essentielle de *Dacryodes edulis* sont résumés dans le tableau XI.

Tableau XI: Diamètres d'inhibition observés avec *Dacryodes edulis* en mm

Souches de référence	Origine	Diamètres d'inhibition		
		<i>D. edulis</i>	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	40	18	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	45	19	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	40	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	23	14	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	28	16	50
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	60	21	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	46	17	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	40	20	nd ^c
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	26	15	nd ^c
Souches hospitalières				
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	Fécale	30±3	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	liquide vaginal	26±3	21	nd ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	liquide vaginal	30±3	21	27
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	liquide vaginal	38±4	20	24
Souches fongiques			Fluco	Griseo
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	ATCC	25	13	15
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	ATCC	22	13	10
<i>Candida albicans</i> (n=10)	Uro-vaginale	35±3	9	11

^bTe: tetracycline , Ti : ticarcilline., *D. edulis*, *Dacryodes edulis*, ^cnd: non déterminé, Fluco. Fluconazol, Griseo. Griseoflavinine

L'huile de résine de Safoutier donne une forte activité antibactérienne avec des zones d'inhibition allant de 23 à 60 mm pour les souches bactériennes et 25 à 35 mm pour les souches fongiques.

L'huile essentielle a montré la plus forte activité sur *Shigella dysenteria* CIP 5451 (60 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 (46 mm) *Enterococcus faecalis* CIP 103907 (45 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 (40 mm) pour les souches de référence et *Streptococcus pyogenes* (38 mm) pour les souches de l'hôpital.

L'huile témoigne une bonne activité antibactérienne avec des diamètres d'inhibition allant de 25 à 30 mm sur *Enterococcus faecalis* (30 mm), *Salmonella enterica* CIP 105150 (28 mm), *Proteus mirabilis* 104588 CIP (26 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI (25 mm) *Listeria innocua* LMG 1135668 (23 mm) pour les souches de référence et *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. Elle présente une activité anticandidale avec des zones d'inhibition de 35 mm pour les souches sauvages, 25 et 22 mm respectivement pour *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* ATCC 90028 ainsi que des souches de l'hôpital. L'huile a présenté la plus faible activité bactérienne sur *Proteus mirabilis* 104588 CIP et *Pseudomonas aeruginosa* (26 mm) [Obame et al., 2008a].

Tableau XII: Activité microbicide de l'huile essentielle de *Dacryodes edulis*

Souches de référence	Origine	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569	LMG	1	1
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP 103907	CIP	4	4
<i>Escherichia coli</i> CIP 11602	CIP	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG 1135668	LMG	4	4
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP 105150	CIP	2	2
<i>Shigella dysenteria</i> CIP 5451	CIP	4	4
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9244	ATCC	1	1
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567	LMG	2	2
Souches hospitalières :			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Fécale	2	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	liquide vaginal	16	16
<i>Staphylococcus aureus</i>	liquide vaginal	8	8
<i>Streptococcus pyogenes</i>	liquide vaginal	16	16

La forte activité de l'huile essentielle de *Dacryodes edulis* a été confirmée par la détermination des CMI et CMB des souches microbiennes qui varient de 1 % à 16 %. L'huile essentielle témoigne d'une forte activité bactéricide avec des CMI et CMB égales à 1 % sur *Escherichia coli* CIP 11602, *Bacillus cereus* LMG 13569 et *Staphylococcus aureus* ATCC 9244.

L'huile a un effet bactéricide avec des CMI et CMB égales à 2 % sur *Salmonella enterica* CIP 105150, *Shigella dysenteria* CIP 5451 et *Enterococcus faecalis*.

L'huile est bactéricide avec des CMI et CMB égales à 4% sur *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI et *Proteus mirabilis* 104588 CIP [Obame et al., 2008a].

L'huile présente une faible activité bactéricide et paraît moins active avec des CMI et CMB supérieures ou égales à 8 % sur *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* et *Pseudomonas aeruginosa*. La résistance de *Pseudomonas aeruginosa* n'est pas surprenante, elle est en relation avec la nature de la membrane externe qui lui confère la résistance à la plupart des agents biocides [Carson and Riley, 1995; Mann et al. 2000, Cox et al., 2001; Inouye et al., 2001]. L'huile essentielle est plus active sur des souches bactériennes que fongiques. Les bactéries à Gram positif sont plus sensibles que les bactéries à Gram négatif [Consentino et al., 1999; Karaman et al., 2003; Sahin et al., 2002].

3.2.4. *Cochlospermum planchonii*

Les résultats des tests antibactériens de l'huile essentielle de *Cochlospermum planchonii* Hook sont résumés dans le tableau XIII.

Tableau XIII: Diamètres d'inhibition de l'huile essentielle de *Cochlospermum planchonii*

Souches de référence	Diamètres d'inhibition			
	Origine	Co.p.	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	19	20	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	22	21	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	33	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	30	21	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	33	22	50
<i>Shigella dysenteria</i> CIP5451	CIP	30	22	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	25	18	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	9	20	nd ^c
Souches hospitalières				
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=10)	Fécale	27±3	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	liquide vaginal	25±2	nd ^c	nd ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=10)	liquide vaginal	25±2	21	27
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	liquide vaginal	41±4	20	24

^bTe: tetracycline , Ti : ticarcilline., Co.p., *Cochlospermum planchonii*, ^cnd: non déterminé.

Les résultats montrent que plusieurs bactéries sont sensibles à l'huile essentielle de *Cochlospermum planchonii* Hook. *Staphylococcus camorum* LMG 13567 est résistant à Co.p. (Avec une zone d'inhibition de 9 mm). La meilleure sensibilité a été respectivement observée par *Streptococcus pyogenes* (41 mm), *Escherichia coli* CIP11602 (33 mm), *Salmonella enterica* CIP 105150 (33 mm) et *Listeria innocua* LMG 1135668 (30 mm). Les autres souches bactériennes présentent une sensibilité avec des diamètres d'inhibition qui varient de 22 à 27 mm. Les différentes souches sont plus sensibles à *Cochlospermum*., qu'à la tétracycline.

L'huile essentielle de *Cochlospermum*, présente une grande activité sur *E. coli* CIP 11602 (33 mm) et *S. pyogenes* (41 mm) plus que tétracycline (*E. coli* CIP 11602, 22 mm; *S. pyogenes* 20 mm) et ticarcilline (*E. coli* CIP 11602, 8 mm; *S. pyogenes* 24 mm) [Ouattara et al., 2007b].

Les CMI et CMB de l'huile essentielle de *Cochlospermum planchonii* sur des microorganismes testés sont consignées dans le tableau XIV

Tableau XIV: CMI et CMB de *Cochlospermum planchonii*

Souches de référence	Origine	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	0,25	0,5
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	0,5	0,5
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	0,25	0,5
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	0,25	0,5
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	1	2
<i>Shigella dysenteria</i> CIP5451	CIP	0,5	8
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	1	4
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	8	>8
Souches hospitalières			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Fécale	4	>8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	liquide vaginal	1	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	liquide vaginal	8	>8
<i>Streptococcus pyogenes</i>	liquide vaginal	0,25	0,5

L'huile inhibe l'activité de *Staphylococcus camorum* LMG 13567 et *Staphylococcus aureus* à une CMI de 8%. *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Streptococcus pyogenes* ont été inhibé à la CMI inférieure 0,25 %.

La détermination de la CMB démontre l'activité bactéricide. L'huile a un effet bactéricide sur *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* et *Listeria innocua* (souches de référence), *Streptococcus pyogenes* (souches sauvages).

Les souches les plus résistantes avec des CMB supérieures ou égales à 8% sont *Shigella dysenteria* et *Staphylococcus camorum* pour les souches de référence et *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* pour les souches sauvages.

Pour *Enterococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus*, les souches de référence ont été plus résistantes que les souches sauvages. Aucune différence n'a été observée sur l'activité de l'huile vis à vis des bactéries à Gram négatif et positif. Cette étude montre que l'huile essentielle des racines de *Cochlospermum planchonii* possède une activité antimicrobienne sur plusieurs souches sauvages et de référence testées. La plante peut être utilisée comme source potentielle de remède contre la diarrhée et d'autres infections bactériennes en aromathérapie [Ouattara et al., 2007b].

3.2.5. *Dacryodes buettneri*

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de résine de *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam a été déterminée avec des diamètres d'inhibition allant de 16 à 55 mm. Les résultats sont résumés dans le tableau XV.

L'huile essentielle a montré une forte activité sur *Shigella dysenteria* CIP 5451 (55 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 9244 (50 mm), *Enterococcus faecalis* CIP 103907 (44 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Escherichia coli* CIP NCTC 11602 et *Bacillus cereus* LMG 13569 (40 mm) pour les souches de référence et sur *Streptococcus pyogenes* pour les souches sauvages. Les autres souches telles que *Listeria innocua* LMG 1135668, *Salmonella enterica* CIP 105150, *Enterococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus* démontre une bonne sensibilité sur l'huile de *Dacryodes b.* avec des diamètres d'inhibition de 30 mm. *Pseudomonas aeruginosa* présente la plus faible sensibilité. Les résultats démontrent que toutes les souches sont sensibles à l'huile essentielle de *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam., qui est efficace aussi bien chez les bactéries à Gram négatif et Gram positif. Les souches de référence sont plus sensibles que les souches isolées à l'hôpital. *Dacryodes b.* présente une activité plus grande que la ticarcilline et la tétracycline [Obame et al., 2007b].

Tableau XV: Diamètres d'inhibition de *Dacryodes buettneri*

Souches de référence	Diamètres d'inhibition			
	Origine	<i>D. buettneri</i>	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	40	18	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	44	19	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	40	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	30	14	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	30	16	50
<i>Shigella dysenteria</i> CIP5451	CIP	55	21	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	50	17	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	40	20	nd ^c
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	26	15	nd ^c
Souches hospitalières				
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=15)	Fécale	30±4	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	liquide vaginal	26±3	21	nd ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	liquide vaginal	30±5	21	27
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	liquide vaginal	40±5	20	24

^bTe: tetracycline , Ti : ticarcilline *D. buettneri*, *Dacryodes buettneri*, ^cnd: non déterminé, Fluco: Fluconazol, Griseo: Griseoflavine

L'activité microbicide de l'huile essentielle de *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam a été confirmée par la détermination des CMI et CMB qui varient de 0,25 à 8% (v/v) de souches testées.

L'huile essentielle témoigne d'une forte activité bactéricide sur toutes les souches testées. Les meilleures CMI ont été observées avec *Shigella dysenteria* CIP 5451 (0,25%), *Staphylococcus aureus* ATCC 9244 (0,5%), *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (0,5%), *Enterococcus faecalis* CIP 103907 (0,5%) et *Bacillus cereus* LMG 13569 (0,5%). *Escherichia coli* CIP 11602, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Staphylococcus aureus* ATCC 9244, *Salmonella enterica* CIP 105150, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pyogenes* ont présenté une forte sensibilité avec des CMI de 1%.

Tableau XVI: CMI et CMB de *Dacryodes buettneri*

Souches de référence	Origine	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	0,5	0,5
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	0,5	0,5
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	1	1
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	1	1
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	0,25	0,25
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	0,5	0,5
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	0,5	0,5
Souches hospitalières:			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Fécale	1	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	liquide vaginal	8	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	liquide vaginal	1	1
<i>Streptococcus pyogenes</i>	liquide vaginal	8	8

Les résultats montrent que les CMI et CMB varient d'une souche à l'autre. L'huile essentielle de *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam., a présenté une forte activité bactéricide sur *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus camorum*, *Salmonella enterica* et *Streptococcus pyogenes*. L'huile présente la plus faible activité bactéricide et paraît moins active avec des CMI supérieures à 4 % sur des souches sauvages suivantes *Proteus mirabilis* 104588 CIP (4%), *Streptococcus pyogenes* et *Pseudomonas aeruginosa* (8%) [Obame et al., 2007b]. La résistance de *Pseudomonas aeruginosa* n'est pas surprenante, elle est en relation avec la nature de la membrane externe qui lui confère la résistance à la plupart des agents biocides [Mann et al. 2000].

3.2.6. *Daniella klainei*

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de résine de *Daniella klainei* Pierre a montré un effet significatif avec des diamètres d'inhibition allant de 19 à 50 mm et de 20 à 35 mm respectivement sur les souches bactériennes et fongiques. Les résultats sont mentionnés dans le tableau XVII.

Tableau XVII: Diamètres d'inhibition de *Daniella klainei*

Bactéries de référence	Diamètres d'inhibition			
	Origine	<i>D. klainei</i>	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569	LMG	40	18	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP 103907	CIP	26	19	30
<i>Escherichia coli</i> CIP 11602	CIP	38	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	30	14	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	34	16	50
<i>Shigella dysenteria</i> CIP5451	CIP	39	21	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9244	ATCC	50	17	48
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293	ATCC	30	17	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567	LMG	40	20	nd ^c
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	19	15	nd ^c
Souches hospitalières				
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	Fécale	30±3	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	liquide vaginal	26±2	21	nd ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	liquide vaginal	26±2	21	27
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	liquide vaginal	30±4	20	24
Souches fongiques			Fluco.	Grise.
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	ATCC	20	13	15
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	ATCC	20	13	10
<i>Candida albicans</i> (n=10)	Uro-vaginal	35±3	9	11

^bTe: tetracycline, Ti : ticarcilline, *Dklainei*, *Daniella klainei*, ^cnd: non déterminé, Fluco: Fluconazol, Grise:

Griseofluline

L'huile essentielle a montré une forte activité sur *Staphylococcus aureus* ATCC 9244 (50 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567, *Bacillus cereus* LMG13569 (40 mm), *Shigella dysenteria* CIP 5451 (39 mm), *Escherichia coli* CIP NCTC11602 (38 mm), *Salmonella enterica* CIP 105150 (34 mm), *Listeria innocua* LMG 1135668, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI pour les souches de référence et *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis* (30 mm) pour les souches de l'hôpital.

L'huile témoigne une bonne activité antibactérienne avec des diamètres d'inhibition allant de 20 à 26 mm sur des souches. Elle présente une activité anticandidale avec des zones d'inhibition de 35 mm pour les souches sauvages et 20 mm pour les souches de référence. L'huile a enregistré la plus faible activité antibactérienne sur *Proteus mirabilis* 104588 CIP (19 mm).

La forte activité de l'huile essentielle a été confirmée par la détermination des CMI et CMB des souches qui variant de 1 à 8 %. L'huile essentielle témoigne d'une forte activité bactéricide avec des CMI et CMB égales de 1% sur *Bacillus cereus* LMG 13569, *Escherichia coli* CIP 11602, *Staphylococcus aureus* ATCC 9244 et *Salmonella enterica* CIP 105150.

Tableau XVIII: CMI et CMB de *Daniella klainei*

Souches de référence	Origine	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	1	1
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	2	2
<i>Escherichia coli</i> CIP 11602	CIP	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	2	2
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	1	1
<i>Shigella dysenteria</i> CIP5451	CIP	4	4
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	1	1
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	2	2
Souches hospitalières :			
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	Fécale	2	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	liquide vaginal	16	>16
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	liquide vaginal	2	2
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	liquide vaginal	8	>8
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	ATCC	4	>8
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	ATCC	4	>8
<i>Candida albicans</i> (n=4)	Uro-vaginale	4	4

L'huile est bactéricide avec des CMI et CMB de 2 % sur *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 pour les souches de référence et *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* pour les souches cliniques. L'huile est bactéricide avec des CMI et CMB égales à 4 % sur *Shigella dysenteria* CIP 5451, *Proteus mirabilis* 104588 CIP [Obame et al., 2008b].

L'huile présente la plus faible activité et paraît moins active avec des CMI supérieures à 8 % sur des souches sauvages suivantes *Pseudomonas aeruginosa* et *Streptococcus pyogenes*. L'huile enregistre la plus faible activité fongicide sur les souches sauvages de *Candida albicans* et une activité fongistatique sur les souches fongiques de référence [Obame et al., 2008].

PARTIE III B

EXTRAITS NON VOLATILS

B. EXTRAITS NON VOLATILS

I. ANALYSE PHYTOCHIMIQUE

1. Tests de caractérisation des constituants chimiques des extraits

Les résultats de screening phytochimique des extraits sont consignés dans les tableaux I à XI en annexe 5. La classification des résultats se fait de la manière suivante : précipitation abondante : +++, précipitation moyenne : ++, louche : +, test négatif : 0

2. Essai d'identification des composés majeurs

Compte tenu de la complexité de séparation des différents produits sur les chromatogrammes, un essai d'identification de composés majeurs a été effectué par comparaison de leurs spectres de masse avec ceux de la littérature. Les séparations fines et isolements des produits des extraits seront envisagés en perspective de ce travail.

2.1. *Petersianthus macrocarpus*

Le screening chimique de *Petersianthus macrocarpus* montre que tous les extraits contiennent des saponosides et polyphénols en abondance, tandis que les stérols, triterpènes, anthocyanes, proanthocyanes et flavonoïdes sont moyennement abondants dans l'extrait aqueux, mais les composés réducteurs y sont absents. Les flavonoïdes et les composés réducteurs sont abondants dans l'extrait chloroformique. Les polyphénols sont abondants dans l'extrait aqueux, tandis que l'extrait méthanolique est riche en anthocyanes, proanthocyanes, flavonoïdes et tanins (annexe 5, tableau IX).

2.2. *Gambeya africana* Pierre

Le criblage phytochimique effectué sur les extraits de *Gambeya africana* montre qu'ils sont riches en composés biactifs. Les flavonoïdes, les proanthocyanes et les anthocyanes sont abondants dans tous les extraits. Les extraits aqueux et méthanolique sont riches en tanins et en composés phénoliques. Les extraits aqueux et chloroformique sont riches en composés réducteurs. L'extrait aqueux est riche en saponosides (annexe 5, tableau VIII).

Le spectre de l'extrait méthanolique est indiqué par la figure 44.

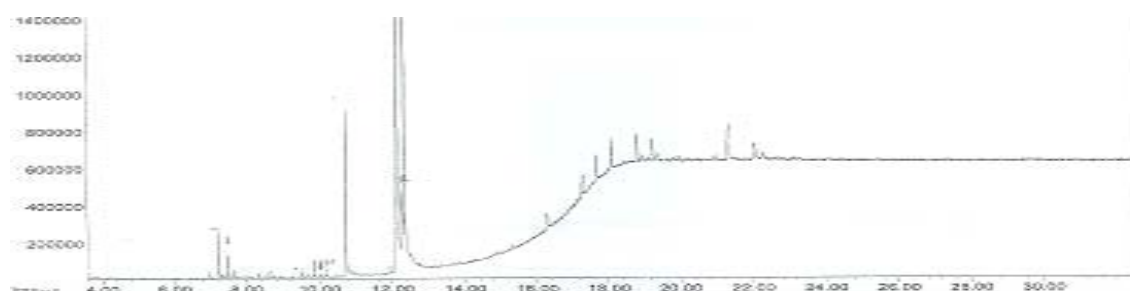


Figure 44: CPG de l'extrait méthanolique de *Gambeya africana*

Le chromatogramme en phase gazeuse de l'extrait méthanolique de *Gambeya africana* a permis de révéler 4 pics majeurs à 12,12 min ; 12,34 min ; 10,72 min ; 12,27 min et 16 pics mineurs. Les spectres de la SM ont permis d'identifier 7 composés par comparaison avec ceux de la littérature (banque de données du CPG/SM).

Tableau XIX: Composition de l'extrait méthanolique de *Gambeya africana*

TR min	Composés	Pourcentage (%)
12,34	Acide stéarique	5,40
12,12	Acide linoléinique	22,24
10,72	Acide palmitique	8,04
9,84	Néophytadiène	4,67
7,62	β -cubébène	2,03
7,45	1,4,7-cyclo undécatriène	1,91
7,23	Caryophyllène	1,93

TR= temps de rétention ; %= pourcentage dans l'extrait

L'activité antioxydante et antimicrobienne de néophytadiène est connue depuis longtemps [Palic et al., 2002]. Ce composé a été retrouvé dans l'extrait méthanolique de *Gambeya africana*, sur la base des fragmentations qui sont conformes avec des données de la littérature.

Les autres pics du chromatogramme n'ont pas pu être attribués, des données supplémentaires sont nécessaires pour l'identification des composés correspondants.

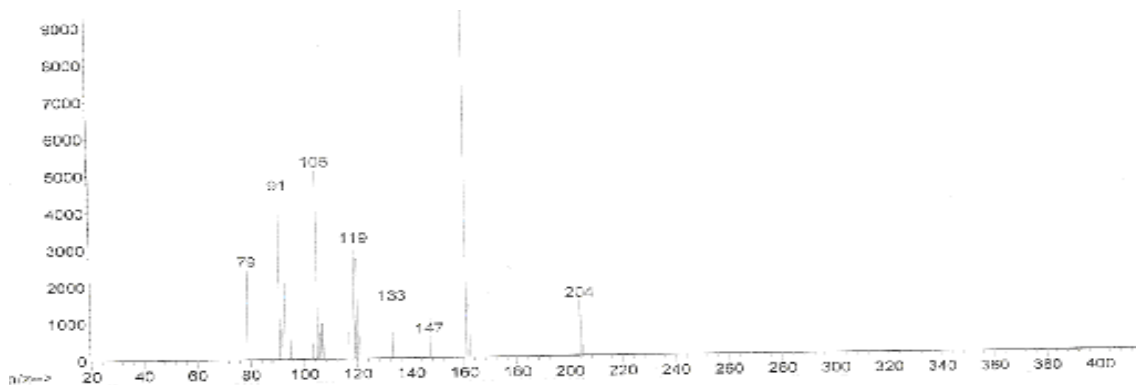


Figure 45a: SM de β curbebène

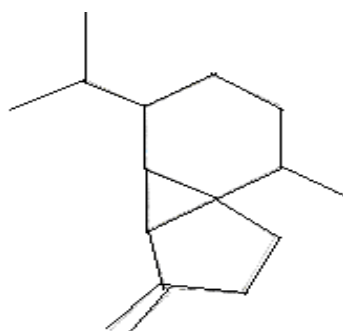


Figure 45b: Structure de β curbebène

Figure 45: SM et structure chimique de β -curbebène

2.3. *Alstonia bonnei*

L'extrait chloroformique de *Alstonia bonnei* est riche en flavonoïdes et en composés réducteurs. Les saponosides sont abondants dans l'extrait aqueux et l'extrait chloroformique présente une précipitation moyenne de flavonoïdes (Annexe 5, tableau VI).

2.4. *Canthium multiflora* (Sch et Thonn) Hiem

Le screening chimique des extraits de *Canthium multiflora* montre qu'ils sont riches en composés phénoliques. Les tanins, les aglycones flavoniques, les flavonoïdes et les proanthocyanidines sont abondants dans tous les extraits. Les composés réducteurs, les dérivés anthracéniques, les alcaloïdes, les stérols et les triterpènes sont très abondants dans les extraits chloroformique et méthanolique. Les saponosides et les composés phénoliques sont abondants dans l'extrait aqueux. Les émodols et les coumarines sont abondants dans l'extrait chloroformique tandis que l'extrait méthanolique est riche en caroténoïdes (Annexe 5, tableau II).

2.4.1. Extrait méthanolique

L'analyse en UV de l'extrait méthanolique a permis d'obtenir le spectre de la figure 46.

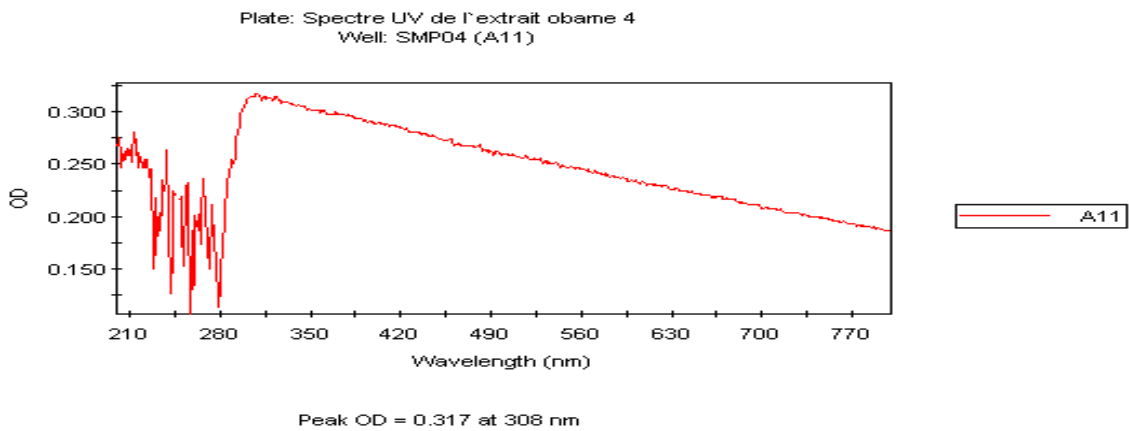


Figure 46: Spectre UV de l'extrait méthanolique de *Canthium multiflora*

Le spectre indique une absence de flavonoïdes. Une bande large dans la région est comprise entre 230 nm et 280 nm correspondant à la présence des composés aromatiques et carbonylés.

CPG/SM

Le chromatogramme de l'extrait méthanolique est indiqué par la figure 47

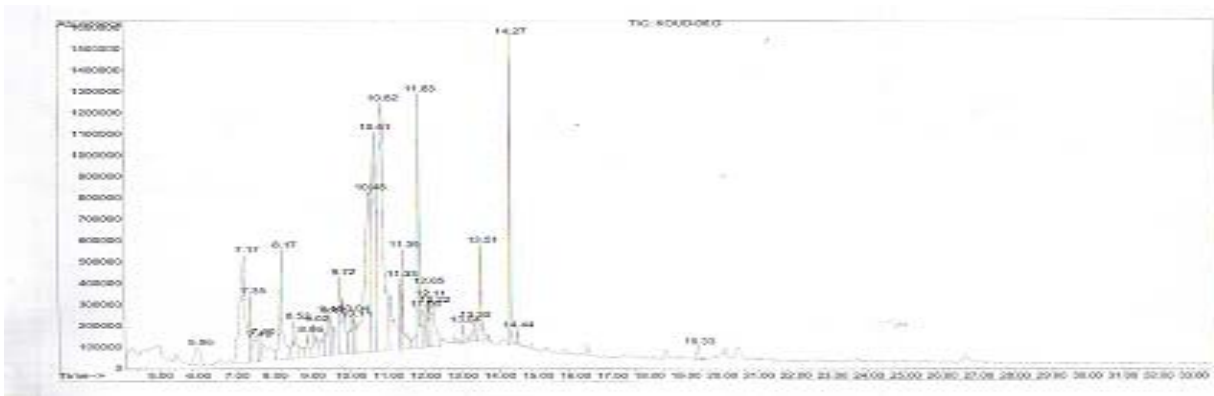


Figure 47: CPG de l'extrait méthanolique de *Canthium multiflora*

Le chromatogramme en phase gazeuse de l'extrait méthanolique de *Canthium multiflora* a permis de révéler 5 pics majeurs à 19,25 min, 14,28 min, 13,51 min, 13,49 min, 13,44 min, 9 pics moyens et 17 pics mineurs.

Tableau XX: Composition chimique de l'extrait méthanolique de *Canthium*

TR	Composés	Pourcentage (%)
7,21	Acide benzoïque	6,77
11,83	3,7,11,15-tétraméthyl-2-Hexadécen-1-ol,	8,39
13,44	1,2-benzènedicarboxylate de bis (2-éthylhexyle),	25,18
13,49	1,2-Benzènedicarboxylate de diisooctyle	25,18
13,51	1,2 Benzène dicarboxylate de bis 2-éthylhexyle	25,18
14,27	2,6,10,15,19,23-hexaméthyl-2,6,10,14,18,22-	20,74
19,25	tétracosahexane 18, 19-sécolupan 3-ol	3,59

TR= temps de rétention en min

Ces composés ont été retrouvés en littérature sur la base de leurs fragmentations qui sont conformes avec des données de la littérature [Dwuma-Badu et *al.* 1978, Paulo et *al.* 1994, Pousset et *al.* 1995].

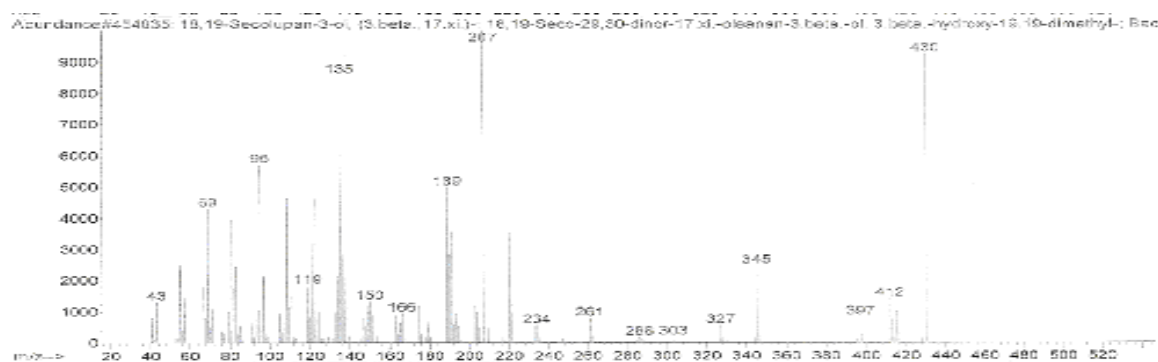


Figure 48a: SM de sécolupan-3-ol

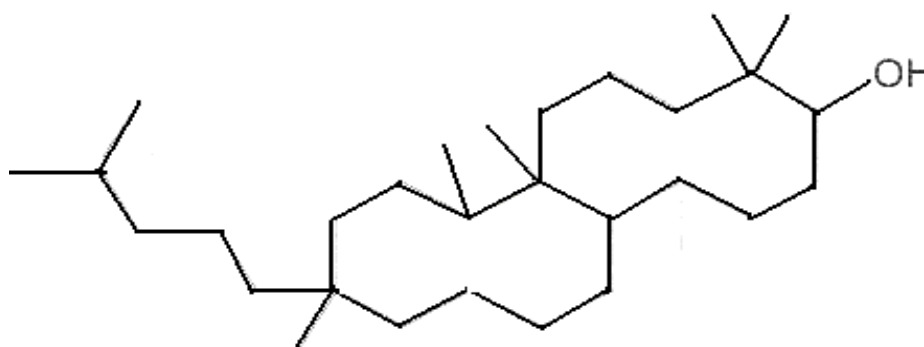


Figure 48b: Structure de sécolupan-3-ol

Figure 48: SM et structure de sécolupan-3-ol

L'acide benzoïque est un conservateur naturel (antiseptique, antioxydant) et stabilisant (gélifiant et épaississant), [Palic et *al.*, 2002].

2.4.2. UV-visible de l'extrait chloroformique de *Canthium multiflora*

L'analyse en UV/visible de l'extrait chloroformique a donné le spectre de la figure 49.

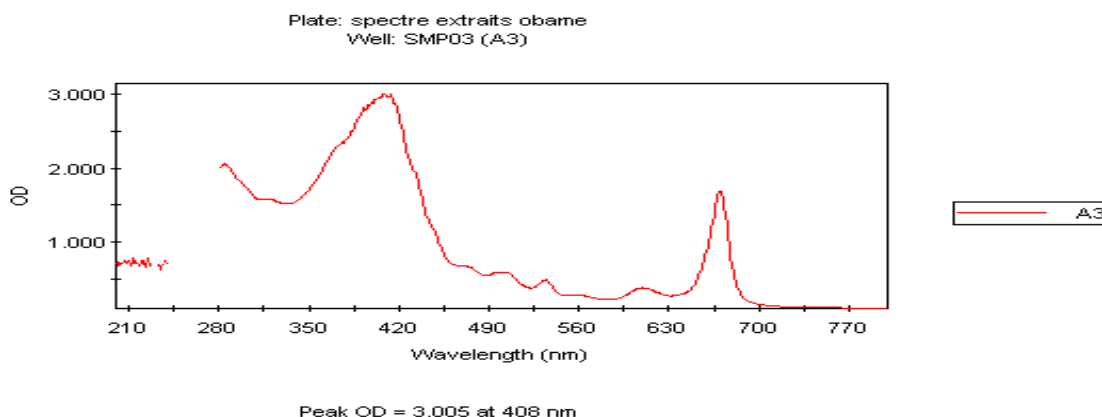


Figure 49: Spectre UV de l'extrait chloroformique de *Canthium multiflora*

L'extrait chloroformique de *Canthium* donne un spectre UV typique avec plusieurs bandes d'absorption maximale. Une bande à 280 nm qui correspond aux flavonones et dihydroflavonols, deux bandes à 408 nm et 470 nm pour les flavones et flavonols, quatre bandes à 500 nm, 510 nm, 620 nm, 670 nm correspondant aux anthocyanes.

CPG/SM de l'extrait chloroformique de *Canthium multiflora*

Le chromatogramme CPG de l'extrait chloroformique est indiqué par la figure 50.

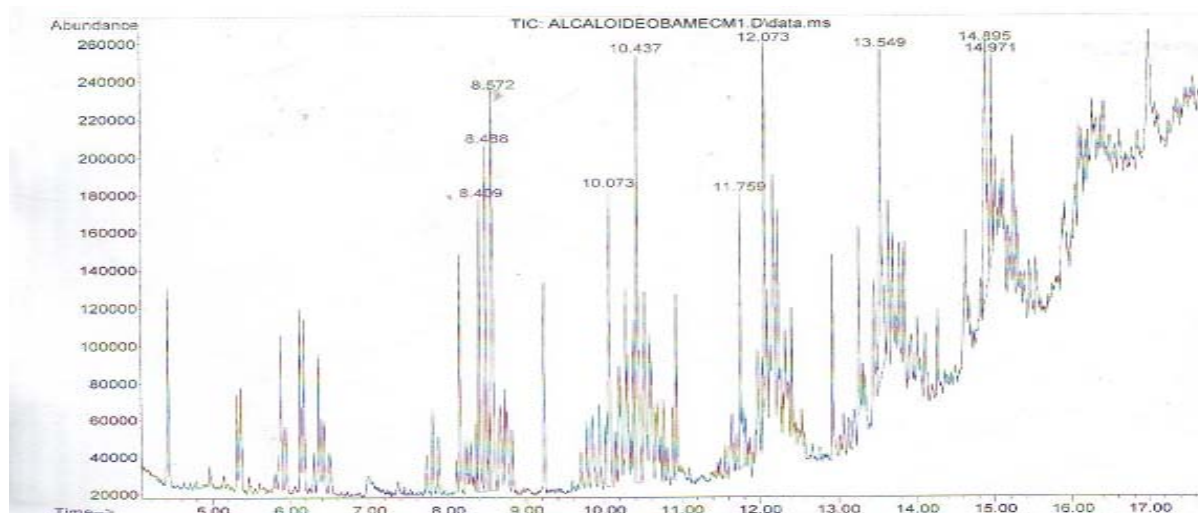


Figure 50: CPG de l'extrait chloroformique de *Canthium multiflora*

Tableau XXI: Composition chimique de l'extrait chloroformique de *Canthium m.*

TR	Composés	Pourcentage (%)
4,432	Alpha-pinène	5,550
10,070	2,6-bis (1,1-diméthyl éthyl)-4-méthyl Phénol	12,445
10,437	Phthalate de diéthyle	6,517
14,987	2,2,3,3-tétrafluoro-5-(1,1,2,2-tétrafluoroethoxy)-2,3-dihydrobenzofurane	4,233

TR= temps de retention en min

L'analyse chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a révélé les spectres à la figure 51.

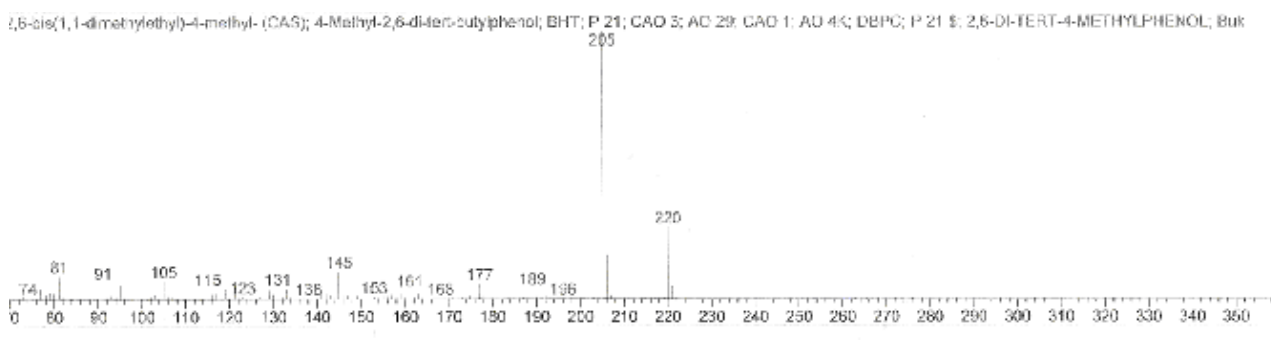


Figure 51 : SM de 2,6-bis (1,1-diméthyléthyl)-4- méthyl phénol

2.4.3. Composition chimique de l'extrait aqueux de *Canthium multiflora*

L'analyse en UV/visible de l'extrait aqueux a permis d'obtenir le spectre de la figure 52.

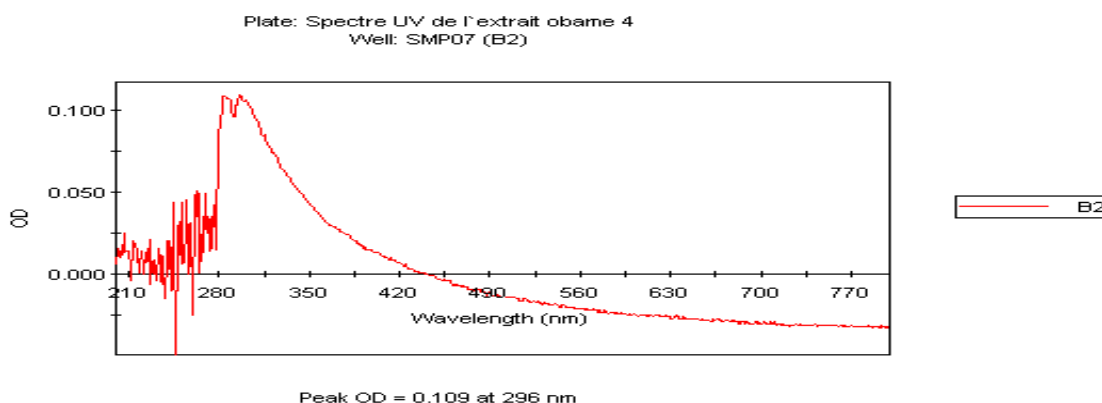


Figure 52: Spectre UV de l'extrait aqueux de *Canthium multiflora*

Le spectre de l'extrait aqueux de *Canthium* révèle deux bandes d'absorption maximale très voisines à 290 nm et 300 nm correspondant aux flavonones et dihydroflavonols.

2.5. *Guirbourtia ehie* (A. Chev.) J. Léonard

Le screening chimique effectué sur les extraits de *Guirbourtia ehie* montre qu'ils sont riches en composés bioactifs. Les extraits aqueux et méthanolique sont riches en tanins, composés phénoliques, flavones, flavonoïdes stéroïdes et tripterpènes.

Les composés réducteurs et les proanthocyanes sont abondants dans l'extrait méthanolique tandis que les saponosides et les anthocyanes sont abondants dans l'extrait aqueux. L'extrait chloroformique est riche en composés réducteurs et en anthocyanes (Annexe 5, tableau X).

Le spectre CPG de l'extrait méthanolique de *Guibourtia ehie* est indiqué par la figure 53.

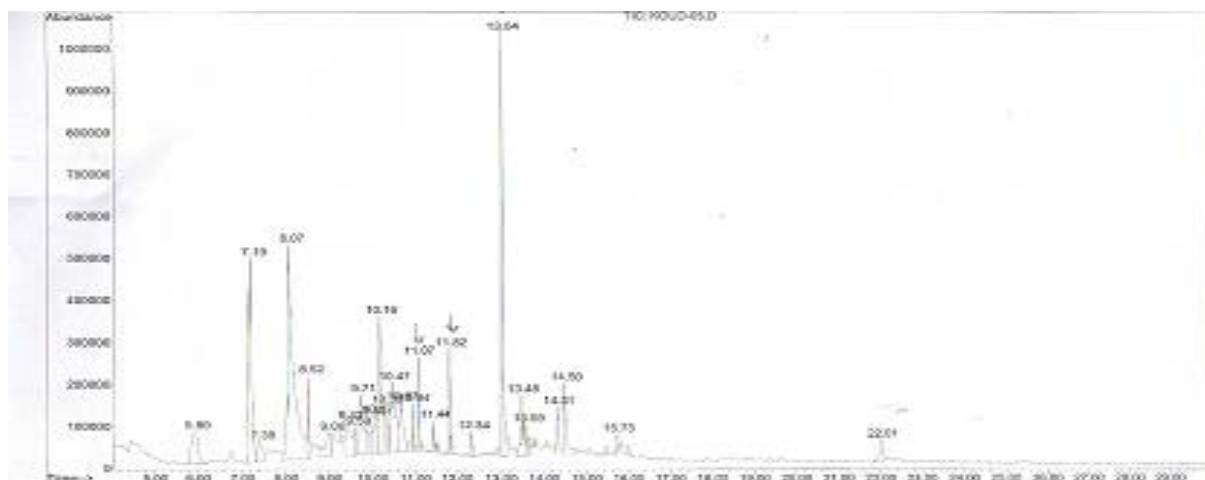


Figure 53 : CPG de l'extrait méthanolique de *Guibourtia ehie*

Le spectre chromatographique permet de distinguer un pic majeur à 13,04 min, puis 5 pics moyens (7,19 min, 8,07 min, 10,16 min, 11,07 min, 11,82 min) et enfin 15 pics mineurs.

Sur le chromatogramme de l'extrait méthanolique de *Guibourtia ehie*, le pic majeur: $t_r = 13,04$ min avec un ion moléculaire $M^+ m/z = 270$ a été identifié comme l'hexadécanoate de méthyle conforme à la banque de données du spectrographe.

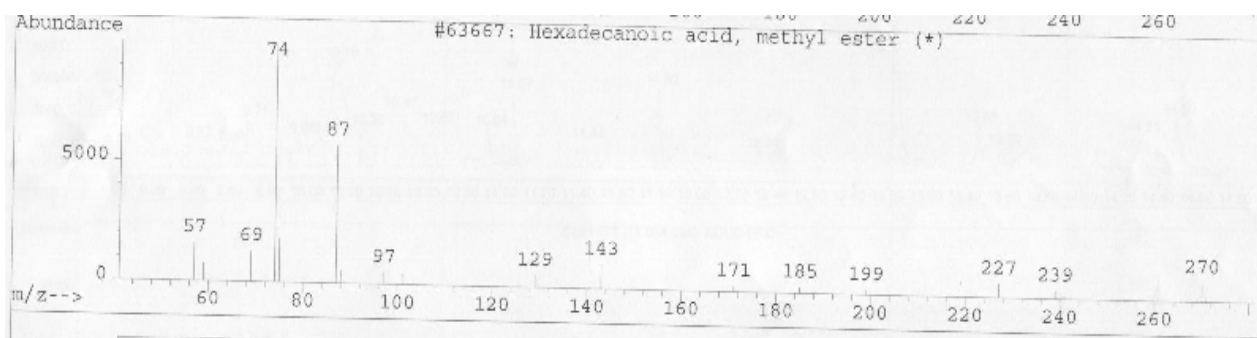


Figure 54: SM de l'hexadécanoate de méthyle

2.6. *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.)

Le screening chimique effectué sur les extraits de *Piptadeniastrum africanum* montre qu'ils sont riches en composés bioactifs. Les flavonoïdes, les stérols, les triterpènes et les tanins sont abondants dans les extraits.

Les tanins et les composés phénoliques sont abondants dans les extraits aqueux et méthanolique. Les extraits aqueux et chloroformique sont riches en composés réducteurs. L'extrait méthanolique est riche en caroténoïdes (Annexe 5, tableau VII).

Le couplage de l'extrait méthanolique a permis d'enregistrer le spectre de la figure 55.

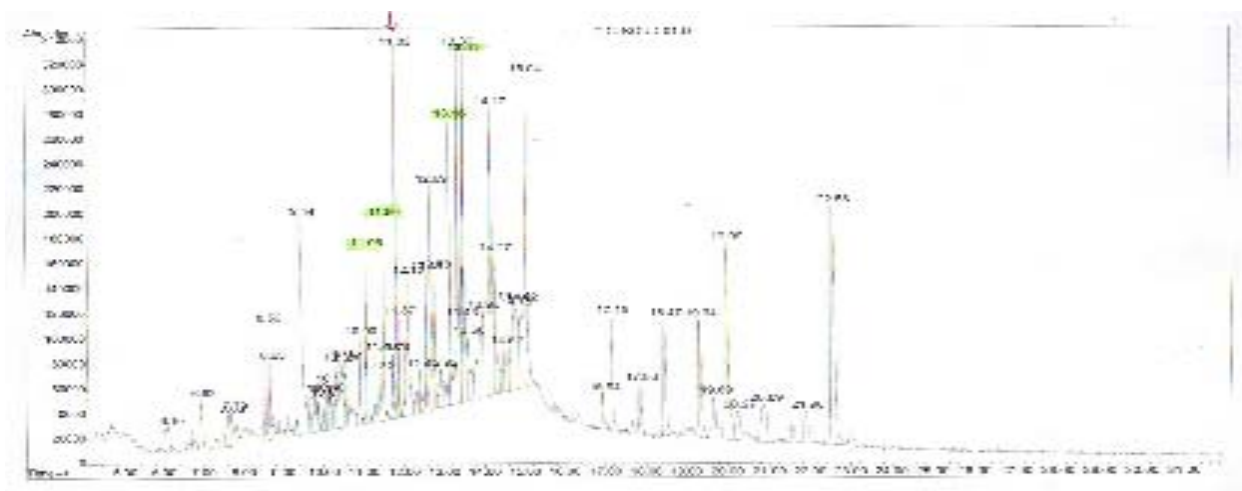


Figure 55: CPG de l'extrait méthanolique de *Piptadeniastrum africanum*

L'analyse du chromatogramme l'extrait méthanolique de *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) permet de distinguer 6 pics majeurs à 11,82 min, 13,16 min, 13,36 min, 13,51 min, 14,17 min 15,04 min ; 7 pics moyens et plusieurs pics mineurs. Sur le dit chromatogramme, deux pics majeurs à 11,82 min et 13,51 min sont distingués. Les deux pics majeurs de l'extrait de *Piptadeniastrum africanum*: $t_r=11,82$ min SM (IE/mz) 296 et 13,51 min SM (IE/mz) 345 ont permis d'identifier l'acide (z)-, 9-méthyl octadécenoïque et 1,2-Benzène dicarboxylate de bis 2-éthylhexyle respectivement, sur la base de leurs fragmentations qui sont conformes aux données de la littérature.

2.7. *Distemonanthus benthamianus* H. Baill.

Les extraits aqueux et méthanoliques de *Distemonanthus benthamianus* H. Baill., sont riches en composés phénoliques et en tanins. Les flavonoïdes et les proanthocyanidines sont abondants dans les trois extraits. Les extraits aqueux et chloroformique sont riches en composés réducteurs. L'extrait méthanolique est riche en caroténoïdes (Annexe 5, tableau V).

Le spectre CPG de l'extrait méthanolique de *Distemonanthus benthamianus* est indiqué par la figure 56.

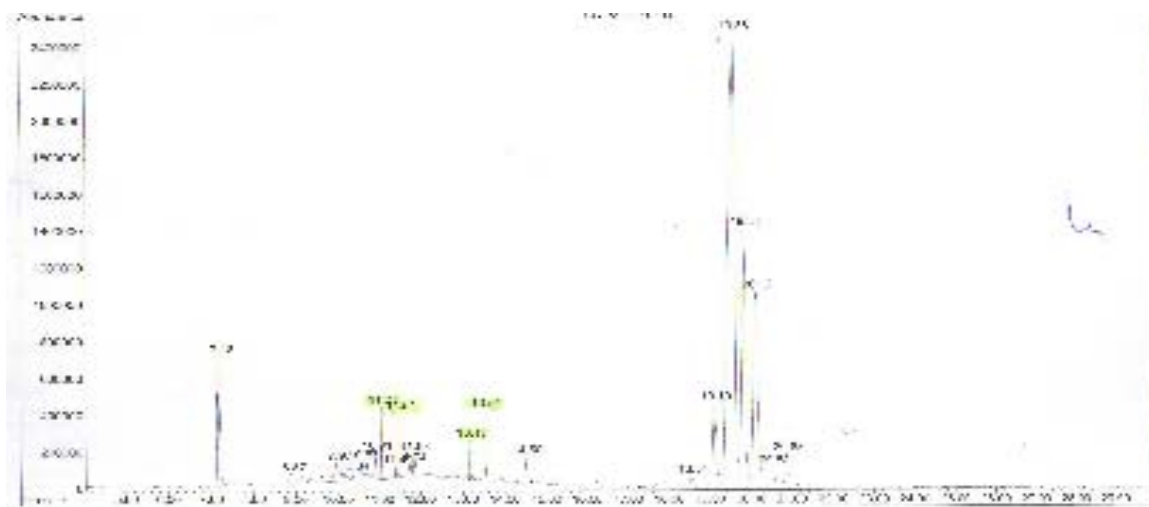


Figure 56: CPG de l'extrait méthanolique de *Distemonanthus benthamianus* H. Baill

Le chromatogramme en phase gazeuse de l'extrait méthanolique de *Distemonanthus benthamianus* H. Baill., a permis de révéler un pic majeur à 19,58 min puis 3 pics moyens à 7,18 min, 19,84 min, 20,12 min et 15 pics mineurs.

Les spectres de la SM ont permis de déterminer les composés suivants :

Tableau XXII: Composition chimique des extraits de *Distemonanthus*

IR	Composés	Pourcentage (%)
11.51	1,2-Benzène dicarboxylate de dibutyle	15,13
13.17	1,2- Benzène dicarboxylate de butyl phényl méthyle	12,31
13.51	1,2- Benzène dicarboxylate bis 2-éthylhexyle	9,71

IR=Indice de rétention en min

Les spectres de la CPG et de la SM de l'extrait méthanolique de *Distemonanthus benthamanus* H. Baill., ont permis d'identifier les molécules majeures suivantes tr=11,51 min MS (EI/mz) 278 : 1,2-Benzène dicarboxylate de dibutyle, tr=13,17 min SM (IE/mz) 345 : 1,2- Benzène dicarboxylate de butyl phényl méthyle, tr=13,51 min SM (IE/mz) 345 : 1,2- Benzène dicarboxylate bis 2-éthylhexyle. Ces composés ont été retrouvés, sur la base de leurs fragmentations qui sont conformes avec des données de la littérature [Dwuma-Badu et al., 1978, Paulo et al. 1995, Pousset et al., 1995].

2.8. *Syzygium rowlandii* Prague

Le screening chimique des extraits de *Syzygium rowlandii* montre qu'ils sont riches en composés phénoliques. Les tanins sont abondants dans tous les extraits. Les composés réducteurs, les dérivés anthracéniques, les alcaloïdes, les stérols et les triterpènes sont très abondants dans les extraits chloroformiques et méthanoliques. Les saponosides, les composés phénoliques, les flavonoïdes et les proanthocyanidines sont abondants dans l'extrait aqueux. Les émодols et les coumarines sont abondants dans l'extrait chloroformique tandis que l'extrait méthanolique est riche en caroténoïdes (Annexe 5, tableau III).

2.8.1. Composition chimique de l'extrait méthanolique

Le spectre de l'extrait méthanolique est indiqué par la figure 57. Une bande d'absorption maximale à 290 nm correspond aux dihydroflavones et flavonones.

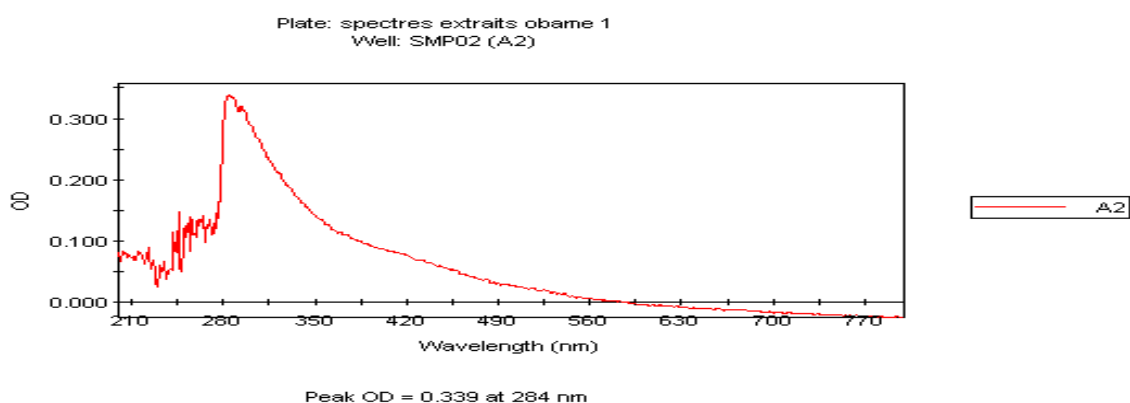


Figure 57: Spectre UV de l'extrait méthanolique de *Syzygium rowlandii*

CPG/SM

Le CPG de l'extrait méthanolique est indiqué par la figure 58.



Figure 58: CPG de l'extrait méthanolique de *Syzygium rowlandii*

Tableau XXIII: Composition chimique des extraits de *Syzygium*

IR (min)	Composés	Pourcentage (%)
13.60	Chrysophanol	27
14.05	Emodin	24

IR=Indice de rétention en min

Les spectres de masse sont donnés aux figures 59 et 60. Sur le dit chromatogramme, deux pics majeurs à 13,60 et 14,05 min sont distingués et 18 pics mineurs. Les deux pics majeurs de l'extrait méthanolique de *Syzygium rowlandii*: tr=13,60 min SM (IE/mz) 281 et 14,05 min SM (IE/mz) 2273 donnent le chrysophanol et l'émodin respectivement, sur la base de leurs fragmentations.

L'activité antioxydante et antimicrobienne des anthraquinones ou composés phénoliques est connue depuis longtemps.

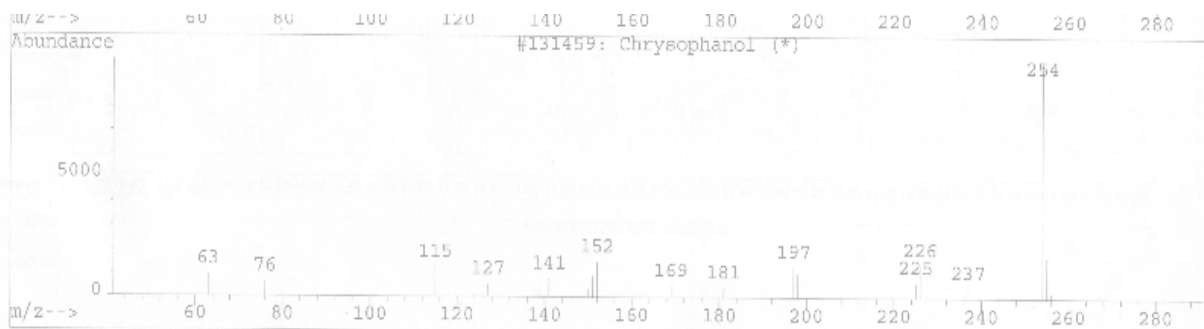


Figure 59a: SM de Chrysophanol

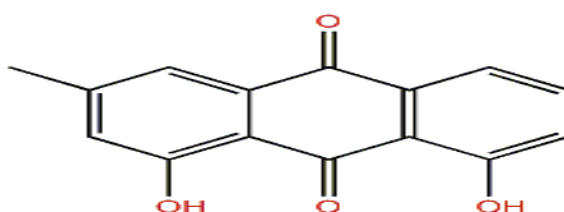


Figure 59b: Structure de Chrysophanol

Figure 59: SM et Structure chimique de Chrysophanol

- Le Chrysophanol ou 1,8-Dihydroxy-3-méthylantraquinone est une phéromone, l'activité antioxydante et/ou antimicrobienne du chrysophanol est connue fort longtemps. Ces substances ont un effet laxatif plus ou moins marqué [Noonan et *al.*, 2003 ; Paneitz et *al.*, 1999]

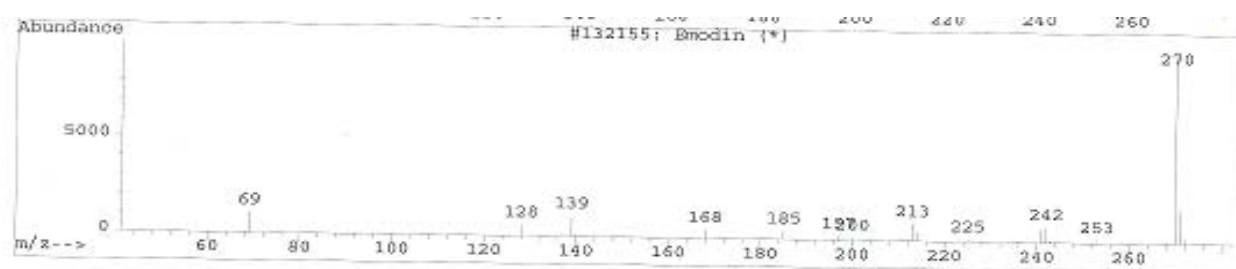


Figure 60a: SM de Emodin

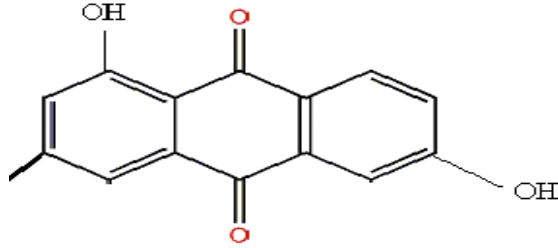


Figure 60b : Structure de Emodin
Figure 60: SM et structure chimique de Emodin

- Emodin est un dérivé d'anthraquinone : 1, 3, 8-trihydroxy-6-méthyl anthraquinone, il est biologiquement actif. Récemment, plusieurs études scientifiques de son activité biologique ont été effectuées. Il inhibe l'activité de la caséine kinase et possède des activités anti-inflammatoire, antioxydante et antimicrobienne [Nguyen, 2004 ; Michl, 1986 ; 1995].

2.8.2. UV visible de l'extrait chloroformique

L'analyse en UV de l'extrait chloroformique présente le spectre de la figure 61.

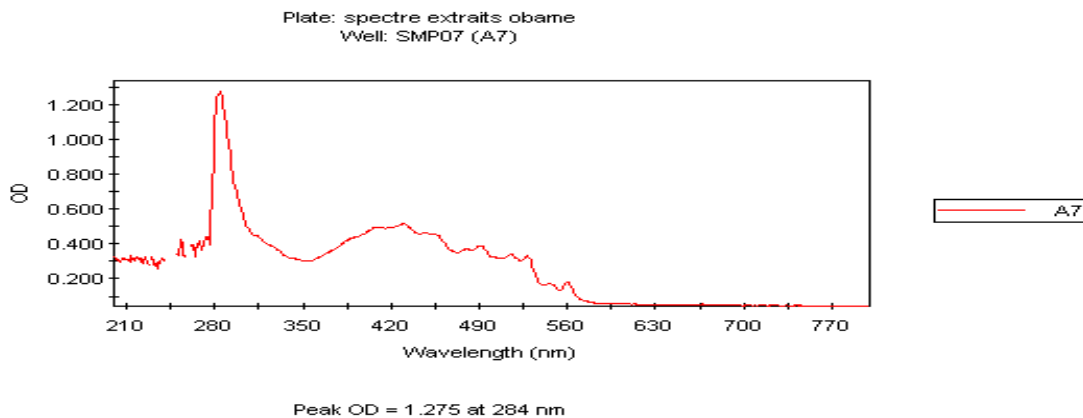


Figure 61: Spectre UV de l'extrait chloroformique de *Syzygium rowlandii*

Le spectre de l'extrait chloroformique donne plusieurs bandes caractéristiques : une bande à 290 nm pour les dihydroflavones et flavonones, une bande à 490 nm pour les flavones et flavonols et quatre bandes dans la région de 500 nm à 570 nm correspondant aux anthocyanes.

UV-Visible de l'extrait aqueux

L'analyse en UV de l'extrait aqueux est indiquée par le spectre de la figure 62.

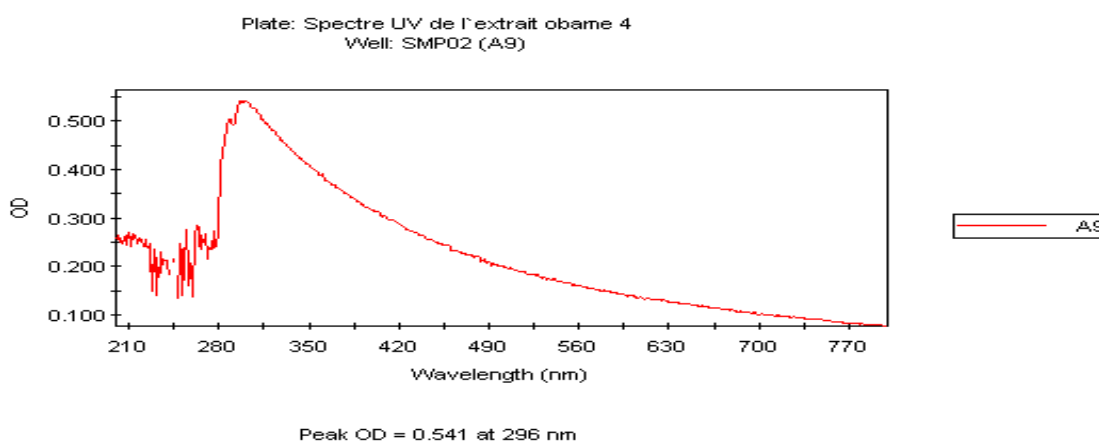


Figure 62: Spectre UV de l'extrait aqueux de *Syzygium rowlandii*

Le spectre de l'extrait aqueux donne une seule bande large à 290 nm correspondant aux dihydroflavones et flavonones.

2.9. *Leucas martinicensis*

Le screening chimique effectué sur les extraits de *Leucas martinicensis* montre que ces extraits sont riches en composés bioactifs. Les saponosides et les composés phénoliques sont abondants dans l'extrait aqueux. Les composés les réducteurs, les alcaloïdes, les stérols et les triterpènes sont très abondants dans les extraits chloroformiques et méthanoliques. Les aglycones flavonoïques, les flavonoïdes et les émmodols sont abondants dans l'extrait chloroformique tandis que l'extrait méthanolique est riche en caroténoïdes (Annexe 5, tableau I).

2.9.1. Composition chimique de l'extrait méthanolique

UV-visible

L'analyse en UV de l'extrait méthanolique est présentée par le spectre de la figure 63.

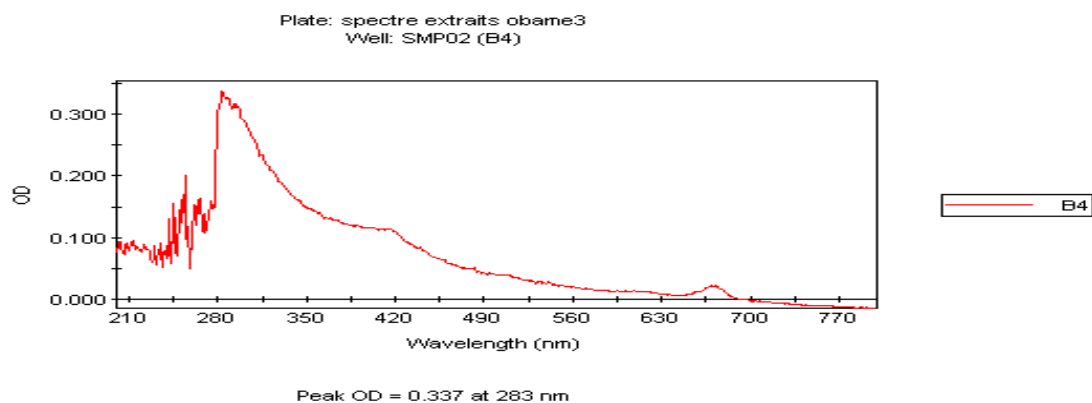


Figure 63: Spectre UV de l'extrait méthanolique de *Leucas martinicensis*

Le spectre de l'extrait méthanolique donne trois bandes d'absorption maximale : une bande à 290 nm pour les dihydroflavones et flavonones, une bande à 420 nm pour les flavones et flavonols et une bande à 670 nm pour les anthocyanes.

CPG/SM

Le spectre de l'extrait méthanolique réalisé au Laboratoire de Microbiologie du CRSBAN est indiqué par la figure 64. Les spectres de la SM ont révélés les composés suivants :

Tableau XXIV: Composition chimique des extraits de *Leucas*

IR	Composés	Pourcentage (%)
6,192	5-méthyl-2-(1-méthyléthyl)-Phénol,	5,60
7,712	1,1-thiobisBenzène	6,18
7,908	Hexadecane	8,32
13,113	1,1-sulfoxyl bis (4-chloro)-Benzène	17,5
15,351	Phosphine imide	12,27

Analyse chimique

Les spectres de la CPG et de la SM de l'extrait méthanolique de *Leucas martinicensis* ont permis de distinguer 3 pics majeurs à 13,09 min, 15,35 min et 16,3 min et plusieurs pics mineurs.

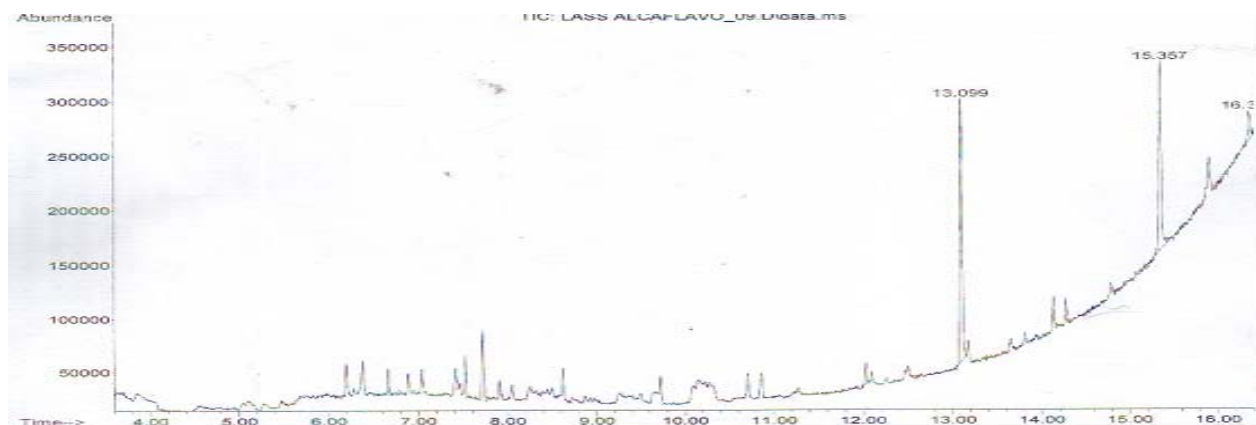


Figure 64: CPG de l'extrait méthanolique de *Leucas martinicensis*

Sur le chromatogramme, des pics majeurs correspondent à: tr=13,09 min SM (IE/mz) 503: Phosphine imide 15,35 min SM (IE/mz) 429: 1,1-sulfoxyl bis (4-chloro)-Benzène ont été retrouvés sur la base de la fragmentation qui est conforme avec des données de la littérature.

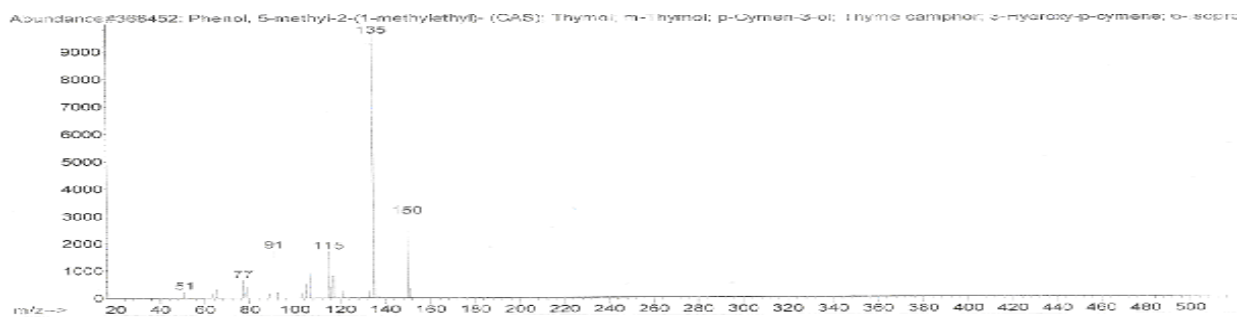


Figure 65a: SM de 5-méthyl-2-(1-méthyléthyl)-phénol

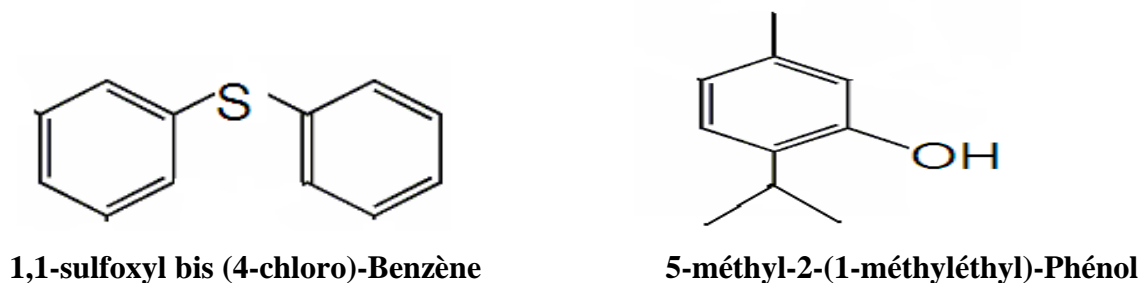


Figure 65b : Structures chimiques

Il est utilisé comme antioxydant alimentaire (boissons, chewing gum, glaces, fruits, céréales), aussi dans le cosmétique et la nourriture animale.

2.9.2. UV-Visible : Extrait chloroformique

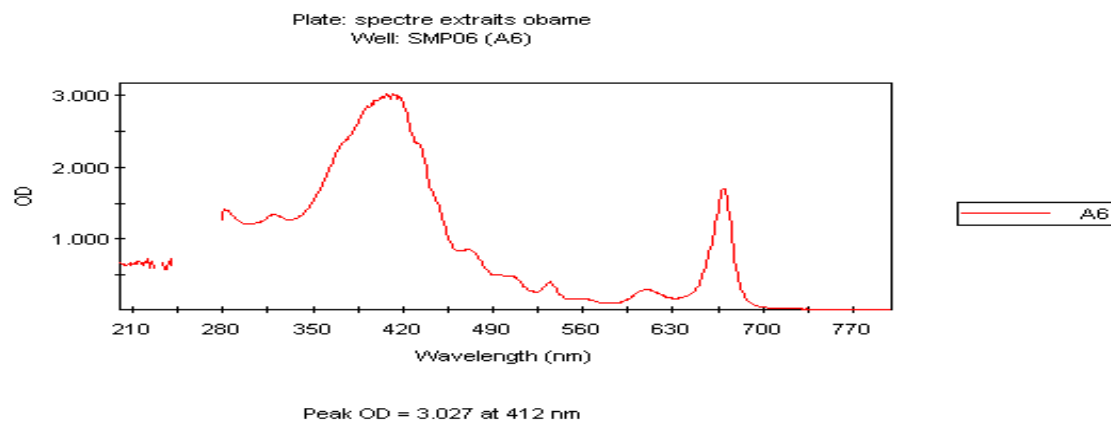


Figure 66: Spectre UV de l'extrait chloroformique de *Leucas martinicensis*

Le spectre de l'extrait chloroformique donne des bandes d'absorption maximale dans trois régions: 290 nm pour les dihydroflavones et flavonones, entre 400 à 498 nm pour les flavones et flavonols, entre 500 à 650 nm pour les anthocyanes.

Extrait aqueux

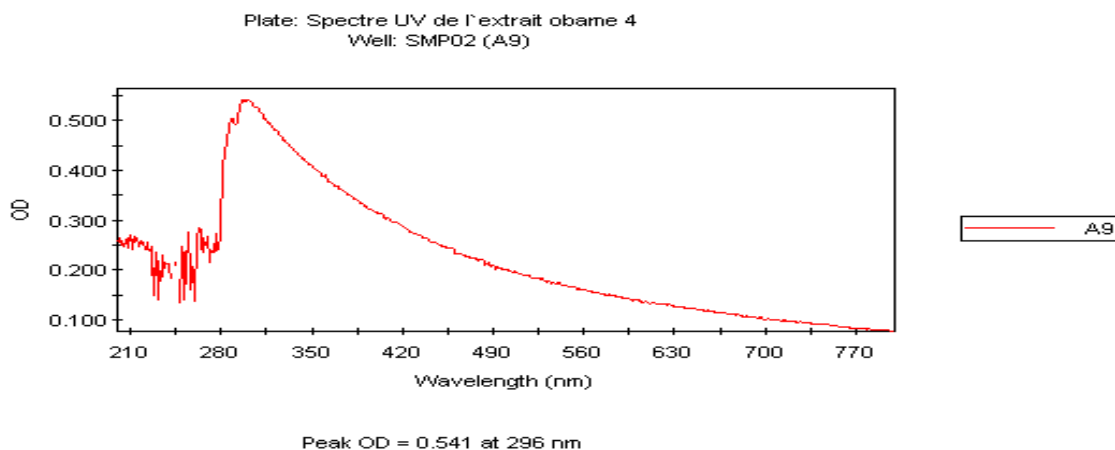


Figure 67: Spectre UV de l'extrait aqueux de *Leucas martinicensis*

Le spectre de l'extrait aqueux donne une bande forte avec un maximum d'absorption à 290 nm correspondant aux flavonones et dihydroflavones.

2.9.3. L'extrait Chloroformique

CPG/SM

Le spectre de l'extrait chloroformique de *Leucas martinicensis* est indiqué par la figure 68.

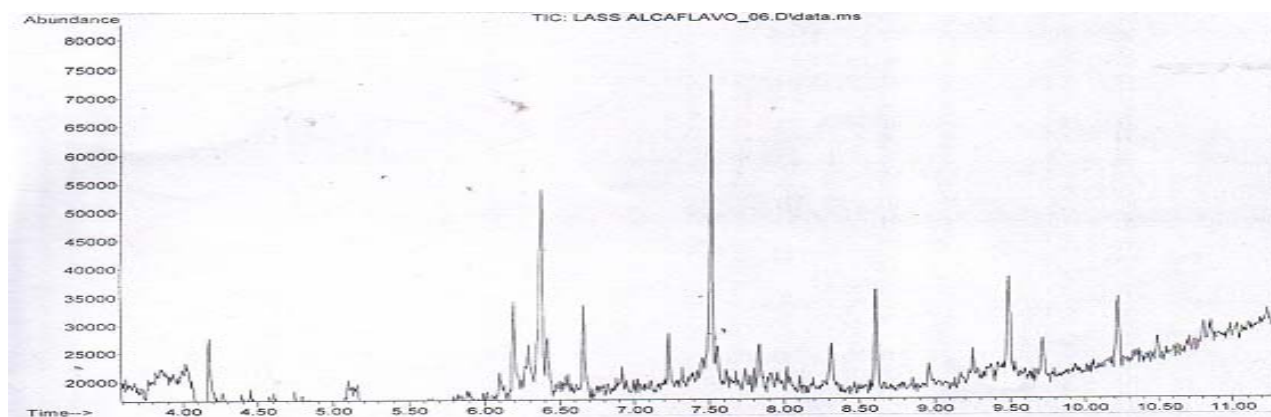


Figure 68: CPG de l'extrait chloroformique de *Leucas martinicensis*

Tableau XXV: Composition chimique des extraits de *Leucas*

TR	Composés	Pourcentage (%)
6,192	m-thymol	12,43
6,22	p, α -diméthyl Phénéthylamine,	7,36
9,49	6-chloro 4 phényl 2 propylquinoline	8,87

TR : Temps de rétention en min

Les spectres de la CPG et de la SM de l'extrait chloroformique de *Leucas martinicensis* ont permis d'identifier certains composés. Sur le chromatogramme, les pics ont pu être identifiés et correspondent à Phénéthylamine, p, α diméthyl, 6-chloro 4 phényl 2 propylquinoline et 5-méthyl-2-(1-méthyléthyl)-Phénol.

2.10. *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr.

Les extraits de *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr., sont riches en composés phénoliques. Les tanins sont abondants dans les extraits aqueux et méthanolique. Les extraits aqueux et chloroformique sont riches en composés réducteurs et phénoliques tandis que les flavonoïdes et les proanthocyanidines sont abondants dans les extraits chloroformiques et méthanoliques. L'extrait méthanolique est riche en caroténoïdes (Annexe 5, tableau IV).

L'extrait méthanolique

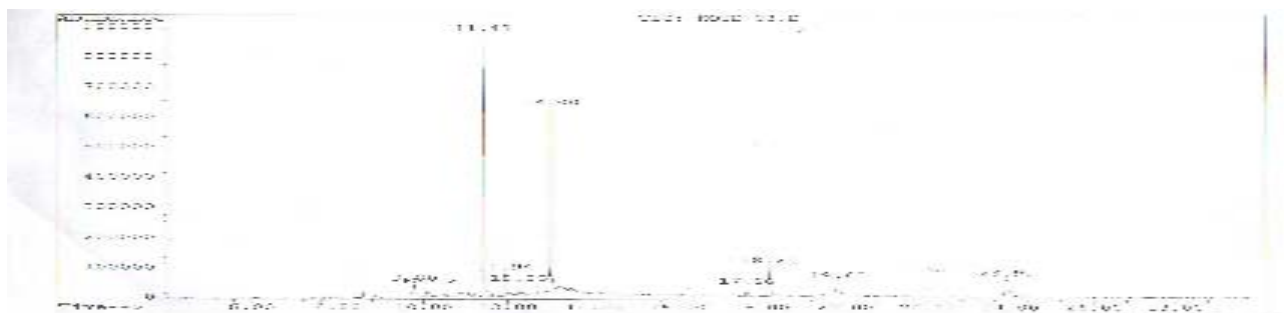


Figure 69: CPG de l'extrait méthanolique de *Fagara heitzii*

Le spectre chromatographique permet de distinguer deux pics majeurs à 11,43 min et 13,00 min, puis 8 pics mineurs (9,80 min, 10,12 min, 11,94 min, 12,25 min, 17,66 min, 18,00 min, 19,85 min et 23,91 min).

2.11. *Piptadeniastrum africanum*

Le screening chimique effectué sur les extraits de *Piptadeniastrum africanum* montre qu'ils sont riches en composés bioactifs. Les flavonoïdes, les proanthocyanes, les anthocynes, les stérols et triterpènes sont abondants dans tous les extraits. Les extraits aqueux et méthanolique sont riches en tanins et composés phénoliques. Les extraits aqueux et chloroformique sont riches en composés réducteurs. Les extraits aqueux, méthanoliques et chloroformiques sont respectivement riches en saponosides, caroténoïdes et flavones (Annexe 5, tableau VII).

2.12. *Erythrophleum ivorense* A. Chev.

Le bois de cœur est fluorescent (verte), l'extrait aqueux est non fluorescent; incolore à brun ou nuancé de brun, ou rouge ou nuancé de rouge. L'extrait alcoolique est fluorescent (verte), la couleur de l'extrait alcoolique est rouge ou nuancé de rouge, test de mousse positif. La présence de flavonoïdes, proanthocyanidines et tanins est largement plus abondante dans l'extrait méthanolique qu'aux extraits aqueux et chloroformique tandis que celle des phénols totaux est plus grande dans l'extrait aqueux (Annexe 5, tableau XI).

II. ACTIVITE BIOLOGIQUE DES PLANTES MEDICINALES.

1. Activité antioxydante

1.1. Les teneurs en composés phénoliques

L'étude qualitative des extraits bruts au moyen des dosages spectrophotométriques avaient pour objectif la détermination de la teneur totale des polyphénols totaux, des flavonoïdes, des tanins et des proanthocyanidines. Quatre courbes d'étalonnages ont été tracées pour cet objectif et réalisées pour chaque type de dosage (figures 1, 2, 3 et 4 de l'annexe 8). Les quantités de polyphénoliques correspondantes ont été rapportées dans l'étalon utilisé et déterminées par les équations de type : $y = ax + b$ et $y = ax$ (Annexe 8). Les résultats en équivalent acide gallique, acide tannique, quercétine ou apigénidine selon le cas, sont exprimés en $\mu\text{g/ml}$ pour les besoins d'interprétation.

1.2. L'évaluation de la capacité antioxydante

L'évaluation de la capacité antioxydante s'est effectuée sur des extraits. Les résultats de ces tests sont consignés dans les tableaux ci-dessous. La décoloration de la β -carotène et le piégeage du radical DPPH, sont deux méthodes complémentaires.

1.3. *Leucas martinicensis*

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Leucas martinicensis*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXVI.

Tableau XXVI: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de *Leucas*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
	Rendement	3,19	4,92	6,46
Dosage des CP	Phénols totaux	481,75	nd	442,17
	Flavonoïdes	633,23	1011,61	984,48
	Proanthocyanidine	520,45	566,83	413,78
	Tanins	319,48	540,22	221,71
Capacité antioxydante	DPPH	10 μl	0,65	0,40
		20 μl	0,66	0,43
		50 μl	0,70	0,66
	β -carotène	10 μl	0,67	0,54
		20 μl	0,69	0,55
		50 μl	0,70	0,61

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO

Les résultats révèlent que la tige feuillée de *Leucas martinicensis* renferme des composés extractibles polaires supérieurs aux composés non polaires. La concentration en composés phénoliques est plus grande dans l'extrait aqueux. Les concentrations en tanins, flavonoïdes et proanthocyanidines sont plus abondantes dans l'extrait chloroformique que dans les autres extraits aqueux et méthanolique. Les extraits réduisent la concentration de ce radical libre DPPH.

La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. Dans le cas du piégeage du radical DPPH, la valeur de l'IC₅₀ de *L. martinicensis* est de 65,4 et $50,6 \pm 0,15$ µg/ml. Pour la décoloration de la β-carotène, l'oxydation est effectivement inhibée par des extraits aqueux et méthanolique de *L. martinicensis* (71,0 et $61,1 \pm 0,05\%$). La capacité de l'extrait aqueux à réduire β-carotène est supérieure à celle de l'extrait méthanolique. L'activité des extraits dépasse les 50% dans les deux cas. La capacité antioxydante, évaluée par la décoloration de la β-carotène est plus élevée que celle observée par la méthode du piégeage du radical DPPH.

Cette activité est due à la composition chimique des extraits riches en polyphénols fortement hydroxylés retrouvés dans diverses fractions et dont la caractéristique principale est la capacité à absorber les radicaux libres dans les systèmes biologiques. C'est le cas des composés 5-méthyl-2-(1-méthyléthyl)-Phénol (Antrancine 12; Embanox; Nipantiox 1-F); (1,1-diméthyléthyl)-4-méthoxy-Phénol (Sustane 1-F; Tenox BHA; Vyox); 3-tert-Butyl-4-hydroxyanisole contenus dans l'extrait méthanolique. Ils sont utilisés comme antioxydants alimentaires (boissons, chewing gum, glaces, fruits, céréales). Ce qui fait de ces extraits de potentiels agents antioxydants.

1.4. *Canthium multiflora* (Sch et Thonn) Hiem

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Canthium multiflora*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXVII. Les résultats révèlent que la tige feuillée de *Canthium multiflora* renferme des composés extractibles polaires supérieurs aux composés non polaires. La concentration en phénols totaux, flavonoïdes et proanthocyanidines et tanins est plus grande dans l'extrait aqueux. En ce qui concerne l'activité de piégeage du radical DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre.

La capacité antioxydante des extraits, est inférieure à celle du témoin positif BHT mais largement supérieure à celle du témoin négatif.

Tableau XXVII: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de *Canthium*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique	
Dosage des CP	Phénols totaux	2240,08	nd	1475,08	
	Flavonoïdes	4450,72	1065,99	4390,95	
	Proanthocyanidine	1766,56	1146,83	1071,56	
	Tanins	7515,00	3503,93	3274,11	
Capacité antioxydante	DPPH	10µl	0,38	0,13	0,20
		20µl	0,40	0,14	0,23
		50µl	0,59	0,30	0,30
	β-carotène	10µl	0,56	0,37	0,42
		20µl	0,69	0,45	0,54
		50µl	0,91	0,54	0,76

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO

Pour la décoloration de la β-carotène/acide linoléique, l'oxydation est effectivement inhibée par des extraits aqueux et méthanolique de *Canthium multiflora* (91,0 et 76 ± 0,05%). La capacité de l'extrait aqueux à réduire β-carotène est supérieure à celle de l'extrait méthanolique et dépasse les 70% dans les deux cas. L'oxydation suit un processus radicalaire.

La capacité antioxydante par la méthode de la β-carotène paraît plus importante que celle observée par piégeage du radical DPPH. Cette activité est due à la composition chimique des extraits riches en polyphénols fortement hydroxylés. Les spectres de la CPG et de la SM de l'extrait méthanolique de *Canthium multiflora* ont permis d'identifier les composés tels que l'acide benzoïque, 1,2-benzène dicarboxylate de bis 2-éthylhexyle ou benzène dicarboxylate de 2-diisooctyle et 2,6-bis (1,1-diméthylethyl)-4-méthyl Phénol pour l'extrait chloroformique.

L'acide benzoïque est un conservateur naturel (antiseptique, antioxydant) et stabilisant (gélifiant et épaississant) dans les graisses, les jus de fruits, les solutions alcaloïdiques [Palic et al., 2002]. Ce qui fait de ces extraits de potentiels agents antioxydants.

1.5. *Syzygium rowlandii* Prague

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes des extraits de *Syzygium rowlandii* sont consignés dans le tableau XXVIII.

Tableau XXVIII: Teneur en composés phénoliques et capacité antioxydante de *Syzygium*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	4,43	1,49	2,76
	Phénols totaux	234,25	nd	266,75
	Flavonoïdes	366,56	693,33	506,67
	Proanthocyanidine	714,34	371,83	1836,56
	Tanins	388,37	116,33	632,82
Capacité antioxydante	DPPH	10µl	0,92	0,92
		20µl	0,92	0,92
		50µl	0,95	0,93
	β-carotène	10µl	0,91	0,91
		20µl	0,92	0,93
		50µl	0,93	0,95

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO

Les résultats révèlent que l'écorce de *Syzygium rowlandii* renferme des composés extractibles polaires supérieurs aux composés non polaires. La concentration en phénols totaux, proanthocyanidines et en tanins est plus grande dans l'extrait méthanolique tandis que la teneur en flavonoïdes est plus grande dans l'extrait chloroformique.

En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre. La valeur de IC₅₀ de *Syzygium rowlandii* est de 91,5 ± 0,15 µg/ml. L'oxydation de l'acide linoléique est effectivement inhibée par l'extrait méthanolique de *Syzygium rowlandii* (95,4 ± 0,05%). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire β-carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et dépasse les 90%. L'oxydation suit un processus radicalaire.

L'effet antioxydant par piégeage du radical DPPH est plus élevé que celui observé par la méthode de la décoloration de la β-carotène. Cette activité est due à la composition chimique de l'extrait méthanolique riche en polyphénols fortement hydroxylés à savoir chrysophanol ou 1,8-Dihydroxy-3-méthylanthraquinone et l'emodin (1,3,8-trihydroxy-6-méthylanthraquinone).

Ils sont naturellement dérivés de l'anthraquinone, plus récemment, plusieurs études scientifiques de leur activité biologique ont été effectuées. Ils possèdent une activité anti-inflammatoire et antioxydante [Nguyen, 2004 ; Michl, 1986 ; 1995]. Ce qui fait de *Syzygium rowlandii* un potentiel agent antioxydant.

1.6. *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXIX

Tableau XXIX: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de *Fagara*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	7,07	1,49	0,5
	Phénols totaux	1094,67	nd	583,42
	Flavonoïdes	380,52	nd	615,62
	Proanthocyanidine	197,12	679,33	339,34
	Tanins	247,26	186,33	1385,41
Capacité antioxydante	DPPH	10µl	0,216	0,22
		20µl	0,25	0,25
		50µl	0,26	0,26
	β-carotène	10µl	0,20	0,37
		20µl	0,26	0,40
		50µl	0,39	0,49

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que l'écorce de *Fagara heitzii*, renferme des composés extractibles polaires plus abondants que des composés non polaires. La concentration en flavonoïdes et en tanins est plus grande dans l'extrait méthanolique par rapport aux extraits aqueux et chloroformique tandis que celles des phénols totaux et proanthocyanidines sont respectivement plus grande dans des extraits aqueux et chloroformique. Pour le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre. La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif.

L'oxydation de l'acide linoléique est faiblement inhibée par les extraits méthanolique et aqueux de *Fagara heitzii* (48,8 et $39,4 \pm 0,05\%$). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire la β-carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et ne dépasse pas les 50% dans les deux cas.

La capacité antioxydante par la décoloration de la β -carotène est plus élevée par rapport au piégeage du radical DPPH. L'activité antioxydante ne suit pas un processus radicalaire.

Cette activité est due à la composition chimique des extraits pauvres en polyphénols fortement hydroxylés. Ce qui fait de ces extraits de *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr de faibles potentiels agents antioxydants.

1.7. *Distemonanthus benthamianus* H. Baill

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes des extraits de *Distemonanthus benthamianus* sont consignés dans le tableau XXX.

Tableau XXX: Teneur en composés phénoliques et capacité antioxydante de *Distemonanthus*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	4,97	2,35	0,57
	Phénols totaux	921,75	nd	763,83
	Flavonoïdes	534,06	1060,52	989,48
	Proanthocyanidine	1345,45	489,33	4044,89
	Tanins	628,74	124,67	1317,27
Capacité antioxydante	DPPH	10 μ l	0,32	0,32
		20 μ l	0,41	0,42
		50 μ l	0,60	0,62
	β -carotène	10 μ l	0,39	0,63
		20 μ l	0,40	0,76
		50 μ l	0,45	0,94

Rendement en % ; Dosage en μ g/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que des composés extractibles polaires sont majoritaires dans l'écorce de *Distemonanthus benthamianus* renferme. La concentration en proanthocyanidines et tanins est largement plus grande dans l'extrait méthanolique par rapport aux extraits aqueux et chloroformique tandis que celles des phénols totaux et flavonoïdes sont respectivement plus grandes dans les extraits aqueux et chloroformique. En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre. La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. La valeur de IC_{50} est de $75 \pm 0,15 \mu$ g/ml.

L'oxydation de l'acide linoléique est fortement inhibée par l'extrait méthanolique de *Distemonanthus benthamianus* ($94,3 \pm 0,05\%$). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire la β -carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et dépasse les 94 % contre ce dernier 45 %.

La capacité antioxydante par la β -carotène est plus importante que celle observée par le radical DPPH. Cette activité est due à la composition chimique des extraits riches en polyphénols o-méthylés à savoir 1,2-Benzène dicarboxylate de dibutyle, 1,2-Benzène dicarboxylate de butyl phényl méthyle, 1,2- Benzène dicarboxylate bis 2-éthylhexyle. Ce qui fait de l'extrait méthanolique de *Distemonanthus benthamianus*, un fort potentiel agent antioxydant.

1.8. *Alstonia bonnei*

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Alstonia bonnei*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXXI.

Tableau XXXI: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de *Alstonia*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	7,07 %	13,66 %	8,35 %
	Phénols totaux	nd	nd	442,17
	Flavonoïdes	462,4	1092,71	783,23
	Proanthocyanidine	175,43	556,83	198,77
	Tanins	255,78	1835,78	139,11
Capacité antioxydante	DPPH	10 μ l	0,44	0,35
		20 μ l	0,48	0,41
		50 μ l	0,51	0,49
	β -carotène	10 μ l	0,47	0,24
		20 μ l	0,44	0,33
		50 μ l	0,41	0,44

Rendement en % ; Dosage en μ g/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que les composés extractibles non polaires sont majoritaires dans l'écorce de *Alstonia bonnei*. La concentration en proanthocyanidines, flavonoïdes et tanins est plus grande dans l'extrait chloroformique tandis que celles des phénols totaux sont respectivement plus grandes dans les extraits aqueux et méthanolique. En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre, la valeur de IC_{50} est de $47,43 \pm 0,15 \mu$ g/ml.

La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. Pour β -carotène/ acide linoléique, l'oxydation est faiblement inhibée par les extraits méthanolique et aqueux de *Alstonia bonnei* ($44,4$ et $41,2 \pm 0,05$ %). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire β -carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et ne dépasse pas les 50 % dans les deux cas.

La capacité antioxydante par la β -carotène est plus élevée que celle observée par le DPPH. L'activité antioxydante suit un processus non radicalaire. Cette faible activité est due à la composition chimique des extraits pauvres en polyphénols fortement hydroxylés. Ce qui fait de ces extraits de *Alstonia bonnei* de faibles potentiels agents antioxydants.

1.9. *Piptadeniastrum africanum*

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de *Piptadeniastrum africanum*.

Le dosage des composés phénoliques et la capacité antioxydante des extraits de *Piptadeniastrum africanum* sont consignés dans le tableau XXXII.

Tableau XXXII: Teneur en polyphénols et activités antioxydante de *Piptadeniastrum*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	7,07	10,7	7,2
	Phénols totaux	1565,92	nd	880,08
	Flavonoïdes	1082,4	10730,43	7490,58
	Proanthocyanidine	11250,9	2114,33	24820,8
	Tanins	1513,13	534,11	4040,60
Capacité antioxydante	DPPH	10 μ l	0,66	0,96
		20 μ l	0,77	0,97
		50 μ l	0,90	0,99
	β -carotène	10 μ l	0,51	0,92
		20 μ l	0,57	0,94
		50 μ l	0,84	0,96

Rendement en % ; Dosage en μ g/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que l'écorce de *Piptadeniastrum africanum* est majoritairement constituée de composés extractibles polaires. La concentration en phénols totaux, proanthocyanidines, flavonoïdes et tanins est largement plus grande dans l'extrait méthanolique par rapport aux extraits aqueux et chloroformique. Les extraits réduisent la concentration du radical libre DPPH.

L'oxydation de la β -carotène est fortement inhibée par les extraits méthanolique et aqueux de *Piptadeniastrum africanum* (95,7 et 84,2 \pm 0,05%). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire la β -carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et dépasse les 80% dans les deux cas. L'oxydation suit un processus radicalaire. L'effet antioxydant évalué par la méthode du radical DPPH paraît plus important que celui observé avec la décoloration de la β -carotène.

Cette activité est due à la composition chimique des extraits fortement riches en polyphénols tels que 1,2-Benzène dicarboxylate de bis 2-éthylhexyle. Ce qui fait de ces deux extraits de *Piptadeniastrum africanum* de forts potentiels agents antioxydants.

1.10. *Gambeya africana*

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Gambeya africana*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXXIII.

Tableau XXXIII: Teneur en polyphénols et activité antioxydante de *Gambeya*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	3,13	3,66	13,14
	Phénols totaux	2206,75	nd	1477,17
	Flavonoïdes	572,5	1159,90	1033,96
	Proanthocyanidine	1379,90	1331,33	5189,33
	Tanins	1187,63	538	3457,27
Capacité antioxydante	DPPH	10 μ l	0,17	0,22
		20 μ l	0,22	0,28
		50 μ l	0,28	0,37
	β -carotène	10 μ l	0,48	0,34
		20 μ l	0,45	0,58
		50 μ l	0,54	0,75

Rendement en % ; Dosage en μ g/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que l'écorce de *Gambeya africana* renferme une forte présence de composés extractibles polaires supérieurs aux non polaires. La concentration en proanthocyanidines et tanins est largement plus grande dans l'extrait méthanolique tandis que celles des phénols totaux et des flavonoïdes sont respectivement plus grandes dans l'extrait aqueux et chloroformique. En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre.

La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT mais largement supérieure à celle du témoin négatif. La valeur de IC₅₀ est de 23,8± 0,15 %. L'oxydation de la β-carotène/acide linoléique est faiblement inhibée par les extraits méthanolique et aqueux de *Gambeya africana* (74,6 et 54,1 ± 0,05 %). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire la β-carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et dépasse les 50 %.

La capacité antioxydante suit un processus radicalaire car il renferme des composés tels que le Néophytadiène qui est connue depuis longtemps pour son activité antiradicalaire [Palic et al., 2002]. La capacité antioxydante par la β-carotène est plus élevée par rapport au piégeage du radical DPPH. Ce qui fait de ces deux extraits de *Gambeya africana* de potentiels agents antioxydants.

1.11. *Petersianthus macrocarpus*

Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Petersianthus macrocarpus*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXXIV.

Tableau XXXIV: Teneur en polyphénols et activité antioxydante de *Petersianthus*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique	
Dosage des CP	Rendement	7,07	3,45	6,13	
	Phénols totaux	848,83	nd	681,33	
	Flavonoïdes	292,71	604,58	439,06	
	Proanthocyanidine	364,89	231,83	625,44	
	Tanins	263,93	171,33	552,82	
Capacité antioxydante	DPPH	10µl	0,16	0,14	
		20µl	0,19	0,15	
		50µl	0,19	0,19	
	β-carotène	10µl	0,47	0,35	0,44
		20µl	0,51	0,32	0,54
		50µl	0,71	0,58	0,79

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que l'écorce de *Petersianthus macrocarpus* renferme des composés extractibles polaires supérieurs aux composés non polaires.

La concentration en proanthocyanidines et tanins est plus grande dans l'extrait méthanolique qu'aux extraits aqueux et chloroformique tandis que celles des phénols totaux et des flavonoïdes sont respectivement plus grandes dans l'extrait aqueux et chloroformique. En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre. La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. Dans le cas du piégeage du radical DPPH, la valeur de l'IC₅₀ est de $18,8 \pm 0,15$ µg/ml. L'oxydation de l'acide linoléique est inhibée par des extraits.

La capacité de l'extrait méthanolique à réduire la β-carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et dépasse les 70 % dans les deux cas. L'effet antioxydant évalué par la décoloration de la β-carotène paraît plus important que celui observé avec la méthode du DPPH. L'oxydation ne suit pas un processus radicalaire. Cette activité est due à la composition chimique des extraits pauvres en polyphénols fortement hydroxylés. Ce qui fait de ces deux extraits de *Petersianthus macrocarpus* de potentiels agents antioxydants.

1.12. *Guibourtia ehie* (A. Chev.)

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Guibourtia ehie*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXXV.

Tableau XXXV: Teneur en polyphénols et activité antioxydante de *Guibourtia*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Phénols totaux	193	nd	181,33
	Flavonoïdes	560	1002,24	740,94
	Proanthocyanidine	1974,89	991,83	8720,88
	Tanins	857,26	260,77	3201,34
Capacité antioxydante	DPPH	10µl	0,354	0,256
		20µl	0,434	0,34
		50µl	0,649	0,462
	β-carotène	10µl	0,414	0,497
		20µl	0,424	0,552
		50µl	0,684	0,556

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que l'écorce de *Guibourtia ehie* est constituée majoritairement de composés extractibles polaires.

La concentration en proanthocyanidines et tanins est largement plus grande dans l'extrait méthanolique qu'aux extraits aqueux et chloroformique tandis que celles des phénols totaux et flavonoïdes sont respectivement plus grande dans les extraits aqueux et chloroformique. En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent faiblement la concentration de ce radical libre, les valeurs de IC₅₀ sont inférieures à 34,0 ± 0,15 µg/ml. L'oxydation ne suit pas un processus radicalaire. L'oxydation de la β-carotène est inhibée par les extraits méthanolique et aqueux (55,6 et 68,4 ± 0,05 %). La capacité de l'extrait aqueux à réduire β-carotène est supérieure à celle de l'extrait méthanolique et dépasse les 50 % dans les deux cas. L'effet antioxydant évalué par la décoloration de la β-carotène paraît plus important que celui observé avec la méthode du DPPH. Cette activité est due à la composition chimique des extraits riches en polyphénols fortement hydroxylés. Ces deux extraits de *Guibourtia ehie* constituent de potentiels agents antioxydants.

1.13. *Erythrophleum ivorense* A. Chev

Le dosage des composés phénoliques et les activités antioxydantes se sont effectués sur les extraits de *Erythrophleum ivorense*. Les résultats de ces différents tests sont consignés dans le tableau XXXVI.

Tableau XXXVI: Teneur en composés phénoliques et activités antioxydantes de *Erythrophleum*

		Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
Dosage des CP	Rendement	12	1,57	17,4
	Phénols totaux	1075,92	nd	704,67
	Flavonoïdes	548,96	757,71	4070,81
	Proanthocyanidine	4315,45	919,33	11204,42
	Tanins	1044,30	222,44	2601,71
Capacité antioxydante	DPPH	10µl	0,63	0,80
		20µl	0,84	0,89
		50µl	1	1
	β-carotène	10µl	0,55	0,82
		20µl	0,73	0,84
		50µl	0,84	0,94

Rendement en % ; Dosage en µg/ml ; nd : non déterminé; CP : composés phénoliques, Capacité en DO.

Les résultats révèlent que l'écorce de *Erythrophleum ivorense* renferme des composés extractibles polaires largement supérieurs aux composés non polaires.

La concentration en flavonoïdes, proanthocyanidines et tanins est largement plus grande dans l'extrait méthanolique qu'aux extraits aqueux et chloroformique tandis que la teneur en phénols totaux est plus grande dans l'extrait aqueux. En ce qui concerne le test de DPPH, les extraits réduisent la concentration de ce radical libre. La capacité antioxydante des extraits est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. Les valeurs de l'IC₅₀ dépassent 83,6 µg/ml. L'oxydation suit un processus radicalaire. Pour la β-carotène, l'oxydation est inhibée par les extraits méthanolique et aqueux de *Erythropleum ivorense* (93,9 et $84 \pm 0,05\%$). La capacité de l'extrait méthanolique à réduire la β-carotène est supérieure à celle de l'extrait aqueux et dépasse les 80 % dans les deux cas. L'effet antioxydant évalué par la décoloration de la β-carotène est inférieur à celui observé avec la méthode du DPPH. La capacité est plus efficace et plus élevée sur le piégeage du radical DPPH par rapport à la décoloration de la β-carotène. Cette activité est due à la composition chimique des extraits riches en polyphénols fortement hydroxylés. Ce qui fait de ces deux extraits de *Erythropleum ivorense* de forts potentiels agents antioxydants.

En ce qui concerne l'analyse des phénols totaux, des composés phénoliques sont bien présents dans les extraits chloroformiques, aqueux et méthanoliques. La concentration des phénols totaux dans les extraits méthanoliques, dans certains cas est bien significative et plus importante que celle des extraits aqueux. La différence de résultats observée entre les deux extractions (aqueuse et méthanolique) confirment une part d'action allélopathique importante venant des composés phénoliques. L'extraction méthanolique dissout bien les composés phénoliques, ce qui explique les effets inhibiteurs constatés au niveau des tests antimicrobiens. En effet, elle va extraire des molécules lipophiles qui ne seraient peut-être pas relarguées par la fétuque dans les conditions naturelles.

Les concentrations des phénols totaux dans les différentes plantes étudiées sont plus grandes en comparaison avec celles des céréales (0,481 à 0,896 mg/g.d.m), d'autres végétaux (par exemple 11,7 mg/g.d.m pour les Brocolis, 9,9 mg/g.d.m pour les garliques et 23,1 mg/g.d.m pour les Peppers) et les fruits (par exemple 23,1 mg/g.d.m pour les blackberry) [Vinson et al., 1995 ; Wang et Lin, 2000]. La concentration des phénols totaux, des extraits aqueux et méthanoliques n'est pas surprenante comparativement aux autres plantes médicinales.

Par exemple, Amorowicz et *al.* (2004) ont fait des études des TPC sur les extraits méthanoliques pour horsetail (216 mg/g.d.m), la tige de bearberry (312 mg/g.d.m), la racine de Echinacea (62 mg/g.d.m), la racine de Senega (72 mg/g.d.m), et la racine de Woldlicorne (63 mg/g.d.m).

Weidenhamer et *al.* (1989 ; 1996) sont allés plus loin en montrant que les effets phytotoxiques sont clairement dépendants de la concentration des phénols totaux. L`activité antimicrobienne et antioxydante émise par une plante augmente avec la concentration des phénols totaux.

En ce qui concerne l`activité antiradicalaire, le DPPH est une molécule produisant des radicaux libres DPPH stables [Koleva et *al.*, 2002]. L`aptitude d`un système à piéger les radicaux DPPH libres traduit sa capacité à inhiber la peroxydation des lipides. L`extrait pourrait donc être utilisé pour piéger les radicaux libres de l`organisme et inhiber ainsi la peroxydation des lipides membranaires. Les radicaux libres sont des sous produits métaboliques du processus oxydatifs. Ils sont des espèces chimiques fortement réactives et potentiellement préjudiciables.

Les cellules s`en protègent grâce à une variété d`enzymes (catalase, superoxyde dismutase, glutathion, peroxydase) ou de substances chimiques (vitamine C et E, glutathion) endogènes piègeuses des radicaux libres [Halliwell et Guteridge, 1999]. Lors d`un stress oxydatif, les radicaux libres non piégés induisent des dommages aux tissus. Ils sont par conséquent impliqués dans l`étiologie d`un grand nombre de pathologies. On note entre autre, l`arthrite, l`asthme, les rhumatismes, les néphrites, les cancers, l`athérosclérose, le diabète sucré, les lésions inflammatoires, les maladies immunosuppresseurs, les désordres métaboliques et les maladies d`Alzheimer [Herman, 1993 ; Tiwari, 2004].

Les extraits présentent un potentiel antiradicalaire qui leur permettrait de jouer un rôle bénéfique en termes d`action préventive très importante pour la santé humaine et animale [Sabu et Kattan, 2002]. L`activité antiradicalaire de plante devrait au moins partiellement justifier par la présence des tanins et des flavonoïdes mis en évidence par l`étude phytochimique. Les flavones sont les antioxydants majeurs des extraits aqueux et méthanolique. En effet les tanins et les flavonoïdes ont démontré leurs potentialités d`activité antioxydante [Yokozawa et *al.*, 1999 ; Bors et *al.*, 1990].

2. Activité antimicrobienne des extraits non volatils

Les extraits ont été considérés comme microbicides, ceux dont les rapports CMB/CMI sont équivalents à 1 et microbiostatiques, les extraits dont les rapports sont supérieurs à 1.

2.1. *Leucas martinicensis* (Jacq.) R. Br.

Les résultats de tests de susceptibilité avec les extraits ont donné les diamètres d'inhibition suivants sur les souches microbiennes:

Tableau XXXVII: Diamètres d'inhibition de *Leucas*

Souche de références	Zones d'inhibition de <i>Leucas martinicensis</i>		
	Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
<i>E. coli</i> 105182 CIP	14	7	6
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	7	13	14
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	13	17	17
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	20	12	11
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	21	11	16
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	15	17	16
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	21	22	15
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	22	20	14
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	18	22	19
Souches cliniques			
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	15±3	17±3	15±2
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	18±4	22±2	15±3
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	15±2	11,5±2	15±3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	30±4	20±4	7±3
<i>Salmonella enterica</i>	17	20	20
Souches fongiques			
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	9	15	19
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	15	15	14
<i>Candida albicans</i> (n=10)	13±3	16±3	17±3

Le screening des propriétés antimicrobiennes des trois échantillons d'extraits montre que tous possèdent une activité significative. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Les extraits aqueux et chloroformique ont donné les plus grandes activités antimicrobiennes avec des diamètres d'inhibition supérieurs à 17 mm sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Salmonella enterica*.

Listeria innocua LMG 135668 BHI est sensible à l'extrait aqueux et *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI est inhibé par l'extrait chloroformique. Les extraits présentent une activité antimicrobienne plus importante que certains antibiotiques tels que la pénicilline pour les bactéries à Gram négatif (comme *Proteus mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, *Shigella dysenteria* et *Salmonella enterica*), la spectomycine (*Salmonella enterica*), l'acide pipémidique pour les *Pseudomonas aeruginosa* et les bactéries à Gram positif.

L'extrait méthanolique a enregistré les plus grandes activités antibactériennes sur *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Salmonella enterica* et *Proteus mirabilis* 104588 CIP.

L'extrait méthanolique présente une forte activité antibactérienne par rapport à la pénicilline pour les bactéries à Gram négatif (comme *Proteus mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus* et *Salmonella enterica*), la spectomycine, (*Salmonella enterica*) et l'acide pipémidique pour les bactéries à Gram positif. *E. coli* 105182 CIP montre une résistance vis à vis des extraits méthanolique et chloroformique tandis que *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP est résistant à l'extrait aqueux.

Le screening des propriétés anticandidales des trois extraits a montré qu'ils possèdent une activité antifongique. L'extrait aqueux présente une activité intermédiaire sur les *Candida albicans* ATCC 90028 et *Candida albicans*. L'extrait chloroformique renferme une activité intermédiaire sur les différentes souches fongiques et l'extrait méthanolique sur les souches *Candida albicans* ATCC 90028 et *Candida albicans*.

Les extraits ont donné une grande activité antifongique sur les *Candida albicans* ATCC 10231 et *Candida albicans* pour l'extrait méthanolique et sur *Candida albicans* pour l'extrait chloroformique. Les souches *Candida albicans* ATCC 10231 présentent une résistance sur l'extrait aqueux tandis qu'aucune souche testée n'est résistante à l'extrait chloroformique et méthanolique.

L'activité antimicrobienne des extraits de *Leucas martinensis* varie d'un extrait à l'autre et d'un germe à l'autre.

CMI, CMF et CMB des extraits de Leucas martinensis

Les résultats des CMI, CMB et CMF ont été rapportés dans le tableau XXXVIII.

Tableau XXXVIII: CMI, CMB et CMF de *Leucas m.* en µg/ml.

Souches de référence	Gram	Aqueux		Chloroformique		Méthanolique	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E.coli</i> 105182 CIP	-	100	100	25	25	25	25
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	>100	nd	100	100	100	100
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	100	100	100	100	>100	nd
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	>100	nd	100	100	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	>100	nd	100	100	100	100
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	>100	nd	50	50	50	50
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	>100	nd	100	100	100	100
<i>Shigella dysenteriae</i> 5451 CIP	-	>100	nd	>100	nd	>100	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	>100	nd	100	100	100	100
Souches cliniques							
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	>100	nd	25	25	12,5	50
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	12,5	25	25	25	50	50
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	>100	nd	>100	nd	>100	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	25	25	25	25	12,5	50
<i>Salmonella enterica</i>	-	100	100	100	100	>100	nd
Souches fongiques							
		CMI	CMF	CMI	CMF	CMI	CMF
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231		>100	nd	25	50	6,25	50
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028		>100	nd	>100	nd	>100	nd
<i>Candida albicans</i> (n=2)		>100	nd	100	100	100	100

nd : non déterminé

Les CMI et les CMB varient d'une bactérie à l'autre. L'extrait aqueux a un effet bactéricide sur les souches *E. coli* 105182 CIP, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica* et présente un effet bactériostatique sur *S. pyogène*.

L'extrait chloroformique a une action bactéricide sur les souches *E. coli* 105.182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica*.

L'extrait méthanolique est bactéricide sur les souches *E. coli* 105.182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Streptococcus pyogenes*. Il a un effet bactériostatique sur les souches hospitalières *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Les extraits chloroformique et méthanolique ont un effet fongicide sur les souches sauvages *Candida albicans* et une action fongiostatique sur *Candida albicans* ATCC 10231.

Ces résultats militent en faveur de l'utilisation traditionnelle de *Leucas martinensis* dans le traitement des infections fongiques sexuellement transmissibles liées aux *Candida albicans* et dans le traitement des infections bactériennes en tradithérapie traditionnelle.

2.2. *Syzygium rowlandii* Sprague

2.2.1. Zones d'inhibition des extraits de *Syzygium*

Les extraits de *Syzygium rowlandii* ont enregistré des diamètres d'inhibition contenus dans le tableau XXXIX. Les résultats des tests de susceptibilité avec des extraits montrent qu'ils présentent activité antibactérienne significative sur les souches testées.

L'extrait aqueux est plus actif sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (15,5 mm), *Proteus mirabilis* 104588 CIP (15 mm), *E. coli* 105.182 CIP (13 mm). La plus faible activité antibactérienne a été observée avec *Enterococcus faecalis* (4,5 mm). L'extrait aqueux ne présente aucune inhibition sur *Staphylococcus aureus*, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI et *Enterococcus faecalis* 103907 CIP. Les plus grandes inhibitions ont été observées avec *Candida albicans* ATCC 90028 (15 mm) et les souches hospitalières (13 mm).

L'extrait chloroformique a présenté les plus grandes inhibitions sur *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP (21 mm), *Proteus mirabilis* 104588 CIP (19 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* (15 mm) et *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (14 mm). La plus faible activité antibactérienne de l'extrait a été observée sur *E. coli* 105.182 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 255293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 (10 mm). Les plus fortes activités antifongiques de l'extrait sont de 15 mm et 14 mm respectivement pour *Candida albicans* ATCC 90028 et les deux autres souches.

Tableau XXXIX: Diamètres d'inhibition de *Syzygium* en mm

Souches de référence	Diamètres d'inhibition de <i>S. rowlandii</i>		
	Aqueux	Chloroformique	Méthanolique
<i>E. coli</i> 105182 CIP.	13	10	11
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP.	0	13	12
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI.	9	14	11
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI.	0	10	12
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	10	10	12
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	15	19	13
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	7	21	23
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	6	10	5
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567BHI	15,5	15	15
Souches hospitalières			
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	0±0	21±3	14±3
<i>Salmonella enterica</i>	10	13	12
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	12±2	15±3	13±2
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	4,5±1	13±2	13±2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	12±1	15±2	13±2
Souches fongiques			
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	11	14	23
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	15	15	13
<i>Candida albicans</i> (n=10)	13±2	14±2	13±2

L'extrait méthanolique présente les plus fortes activités antibactériennes sur *Shigella dysenteria* 5451 CIP (23 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (15 mm) et *Staphylococcus aureus* (14 mm). *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 est résistant avec une zone d'inhibition de 5 mm. Les plus fortes activités antifongiques sont 23 mm et 13 mm respectivement pour *Candida albicans* ATCC 10231 et les deux autres souches.

Les extraits de *Syzygium rowlandii* présentent une activité antimicrobienne plus importante que certains antibiotiques tels que la pénicilline, la tétracycline, l'ampicilline, la spectinomycine, la tétracycline et l'acide pipemidique.

2.2.2. CMI et CMB des extraits de *Syzygium rowlandii*

Les valeurs de CMI et CMB des extraits de *Syzygium rowlandii* sont consignées dans le tableau XL.

Tableau XL: CMI et CMB de *Syzygium* en mg/ml.

	Aqueux		Chloroformique		Méthanolique	
	CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E.coli</i> 105.182CIP	0,50	0,50	>100	-	0,25	50
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	>100	nd	0,50	0,50	0,50	0,5
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	>100	nd	0,25	0,25	0,25	0,25
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	>100	nd	>100	nd	0,0625	0,25
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293BHI	>100	nd	>100	nd	0,0625	0,0625
<i>Proteus mirabilis</i> 104588CIP	0,50	0,50	0,125	0,125	0,25	0,25
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	0,50	0,50	0,50	50	0,25	0,25
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	>100	nd	0,125	0,125	0,125	0,125
<i>Staphylococcus aureus</i> 53154ATCC 9144	>100	nd	0,50	100	>100	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	>100	nd	0,25	25	0,50	0,50
<i>Streptococcus pyogenes</i>	>100	nd	0,25	0,25	0,25	0,50
<i>Enterococcus faecalis</i>	>100	nd	0,50	0,50	0,25	0,50
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>100	nd	0,25	0,25	0,25	0,50
<i>Salmonella enterica</i>	>100	nd	0,50	100	0,50	100
	CMI	CMF	CMI	CMF	CMI	CMF
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	0	nd	0,0625	0,0625	0,125	0,125
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	0	nd	0,125	0,125	0,0625	0,0625
<i>Candida albicans</i> (n=10)	0	nd	0,125	0,125	0,25	0,25

nd : non déterminé

Les CMI et les CMB varient d'une bactérie à l'autre. Les extraits chloroformique et méthanolique ont un effet bactéricide sur *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Staphylococcus aureus* 252253, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Proteus mirabilis* 104588 CIP,

Streptococcus pyogenes, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et, *Enterococcus faecalis*. L'extrait aqueux est bactéricide sur *E. coli* 105.182 CIP, *Proteus mirabilis* 104588 CIP et *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI.

L'extrait chloroformique est bactériostatique sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI.

L'extrait méthanolique présente un effet bactériostatique sur *E. coli* 105.182 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes* et *Pseudomonas aeruginosa*. Les extraits chloroformique et méthanolique ont un effet bactériostatique pour ces différentes souches bactériennes.

Les extraits chloroformique et méthanolique ont une action fongicide sur les souches *Candida albicans* testées. L'extrait méthanolique renferme le Chrysophanol ou 1,8-Dihydroxy-3-méthylantraquinone qui est un phéromone et l'Emodin est naturellement dérivé anthraquinone (1,3,8-trihydroxy-6-méthylantraquinone). Ils sont biologiquement actifs, possèdent une activité antimicrobienne [Nguyen, 2004 ; Michl, 1995]. Cet ensemble de résultats milite en faveur de l'utilisation de *Syzygium rowlandii* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des maladies diarrhéiques et d'autres infections bactériennes

2.3. *Canthium multiflora* (Sch et Thonn) Hiem

2.3.1. Zone d'inhibition des extraits de *Canthium multiflora*

Les diamètres d'inhibition des extraits ont été enregistrés dans le tableau XLI.

Le screening des propriétés antimicrobiennes des extraits de *Canthium multiflora* a montré qu'ils possèdent une inhibition sur des souches testées. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram négatif que positif et sur des souches fongiques.

Les extraits aqueux, chloroformique et méthanolique montrent une importante inhibition avec des diamètres supérieurs à 17 mm sur *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Salmonella enterica* *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 [Koné et al. 2004, Lima et al. 2006]. *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP est sensible sur l'extrait aqueux. *E. coli* 105.182 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI et *Enterococcus faecalis* présentent une sensibilité notable avec l'extrait chloroformique [Karou,

2003]. L'extrait méthanolique est actif sur *E. coli* 105.182 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI et *Pseudomonas aeruginosa*.

Les extraits sont plus actifs que certains antibiotiques tels que la pénicilline sur *E. coli* et les bactéries à Gram négatif, la spectomycine, l'acide pipemidique sur *Pseudomonas aeruginosa* et les bactéries à Gram-positif.

Pseudomonas aeruginosa est résistant sur l'extrait aqueux avec un diamètre d'inhibition de moins de 7 mm [Koné et al., 2004]. L'extrait chloroformique est plus actif que les deux autres extraits.

Tableau XLI: Diamètres d'inhibition de *Canthium* en mm

Souches de référence	Zones d'inhibition de <i>C. multiflora</i>		
	Aqueux	Chloroformique	méthanolique
<i>E.coli</i> 105182 CIP	13	16	16
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP.	17	12	11
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI.	13	17	16
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI.	11	11	16
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293BHI	15	13	12
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	17	18	18
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	25	22	20
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	20	20	18
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	16	12	17
Souches hospitalières			
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	23	22	20
<i>Salmonella enterica</i>	25	17	24
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	17	22	17
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	15	21	20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	7	15	21
Souches fongiques			
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	15	8	18
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	20	16	17
<i>Candida albicans</i> (n=10)	18	14	21

Canthium multiflora présente une activité fongicide avec des diamètres qui varient 7 à 22 mm. Les extraits présentent une activité anticandidale avec des zones d'inhibition supérieures à 17 mm sur *Candida albicans* ATCC 90028 et *Candida albicans* pour l'extrait aqueux. *Candida albicans* est sensible à l'extrait chloroformique [Martinez et al., 1998]. *Candida albicans* ATCC 90028 et *Candida albicans* sont plus sensibles à l'extrait méthanolique. *Candida albicans* ATCC 10231 est résistant à l'extrait chloroformique avec un diamètre de 7 mm. Les extraits les plus actifs sur les souches fongiques sont aqueux et méthanolique.

Les diamètres d'inhibition dépendent des souches testées. Les zones d'inhibition de fluconazole, nystin, griséofulvine, micozol sont plus petits que ceux des extraits aqueux et méthanolique. Les résultats démontrent que *Canthium multiflora* possèdent une activité antimicrobienne [Kerharo, 1974 ; Hoffmann, 1988 ; Nacoulma, 1996].

2.3.2. CMI, CMB et CMF des extraits de *Canthium multiflora*

Les CMI, CMB et CMF des extraits de *C. multiflora* sont représentées dans le tableau XLII.

Tableau XLII: CMI, CMB et CMF de *Canthium* en µg/ml.

	Aqueux		Chloroformique		Méthanolique	
	CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E.coli</i> 105182 CIP	100	50	50	50	50	50
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	12,5	12,5	50	50	>100	nd
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	>100	nd	100	100	100	100
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	100	100	25	25	25	25
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	>100	nd	>100	nd	50	50
<i>Proteus miraboli</i> s104588 CIP	50	50	100	100	50	50
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	>100	nd	50	50	100	100
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	>100	nd	>100	nd	>100	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	100	100	100	100	25	50
<i>Staphylococcus aureus</i>	12,5	50	25	25	100	100
<i>Streptococcus pyogenes</i>	50	50	>100	nd	>100	nd
<i>Enterococcus faecalis</i>	>100	nd	>100	nd	50	50
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25	25	>100	nd	>100	nd
<i>Salmonella enterica</i>	>100	nd	100	100	>100	nd
Souches fongiques	CMI	CMF	CMI	CMF	CMI	CMF
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	25	25	>100	nd	50	50
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	50	50	50	50	50	50
<i>Candida albicans</i>	>100	nd	25	50	25	50

nd : non déterminé

Les valeurs de CMI et les CMB varient de 100 µg/ml à 12,5 µg/ml et d'une bactérie à l'autre, dans certains cas elles sont égales indiquant ainsi une action bactéricide. L'extrait aqueux présente une activité bactéricide sur *Enterococcus faecalis* 103907 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus miraboli* 104588 CIP et *Pseudomonas aeruginosa*. Il est bactériostatique sur *Staphylococcus aureus*.

L'extrait méthanolique et chloroformique ont un effet bactéricide sur *E. coli* 105182 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus*, et *Enterococcus faecalis*. Il possède un effet bactériostatique sur *Staphylococcus aureus* ATCC 9144,

Les extraits témoignent d'une forte activité fongicide avec des CMI et CMF variant de 100 µg/ml à 6,25 µg/ml. Tous les extraits présentent une activité fongicide sur *Candida albicans* ATCC 90028. L'extrait chloroformique a un effet fongicide sur *Candida albicans*. Les extraits chloroformique et méthanolique possèdent une activité fongistatique sur *Candida albicans* ATCC 10231.

L'activité antimicrobienne est due à la composition chimique des extraits. Les spectres CPG/SM de *Canthium multiflora* ont permis d'identifier :

- L'acide benzoïque qui est antiseptique, antioxydant, conservateur alimentaire, dans les graisses, les jus de fruits, les solutions alcaloidales, la fabrication des colorants. Il est utilisé comme produit pharmaceutique (agent antifongique), dans les dentifrices et les cosmétiques [Palic et al., 2002].
- Le 1,2-Benzène dicarboxylate de bis 2-éthylhexyle ou Benzène dicarboxylate de 2-diisooctyle, (1,1-diméthyléthyl)-4-méthyl Phénol est antiseptique et antioxydant

Ces composés phénoliques sont probablement à l'origine de l'activité antimicrobienne ce qui milite en faveur de l'utilisation de *Canthium multiflora* dans le traitement des infection sexuelles et microbiennes en médecine traditionnelle [Martinez et al., 1998 ; Palic et al., 2002].

2.4. *Guibourtia ehie* (A. Chev.) J. Léonard

2.4.1. Diamètres d'inhibitions *Guibourtia ehie* en mm

Le test de sensibilité des souches bactériennes et fongiques aux extraits de *Guibourtia ehie* a donné des diamètres d'inhibition ci-dessous.

Les propriétés antimicrobiennes des extraits de *Guibourtia ehie* montre que tous possèdent une activité bien précise. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Les extraits aqueux et méthanolique ont donné une importante activité antimicrobienne avec des diamètres d'inhibition variant entre 11 à 33 mm.

Tableau XLIII: diamètres d'inhibitions de *Guibourtia*.

Souches bactériennes	Gram	Zones d'inhibition de <i>Guibourtia ehie</i>		
		Aqueux	MeOH	Chl
<i>E.coli</i> 105182 CIP	-	13	27	26
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	20	26	13
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	15	25	14
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	13	33	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	11	32	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	nd	20	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	22	30	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	16	31	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	15	32	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	17±3	32±2	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	+	15±2	23±3	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	14±2	26±3	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	-	18±4	24±2	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	20±5	23±3	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

Les souches les plus sensibles à l'extrait aqueux ont été *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (22 mm), *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (20 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (18 mm), *Staphylococcus aureus* (17 mm), *Shigella dysenteria* 5451 CIP (16 mm), *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 (15 mm). L'extrait aqueux a donné une inhibition intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 11 à 13 mm sur *Enterococcus faecalis* (14 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (13 mm).

L'extrait méthanolique a donné une grande activité antibactérienne sur toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition variant de 20 à 33 mm. L'extrait a été très actif sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (33 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus* (32 mm) *Shigella dysenteria* 5451 CIP (31 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (30 mm).

Les autres souches sont sensibles avec des diamètres d'inhibition allant de 20 à 27 mm, le cas de *E. coli* 105.182 CIP (27 mm), *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Enterococcus faecalis* (26 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (25 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (24 mm), *Streptococcus pyogenes* et *Salmonella enterica* (23 mm). Les souches *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *E. coli* 105182 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI et *Listeria innocua* LMG 135668 BHI montrent une résistance vis à vis de l'extrait aqueux avec des faibles zones d'inhibition tandis qu'aucune bactérie testée n'est résistante à l'extrait méthanolique.

Les extraits aqueux et méthanolique possèdent une activité antibactérienne supérieure à certains antibiotiques tels que la pénicilline pour les bactéries à Gram négatif (comme *Proteus mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, et *Salmonella enterica*), la spectomycine (*Salmonella enterica*), l'acide pipémidique pour les bactéries à Gram positif.

2.4.2. CMI et CMB des extraits de *Guibourtia ehie*

Les résultats de CMI et CMB de *Guibourtia ehie* ont donné des valeurs du tableau XLIV.

L'extrait aqueux a un effet bactéricide sur *E. coli* 105.182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *S. pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica*. L'extrait chloroformique possède une faible activité et n'est ni bactéricide ou ni bactériostatiques sur toutes les souches étudiées.

Tableau XLIV: CMI et CMB de *Guibourtia*

Souches bactériennes	Gram	<i>Guibourtia ehie</i>					
		Aqueux		MeOH		Chl	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E .coli</i> 105182 CIP	-	25	25	50	50	>100	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	12,5	12,5	50	50	nd	nd
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	25	25	50	50	>100	nd
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	12.5	12.5	50	100	>100	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	25	25	25	25	nd	nd
<i>Proteus mirabolis</i> 104588 CIP	-	25	25	50	50	nd	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	50	50	25	100	nd	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	25	25	50	100	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	100	100	25	25	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	>100	-	25	25	nd	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	25	25	50	>100	nd	nd
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	100	100	50	>100	>100	nd
<i>Pseudomonas aerugenosa</i>	-	50	50	50	>100	nd	nd
<i>Salmonella enterica</i>	-	25	25	50	100	nd	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait méthanolique a un effet bactéricide sur les souches *E .coli* 105182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Proteus mirabolis* 104588 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 *Staphylococcus aureus*. Il a un effet bactériostatique sur les souches *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Shigella dysenteria* 5451 CIP et *Salmonella enterica*.

Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Guibourtia ehie* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des maladies infections bactériennes.

2.5. *Erythrophleum ivorense* A. Chev. (Tali)

2.5.1. Diamètres d'inhibitions

Le test de sensibilité des souches bactériennes a donné des diamètres d'inhibition suivants :

Tableau XLV: Diamètres d'inhibition de Tali en mm

Souches bactériennes	Gram	Diamètres de <i>E. ivorense</i>		
		Aqueux	MeOH	Chl
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	20	25	10
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	25	26	13
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	17	24	0
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	17	35	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	13	28.5	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	nd	22	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	24	26	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	25	31	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	15	29	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	nd	29±5	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	+	12±	28±4	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	nd	22±2	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	-	15±3	25±3	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	nd	25±3	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

Les propriétés antimicrobiennes des extraits de *Erythrophleum ivorense* montre que tous possèdent une inhibition bien distincte. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Les extraits aqueux et méthanolique ont donné une grande activité antimicrobienne avec des diamètres d'inhibition supérieurs variant de 12 à 33 mm.

Les souches les plus sensibles à l'extrait aqueux ont été : *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Shigella dysenteria* 5451 CIP (25 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (24 mm), *E. coli* 105.182 CIP (20 mm). L'extrait aqueux a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 12 à 17 mm sur *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (17 mm) *Pseudomonas aeruginosa* (15 mm), *Staphylococcus aureus*

ATCC 25293 BHI (13 mm) et *Streptococcus pyogenes* (12 mm). Les extraits méthanoliques ont donné une grande activité antibactérienne sur toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition variant de 22 à 35 mm. L'extrait a été très actif sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (35 mm), *Shigella dysenteria* 5451 CIP (31 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus* (29 mm) *Streptococcus pyogenes* (28 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (26 mm). Les autres souches ont une sensibilité notable avec des diamètres d'inhibition allant de 20 à 25 mm, c'est l'exemple de *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *E. coli* 105182 CIP (25 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (24 mm) et *Enterococcus faecalis* (22 mm). Les souches *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* montrent une résistance pour l'extrait aqueux tandis qu'aucune bactérie testée n'est résistante à l'extrait méthanolique.

2.5.2. CMI et CMB des extraits de Tali

Les CMI et CMB des extraits de Tali ont permis d'obtenir des concentrations indiquées dans le tableau XLVI.

Tableau XLVI: CMI et CMB de Tali en mg/ml

Souches bactériennes	Gram	MeOH		Aqueux		Chl	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	50	50	25	25	>100	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	50	50	25	100	nd	nd
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	50	50	25	50	>100	nd
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	25	25	25	25	>100	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	25	25	25	25	nd	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588CIP	-	50	50	12.5	12.5	nd	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	50	50	25	25	nd	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	50	50	12.5	12.5	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	25	25	100	100	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	25	25	25	25	nd	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	50	50	50	50	nd	nd
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	50	50	100	100	>100	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	50	50	12.5	12.5	nd	nd
<i>Salmonella enterica</i>	-	50	50	12.5	12.5	nd	nd

Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique ; nd : non déterminé ;

L'extrait méthanolique est très actif et possède des propriétés bactéricides sur les souches bactériennes de référence et sauvages étudiées avec des CMI et CMB égales à 25 mg/ml pour *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus*. Les CMI et CMB sont égales à 50 mg/ml témoignant une action bactéricide de cet extrait sur *E. coli* 105.182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aerogenosa* et *Salmonella enterica*.

L'extrait aqueux est très actif et possède un effet bactéricide avec des CMI et CMB égales à 25 mg/ml sur *E. coli* 105.182 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus*. Les CMI et CMB équivalent à 12,5 mg/ml indiquant l'action bactéricide de l'extrait sur *Pseudomonas aerogenosa*, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Shigella dysenteria* 5451 CIP et *Salmonella enterica*. Il a un effet bactériostatique sur les souches *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP et *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI

L'extrait chloroformique possède une faible activité et n'est ni bactéricide ou ni bactériostatiques sur toutes les souches étudiées. Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Erythrophleum ivorense* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des maladies infections bactériennes.

2.6. *Alstonia bonnei*

8.6.1. Zones d'inhibitions des extraits de *Alstonia* en mm

Le test de sensibilité des souches bactériennes et fongiques aux extraits de *Alstonia bonnei* a enregistré des diamètres d'inhibition suivants :

L'activité antimicrobienne des extraits de *Alstonia bonnei* montre que certains possèdent une inhibition bien déterminée sur des souches testées. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif.

Les extraits aqueux et méthanolique ont donné une grande activité avec des diamètres d'inhibition allant de 9 à 29 mm sur les souches.

Les souches les plus sensibles à l'extrait aqueux sont *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (29 mm), *Shigella dysenteria* 5451 CIP (25 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (20 mm).

L'extrait aqueux a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des zones d'inhibition de 12 à 15 mm sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI (15 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 (13 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (12 mm).

Tableau XLVII: Diamètres d'inhibition de *Alstonia* en mm.

	Diamètres d'inhibition de <i>Alstonia bonnei</i>			
	Gram	Aqueux	MeOH	Chl
<i>E coli</i> 105182 CIP	-	15	15	10
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	nd	12	13
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	29	0	0
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	20	26	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	15	9	nd
<i>Proteus mirabolis</i> 104588 CIP	-	10	26	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	20	17	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	25	15	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	13	9	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	nd	9±4	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	+	10±2	16±3	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	nd	20±5	nd
<i>Pseudomonas aerugenosa</i> (n=10)	-	12±2	22±2	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	nd	22±2	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait méthanolique a donné une grande activité antibactérienne et une inhibition notable sur toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition variant de 0 à 26 mm. L'extrait a été très actif sur *Proteus mirabolis* 104588 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (26 mm), *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* (22 mm), *Enterococcus faecalis* (20 mm). L'extrait méthanolique a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 12 à 17 mm sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (17 mm), *E. coli* 105.182 CIP et *Shigella dysenteria* 5451 CIP (15 mm) et *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (12 mm).

Proteus mirabilis 104588 CIP, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enterica* ont présenté une faible sensibilité à l'extrait aqueux tandis que les souches *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Staphylococcus aureus* ont été résistantes à l'extrait méthanolique.

2.6.2. CMI et CMB de *Alstonia bonnei*

Les résultats des CMI et CMB des extraits de *Alstonia bonnei* ont permis d'obtenir des valeurs du tableau XLVIII.

Tableau XLVIII: CMI et CMB de *Alstonia*.

Souches bactériennes	Gram	MeOH		Chl		Aqueux	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E.coli</i> 105182 CIP	-	100	100	>100	nd	>100	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	>200	nd	nd	nd	50	100
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	>200	nd	>100	nd	>100	nd
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	100	100	>100	nd	>100	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	>200	nd	nd	nd	100	100
<i>Proteus mirabilis</i> 104588CIP	-	25	25	nd	nd	50	100
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	50	100	nd	nd	100	100
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	50	50	nd	nd	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	>200	nd	nd	nd	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	>200	nd	nd	nd	12,5	50
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	100	100	nd	nd	100	100
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	>200	nd	>100	nd	>100	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	100	100	nd	nd	100	100
<i>Salmonella enterica</i>	-	25	25	nd	nd	100	100

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait aqueux a été très actif et possède une activité bactéricide sur les souches *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *S. pyogène*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica*. Il a un effet bactériostatique sur *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* 104588 CIP et *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP.

L'extrait méthanolique est actif et possède une activité bactéricide sur les souches *E. coli* 105.182CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Shigella dysenteria* 5451 CIP pour les souches de référence et *S. pyogène*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica* pour les souches hospitalières. Il a un effet bactériostatique sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI. L'extrait chloroformique est moins actif que les deux autres. Il n'est ni bactéricide ou ni bactériostatique sur toutes les souches étudiées. Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Alstonia bonnei* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des infections bactériennes.

2.7. *Piptadeniastrum africanum*

2.7.1. Diamètres d'inhibition des extraits de *P. africanum*

Le test de sensibilité des souches bactériennes aux extraits de *Piptadeniastrum africanum* a enregistré des diamètres d'inhibition du tableau XLIX.

Tableau XLIX: Diamètres d'inhibition de *Piptadeniastrum*

Bactéries	Zones d'inhibition de <i>P. africanum</i>			
	Gram	MeOH	Aqueux	Chl
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	30	7	20
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	31	16	22
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	21	22	14
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	40	30	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	30	15	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	25	15	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	23	15	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	30	15	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	30	13	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	30±5	15±2	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	+	24±2	17±3	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	30±47	14±2	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	-	16±3	13±2	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	27±3	13±2	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

Le screening des propriétés biologiques des trois extraits de *Piptadeniastrum africanum* montre que tous possèdent une activité antibactérienne bien distincte. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif.

Les extraits aqueux et méthanolique ont donné une grande activité antimicrobienne et une inhibition notable avec des diamètres variant de 16 à 40 mm.

L'extrait méthanolique a donné les plus grandes activités antibactériennes sur toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition variant de 30 à 40 mm. L'extrait a été très actif sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (40 mm), *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (31 mm), *E. coli* 105182 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Enterococcus faecalis* (30 mm). L'extrait méthanolique donne une bonne activité antibactérienne avec des zones d'inhibition de 21 à 27 mm sur *Salmonella enterica* (27), *Proteus mirabilis* 104588 CIP (25 mm), *Streptococcus pyogenes* (24), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (23 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (21 mm). *Pseudomonas aeruginosa* a montré une faible sensibilité à l'extrait méthanolique par rapport aux autres bactéries testées.

L'extrait aqueux a donné une grande activité antibactérienne sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (30 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (20 mm), *Streptococcus pyogenes* (17 mm), *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (16 mm). *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI et *Staphylococcus aureus* ont été sensibles à l'extrait aqueux avec des zones d'inhibition de 15 mm. Les autres souches présentent une sensibilité à l'extrait aqueux avec des zones d'inhibition variant de 8 à 15 mm. *E. coli* 105182 CIP a été la plus résistante à l'extrait aqueux.

2.7.2. CMI et CMB des extraits de *P. africanum*

Les CMI et CMB des extraits de *Piptadeniastrum africanum* ont permis d'obtenir des valeurs du tableau L.

L'extrait méthanolique possède des propriétés bactéricides sur les souches bactériennes de référence et sauvages étudiées avec des CMI et CMB égales à 100 mg/ml pour *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Pseudomonas aeruginosa* et *Streptococcus pyogenes*. Il est très actif CMI et CMB égales à 50 mg/ml sur *Proteus mirabilis* 104588 CIP et *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI.

Les plus grandes activités bactéricides de l'extrait ont été observées (CMI et CMB=25 mg/ml) sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus* *Enterococcus faecalis* et *Salmonella enterica* ; et (CMI et CMB= 6,25 mg/ml) sur *Enterococcus faecalis* 103907 CIP.

Tableau L: CMI et CMB de *Piptadeniastrum*

	Gram	MeOH		Chl		Aqueux	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	nd	nd	>100	nd	nd	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	6.25	6.25	nd	nd	50	>200
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	100	100	>100	nd	100	100
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	25	25	>100	nd	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	25	25	nd	nd	200	200
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	50	50	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	50	50	nd	nd	200	200
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	25	25	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	25	25	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	25	25	nd	nd	200	200
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	100	100	nd	nd	200	200
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	25	25	>100	nd	200	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	100	100	nd	nd	200	200
<i>Salmonella enterica</i>	-	25	25	nd	nd	200	200

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait aqueux possède une action bactéricide sur les souches suivantes avec des CMI et CMB égales à 100 mg/ml sur *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI et *Listeria innocua* LMG 135668 BHI. Des CMI et CMB égales à 200 mg/ml témoignent l'activité bactéricide de l'extrait sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* et *Salmonella enterica*. Il a un effet bactériostatique sur *Enterococcus faecalis* 103907 CIP. L'extrait chloroformique ne renferme aucune activité sur toutes les souches étudiées.

Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Piptadeniastrum africanum* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des maladies infections bactériennes.

2.8. *Petersianthus macrocarpus*

2.8.1. Diamètres d'inhibition des extraits de *Petersianthus macrocarpus*

Le test de sensibilité des extraits de *Petersianthus macrocarpus* a donné des valeurs des zones d'inhibition du tableau LI

Tableau LI: Diamètres d'inhibition de *Petersianthus* en mm.

Bactéries	Gram	Zones d'inhibition de <i>P. macrocarpus</i>		
		MeOH	Aqueux	Chl
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	17,5	13	20
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	11	11	10
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	11	12	0
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	22,5	27	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	9	9	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	20	25	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	22,5	32	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	20	11	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	9	8	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	9±2	7±2	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	+	21±4	22±3	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	15±3	15±2	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	-	23±3	22±2	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	20±4	30±4	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

Le screening des propriétés antimicrobiennes des extraits de *Petersianthus macrocarpus* montre que tous possèdent une activité bien déterminée.

Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Les extraits aqueux et méthanolique ont donné une grande activité antimicrobienne et une inhibition notable avec des diamètres allant de 9 à 29 mm. L'extrait méthanolique a enregistré de forte inhibition sur *Pseudomonas aeruginosa* (23 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (22 mm), *S. pyogenes* (21 mm), *Salmonella enterica*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *P. mirabolis* 104588 CIP (20 mm). L'extrait alcoolique a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 9 à 18 mm sur *E. coli* 105182 CIP (17 mm), *Enterococcus faecalis* (15 mm), *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (11 mm).

L'extrait aqueux a enregistré les plus importantes activités antibactériennes sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (32 mm), *Salmonella enterica* (30 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (27 mm), *Proteus mirabolis* 104588 CIP (25 mm), *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* (22 mm). Les autres souches ont été sensibles à l'extrait aqueux avec des zones d'inhibition variant de 8 à 15 mm. Les souches *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI et *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus* ont été résistantes aux extraits.

2.8.2. CMI et CMB des extraits de *Petersianthus macrocarpus*

Les CMI et CMB des extraits de *Petersianthus macrocarpus* ont été consignées dans le tableau LII.

Tableau LII: CMI et CMB de *Petersianthus*

Bactéries	Gram	Aqueux		Chl		MeOH	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	>200	nd	nd	nd	50	50
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	>200	nd	nd	nd	>200	nd
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	>200	nd	nd	nd	>200	nd
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	50	50	>100	nd	25	25
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	100	100	nd	nd	>200	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	25	25	nd	nd	50	50
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	100	100	nd	nd	25	25
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	>200	nd	nd	nd	50	50
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	100	100	nd	nd	>200	nd
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	100	100	nd	nd	>200	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	25	25	nd	nd	25	25
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	>200	-	>100	nd	>200	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	200	200	nd	nd	>200	nd
<i>Salmonella enterica</i>	-	>200	nd	nd	nd	50	50

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait méthanolique est très actif et renferme des propriétés bactéricides sur les souches bactériennes de référence et sauvages étudiées avec des CMI et CMB égales à 25 mg/ml sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Streptococcus pyogenes*. Cet extrait est aussi bactéricide (CMI et CMB = 50 mg/ml) sur des souches *E. coli* 105.182 CIP, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Proteus mirabilis* 104588 CIP. L'extrait chloroformique ne possède aucune activité antibactérienne sur toutes les souches étudiées. L'extrait aqueux est très actif et possède une activité bactéricide (CMI et CMB=25 mg/ml) sur les souches *Streptococcus pyogenes* et *Proteus mirabilis* 104588 CIP avec des CMI et CMB égales à 50 mg/ml sur *Listeria innocua* LMG 135668 BHI.

Les valeurs des CMI et CMB = 100 mg/ml témoignent aussi un effet bactéricide de cet extrait sur les souches *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Staphylococcus aureus*. La plus faible activité bactéricide de l'extrait aqueux a été observée sur *Pseudomonas aeruginosa*. Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Petersianthus macrocarpus* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des infections bactériennes.

2.9. *Fagara heitzii* Aubr. & Pellegr.

2.9.1. Zones d'inhibition des extraits de *Fagara heitzii*

Le test de sensibilité des souches bactériennes et fongiques aux extraits de *Fagara heitzii* a donné des valeurs des zones d'inhibition du tableau LIII.

Tableau LIII: Diamètres d'inhibition de *Fagara* en mm.

Bactéries	Gram	Diamètres d'inhibition de	
		<i>Fagara heitzii</i>	
		MeOH	Chl
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	13	12
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	nd	15
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	19	10
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	11	13
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	nd	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	nd	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	13	17
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	20	13
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	13	21
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	13	21
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	7	13
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	nd	13
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	9	nd
<i>Salmonella enterica</i>	-	20	24

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

Le screening antimicrobien des deux extraits de *Fagara heitzii* montre qu'ils possèdent un potentiel inhibiteur. Les extraits sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Les extraits chloroformiques et méthanoliques ont donné une grande activité antimicrobienne et une inhibition notable avec des diamètres qui varient de 12 à 24 mm. Les souches *Salmonella enterica* (24 mm), *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 (21 mm) ont été les plus sensibles à l'extrait chloroformique. Cet extrait a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 13 à 17 mm sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (17 mm), *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (15 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes* (13 mm).

L'extrait méthanolique a permis d'obtenir des zones d'inhibition variant de 9 à 20 mm. Cet extrait enregistre les plus fortes inhibitions sur *Salmonella enterica*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP (20 mm) et *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (19 mm). Il a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 13 mm sur *E. coli* 105.182 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus* (13 mm). *Enterococcus faecalis* 103907 CIP, *Enterococcus faecalis*, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI et *Streptococcus pyogenes* ont présenté une résistance à l'extrait méthanolique tandis que les souches *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI et *Pseudomonas aeruginosa* n'ont pas été inhibées par des extraits chloroformique et méthanolique.

2.9.2. CMI et CMB des extraits de *Fagara heitzii*

Les valeurs des CMI et CMB des extraits de *Fagara heitzii* sur des souches bactériennes et fongiques ont permis d'obtenir des valeurs du tableau LIV.

Tableau LIV: CMI et CMB de *Fagara*.

Bactéries	Gram	<i>Fagara heitzii</i>			
		Chl		MeOH	
		CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	50	50	50	50
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	>100	nd	25	100
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	100	50	50	50
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	25	25	50	50
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	25	25	50	50
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	25	25	50	50
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	100	100	50	50
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	100	100	50	50
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	100	100	50	50
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	100	nd	50	50
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	>100	nd	50	50
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	50	50	25	25
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	>100	nd	50	50
<i>Salmonella enterica</i>	-	100	50	>100	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait méthanolique est actif et possède des propriétés bactéricides sur les souches bactériennes de référence et sauvages étudiées avec des CMI et CMB égales à 25 mg/ml sur *Enterococcus faecalis*. L'extrait méthanolique est bactériostatique sur *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP. Les autres souches sont sensibles et l'extrait est bactéricide avec des CMI et CMB égales à 50 mg/ml sur *E. coli* 105.182 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* et *Pseudomonas aeruginosa*.

La plus forte activité bactéricide de l'extrait chloroformique a été enregistrée sur les souches *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293BHI et *Proteus mirabilis* 104588 CIP.

Cet extrait est bactéricide avec des CMI et CMB égales à 50 mg/ml sur *E. coli* 105.182 CIP et *Enterococcus faecalis*, et de 100 mg/ml sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144.

2.10. *Gambeya africana* Pierre

2.10.1. Zones d'inhibition de *Gambeya africana*

Le test de susceptibilité des extraits de *Gambeya africana* aux souches bactériennes est indiqué par le tableau LV

Tableau LV: Diamètres d'inhibition de *Gambeya* en mm

Bactéries	Zone d'inhibition de <i>Gambeya</i>			
	Gram	MeOH	Aqueux	Chl
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	27	25	20
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	37	30	22
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	21	27	14
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	30	28	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	25	21	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	19	15	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	27	30	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	37	31	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	25	21	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	25±3	21±3	nd
<i>Streptococcus pyogene</i> (n=10)	+	22±2	27±3	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	20±5	25±2	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	-	23±5	21±3	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	35±5	40±5	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'activité antimicrobienne des extraits de *Gambeya africana* montre que certains possèdent un potentiel inhibiteur.

Les extraits aqueux et méthanolique sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Ils ont donné une grande activité antimicrobienne et une inhibition notable avec des diamètres variant de 15 à 40 mm.

Les souches les plus sensibles à l'extrait aqueux ont été *Salmonella enterica* (40 mm), *Shigella dysenteria* 5451 CIP (31 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567, BHI *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (30 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (28 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (27 mm). Les autres souches sont sensibles à l'extrait aqueux avec des diamètres d'inhibition allant de 15 à 25 mm.

Les extraits méthanoliques ont donné une grande activité antibactérienne sur toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition variant de 20 à 37 mm. Cet extrait a été très actif sur *Enterococcus faecalis* 103907 CIP, *Shigella dysenteria* 5451 CIP (37 mm), *Salmonella enterica* (35 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (30 mm), *E. coli* 105182 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (27 mm), *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Staphylococcus aureus* (25 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (23 mm), *Streptococcus pyogenes* (22 mm), *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI (21 mm). L'extrait alcoolique a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 19 et 20 mm sur *Proteus mirabilis* 104588 CIP et *Enterococcus faecalis*. Aucune souche n'a présenté une résistance vis à vis de l'extrait méthanolique.

2.10.2. CMI et CMB des extraits de *Gambeya africana*

Les valeurs des CMI et CMB des extraits de *Gambeya africana* aux souches bactériennes ont été consignées dans le tableau LVI.

L'extrait méthanolique est actif et renferme des propriétés bactéricides avec des CMI et CMB égales à 200 mg/ml sur les souches *E. coli* 105.182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Shigella dysenteria* 5451 CIP, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica*. La plus forte activité bactéricide (CMI et CMB=100 mg/ml) de l'extrait méthanolique a été enregistrée sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Staphylococcus aureus*. L'extrait chloroformique ne possède aucune activité antimicrobienne sur toutes les souches étudiées.

L'extrait aqueux possède des propriétés bactéricides (CMI et CMB égales à 200 mg/ml) sur les souches *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 et *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteria* 5451 CIP.

Il est bactéricide avec des CMI et CMB égales à 100 mg/ml sur *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Enterococcus faecalis* et *Streptococcus pyogenes*. La plus forte activité bactéricide de l'extrait aqueux avec des CMI et CMB égales à 50 mg/ml, a été observée sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI et *Salmonella enterica*.

Tableau LVI: CMI et CMB de Gambeya

	Gram	MeOH		Chl		Aqueux	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	200	200	nd	nd	>200	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	200	200	nd	nd	>200	nd
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	200	200	>100	nd	100	100
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	200	200	>100	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	100	100	nd	nd	200	200
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	200	200	nd	nd	>200	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	200	200	nd	nd	50	50
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	200	200	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	100	100	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	100	100	nd	nd	200	200
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	200	200	nd	nd	100	100
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	>200	-	>100	nd	100	100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	200	200	nd	nd	>200	nd
<i>Salmonella enterica</i>	-	200	200	nd	nd	50	50

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait méthanolique est actif et possède des propriétés bactéricides dues à sa composition en néophytadiène. Palic et *al.*, ont montré une plus grande activité bactéricide et fongicide de l'huile essentielle des feuilles supérieures dont les principaux constituants sont le néophytadiène et solanone. L'activité antimicrobienne du néophytadiène contre les micro-organismes tels que *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, a été démontrée [Palic et *al.*, 2002].

Ce qui est conforme aux résultats obtenus sur l'extrait méthanolique. Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Gambeya africana* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des infections bactériennes.

2.11. *Distemonanthus benthamanus* H. Baill.

2.11.1. Diamètres d'inhibitions des extraits de *Distemonanthus*

Le test de sensibilité des extraits de *Distemonanthus benthamanus* aux souches bactériennes a permis d'obtenir des valeurs des diamètres d'inhibition suivants.

Tableau LVII: Diamètres d'inhibition de *Distemonanthus* en mm.

	<i>Distemonanthus benthamanus</i>			
	Gram	Aqueux	MeOH	Chl
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	11	26	15
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	18	12	0
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	13	0	0
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	11	15	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	9	12	nd
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	nd	25	nd
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	20	23	nd
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	14	15	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	13	12	nd
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	15±3	12±2	nd
<i>Streptococcus pyogenes</i> (n=10)	+	13±2	20±3	nd
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=5)	+	12±2	21±2	nd
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=10)	-	16±3	12±3	nd
<i>Salmonella enterica</i> (n=10)	-	18±4	15±3	nd

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

Des propriétés antimicrobiennes des extraits de *Distemonanthus benthamanus* montre que certains possèdent un potentiel inhibiteur.

Les extraits aqueux et méthanoliques sont actifs aussi bien sur les bactéries à Gram positif que négatif. Ces extraits ont donné une grande activité antimicrobienne et une inhibition notable avec des diamètres variant de 11 à 26 mm.

La plus grande activité inhibitrice de l'extrait aqueux a été enregistrée successivement sur *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (20 mm), *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis* 103.907 CIP (18 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (16 mm), *Staphylococcus aureus* (15 mm), *Shigella dysenteria* 5451 CIP (14 mm), *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144 (13 mm). L'extrait aqueux a donné une activité antibactérienne intermédiaire avec des diamètres d'inhibition de 9 à 11 mm sur *Enterococcus faecalis* (12 mm), *Listeria innocua* LMG 135668 BHI (11 mm).

L'extrait méthanolique a donné une importante activité antibactérienne sur toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition variant de 10 à 26 mm. L'extrait alcoolique a été très actif sur *E. coli* 105.182 CIP (26 mm), *Proteus mirabilis* (25 mm), *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI (23 mm) *Enterococcus faecalis* (21 mm), *Streptococcus pyogenes* (20 mm). Les autres souches ont une sensibilité notable avec des diamètres d'inhibition allant de 12 à 20 mm. *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI montre une résistance vis-à-vis de l'extrait aqueux.

2.11.2. CMI et CMB des extraits de *Distemonanthus*

Les CMI et CMB des extraits de *Distemonanthus benthamanus* sur les souches bactériennes ont permis d'obtenir des valeurs du tableau LVIII :

Tableau LVIII: CMI et CMB de *Distemonanthus*

	<i>Distemonanthus benthamanus</i>						
	Gram	MeOH		Chl		Aqueux	
		CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>E. coli</i> 105182 CIP	-	100	100	nd	nd	200	200
<i>Enterococcus faecalis</i> 103907 CIP	+	>200	nd	>100	nd	200	200
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	nd	nd	>100	nd	100	100
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	100	100	>100	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293 BHI	+	200	200	nd	nd	100	100
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	-	100	100	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	100	100	nd	nd	200	200
<i>Shigella dysenteria</i> 5451 CIP	-	50	50	nd	nd	200	200
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	+	200	200	nd	nd	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	200	200	nd	nd	100	100
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	100	100	nd	nd	200	200
<i>Enterococcus faecalis</i>	+	>200	nd	>100	nd	200	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	100	100	nd	nd	200	200
<i>Salmonella enterica</i>	-	200	200	nd	nd	200	200

Nd : non déterminé ; Chl : Extrait chloroformique ; MeOH : Extrait méthanolique

L'extrait méthanolique possède des propriétés bactéricides avec des CMI et CMB égales à 200 mg/ml sur les souches *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus aureus* ATCC 9144, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enterica*. L'extrait alcoolique enregistre un effet bactéricide avec des CMI et CMB=100 mg/ml sur *E. coli* 105.182 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*. La plus forte activité bactéricide a été observée sur *Shigella dysenteria* 5451 CIP.

L'extrait chloroformique possède une faible activité sur toutes les souches testées. L'extrait aqueux possède un effet bactéricide avec des CMI et CMB égales à 100 mg/ml sur les souches *Bacillus cereus* LMG 13569 BHI et *Staphylococcus aureus* ATCC 9144. La plus faible activité bactéricide de cet extrait a été enregistrée avec des CMI et CMB égales à 200 mg/ml sur des souches *E. coli* 105182 CIP, *Enterococcus faecalis* 103907 CIP, *Listeria innocua* LMG 135668 BHI, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *Shigella dysenteriae* 5451 CIP, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes* et *Salmonella enterica*.

L'activité microbicide est due à la composition chimique des extraits riches en composés polyphénoliques suivants 1,2-Benzène dicarboxylate de dibutyle, 1,2-Benzène dicarboxylate de butyl phényl méthyle, 1,2-Benzène dicarboxylate de bis 2-éthylhexyle (antiseptiques, antioxydants). Ces composés phénoliques sont à l'origine des propriétés antimicrobiennes. Cet ensemble de résultats milite toujours en faveur de l'utilisation de *Distemonanthus benthamianus* en tradithérapeutique traditionnelle dans le traitement des maladies bactériennes.

CHAPITRE IV:

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La recherche sur les substances naturelles à partir des plantes, participe à l'effort national de conservation des plantes médicinales et à la valorisation de la médecine traditionnelle locale.

Notre travail axé sur la mise en évidence des propriétés antiradicalaires et antimicrobiennes de 16 plantes médicinales et à huiles essentielles participent à cet effort.

Ainsi des études préliminaires phytochimiques des extraits non volatils des plantes médicinales et d'analyse physicochimique des huiles essentielles ont été effectuées.

Au vu des résultats obtenus lors des différents screenings effectués sur les extraits non volatils, la présence d'un certain nombre de groupes chimiques susceptibles d'activités pharmacologiques a été mise en évidence : les stérols, les triterpènes, les polyphénols, les dérivés coumariques, les flavonoïdes et les saponosides.

La comparaison des spectres UV obtenus dans notre travail avec la littérature montre que les flavonoïdes détectés dans les différentes fractions sont des flavones et des flavonols qui sont caractérisés par une bande dans la région de 320-455 nm et, des flavonones et des dihydroflavones dans la région de 270-290 nm. Les anthocyanes sont caractérisés par une bande I entre 450-600 nm et une bande II dans l'intervalle 240-280 nm.

L'analyse chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis de mettre en évidence des composés majoritaires et minoritaires. Quelques composés majoritaires ont été identifiés sur la base de leurs fragmentations décrites dans la littérature

En outre, l'analyse en chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse des huiles essentielles a montré qu'elles sont majoritairement constituées de monoterpènes hydrocarbonés tels que : δ -3-carène pour *Aucoumea klaineana*, terpinèn-4-ol pour *Dacryodes buettneri*, sabinène pour *Dacryodes edulis* et myrcène pour *Daniella klainei*.

L'étude des effets antioxydants des extraits révèle que les activités antioxydantes les plus fortes ont été respectivement observées avec les écorces de *Petersianthus macrocarpus*, *Erythrophleum ivorense*, *Distemonanthus benthamianus*, *Guibourtia ehie*, *Alstonia bonnei*, *Fagara heitzii*, *Leucas martinicensis*, *Syzygium rowlandii*, *Gambeya africana*, *Canthium multiflora* et *Petersianthus macrocarpus*. L'huile essentielle de la résine de *Dacryodes buettneri* a présenté une forte activité antioxydante suivie de celle de *Dacryodes edulis*, *Daniella klainei* et *Aucoumea klaineana*.

En ce qui concerne le test de DPPH, l'étude révèle que les activités antiradicalaires les plus fortes ont été respectivement observées avec les écorces de *Petersianthus macrocarpus*, *Erythrophleum ivorense*, *Fagara heitzii*, *Guibourtia ehie*, *Syzygium rowlandii*, *Distemonanthus*

benthamianus, *Canthium multiflora*, *Gambeya africana*, *Leucas martinicensis*, *Petersianthus macrocarpus* et *Alstonia bonnei*. L'huile essentielle de résine de *Dacryodes buettneri* a aussi présenté une forte activité antiradicalaire suivie de celle de *Dacryodes edulis*, *Daniella klainei* et *Aucoumea klaineana*.

La capacité antioxydante des extraits non volatils des plantes étudiées est inférieure à celle du témoin positif BHT ($p > 0,01$) mais largement supérieure à celle du témoin négatif. Dans certains cas, la capacité antioxydante par la décoloration de la β -carotène est moins élevée que le piégeage du radical DPPH. Ce qui signifie que l'activité antioxydante suit un processus radicalaire. Ces activités sont dues à la présence des composés phénoliques et des flavonoïdes que renferment ces extraits.

L'activité antimicrobienne a été exprimée de deux façons différentes :

- en terme de nombre de microorganismes inhibés (CMI) : *Petersianthus macrocarpus* a été plus efficace, suivie de *Erythrophleum ivorense*, *Guibourtia ehie*, *Distemonanthus benthamianus*, *Alstonia bonnei*, et *Petersianthus macrocarpus* pour les extraits non volatils.

Pour les huiles essentielles, l'activité antibactérienne de *Canarium schweinfurthii* est plus efficace suivie de *Dacryodes buettneri*, *Dacryodes edulis*, *Aucoumea klaineana*, *Daniella klainei* et *Cochlospermum planchonii*.

- en terme de la plus petite valeur de CMB : *Petersianthus macrocarpus* s'est avérée la plus performante suivie de *Erythrophleum ivorense*, *Guibourtia ehie*, *Petersianthus macrocarpus*, *Alstonia bonnei*.

Pour les huiles essentielles, l'activité antibactérienne de *Canarium schweinfurthii* est aussi la plus performante suivie de *Cochlospermum planchonii*, *Dacryodes buettneri*, *Daniella klainei*, *Aucoumea klaineana* et *Dacryodes edulis*.

Les résultats obtenus sur l'étude *in vitro* des activités antiradicalaire et antimicrobienne des huiles essentielles et des extraits non volatils des plantes étudiées montrent que :

-les décoctés aqueux des plantes médicinales étudiées et utilisées par les tradipraticiens présentent une efficacité comparable à celle des extraits méthanoliques du point de vue propriété antimicrobienne.

L'ensemble de ces résultats constitue une justification scientifique de l'utilisation de ces plantes en pharmacopée traditionnelle dans le traitement des maladies infectieuses et confirme

encore une fois la pertinence des remèdes traditionnels. Cependant un travail de mesure de toxicité et de dosage des recettes traditionnelles reste à faire.

-Les huiles essentielles, les extraits méthanoliques et aqueux peuvent être utilisés potentiellement comme des agents naturels antimicrobiens et antioxydants contre des maladies infectieuses chez l'homme et pour la conservation des produits alimentaires. Le développement de tels agents naturels aidera à résoudre aussi des problèmes de l'environnement causés par les produits et les médicaments de synthèse tels que la pollution et la résistance de certains microorganismes.

La conclusion de cette étude nous permet de dégager un certains nombres de perspectives faisant suite à ce travail. Ainsi, nous envisageons :

-isoler et identifier les composés phénoliques et flavonoïdiques dans les différents extraits non volatils ;

-évaluer la toxicité chronique des extraits et des huiles essentielles sur différentes lignées cellulaires *in vitro* et sur des modèles utilisant les animaux afin de déterminer les doses thérapeutiques et les doses létales car les remèdes traditionnels souffrent beaucoup du problème de dosages ;

-isoler et identifier des composés d'autres groupes chimiques,

- rechercher l'activité antivirale,

-rechercher l'activité antiinflammatoire,

- rechercher l'activité antidiabétique,

- rechercher l'activité antihypertensive,

- effectuer des tests de conservation de produits agro alimentaires,

-développer un système de culture à titre conservatif de certaines plantes étudiées.

Cette étude est partie de l'usage traditionnel des plantes, mais aujourd'hui, avec la disparition de nombreuses espèces végétales, les études pharmacognosie ne doivent plus se contenter uniquement des espèces qui font l'objet d'un usage traditionnel, mais de toutes les espèces disponibles.

CHAPITRE V :

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

V: BIBLIOGRAPHIE

- [1] Adams R. P., 2001. Identification of Essential oils Components by Gas Chromatography-Quadrupole Mass Spectrometry. Allured Publishing Corp., Card Stream, Illinois, USA.
- [2] Adams J. G., Echard N. and Lescot M., 1972. Plante de l'Afrique Centrale. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, 19, 259-399.
- [3] Adde-Mensah, Waibel R. and Achenbach H., 1985. Novel long-chain triacylbenzenes from *Cochlospermum planchonii* constituents of West African Medicinal plants, XVI, *Liebigs Annals of Chemistry* 1284-8.
- [4] AFNOR, 1986. *Recueil des normes françaises sur les huiles essentielles*, Association Française de Normalisation, Paris.
- [5] African Regional Workshop, 1996. *Conservation and Sustainable Management of Trees* project workshop held in Harare, Zimbabwe.
- [6] Agbo N'zi G., Chatigre Kouamé O., Ronald E. S., 1992. *Canarium schweinfurthii* Engl.: Chemical composition of the fruit pulp. *Journal of the American Oil Chemists' Society- Springer*. 69: 4317-4318.
- [7] Ajiwe V. I. E., Ajibla V., Martins C. M. O. A., 2000. *Canarium schweinfurthii* oil : potential alternative source to diesel oil. Actes du séminaire international sur le séchage et sur la valorisation du karité et de l'aiélé tenu à Ngaoundéré du 1er au 3 Décembre 1999. Presses Universitaires, Yaoundé Cameroun, pp. 145-154.
- [8] Aké Assi L. and Guinko S., 1991. Plants used in traditional medicine in West Africa Edition Roche, Suisse, 151.
- [9] Aliyu R., Okoye Z. S., and Shier W. T., 1995. The hepatoprotective cytochrome p-450 enzyme inhibitor isolated from Nigerian medicinal plant *Cochlospermum planchonii* is a zinc salt. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol 48 (2) : 89-97.
- [10] Amarowicz R., Pink D., Shahidi F., 2004. Multivariate model for the prediction of soluble condensed tannins in crude extracts of polyphenols. *Journal of the American Oil Chemists' Society- Springer* 5:1-17.
- [11] Anthony J. P., Fyfe L. et Smith H., 2005. Plant active components - a resource for antiparasitic agents? [Composants actifs de végétaux - une ressource pour des agents antiparasitaires?]. *Trends in Parasitology* 21 (10): 462-468.
- [12] Arbonnier M., 2000. *Arbres arbustes et lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest*. 2^{ème} édition CIRAD MNHN 573p.
- [13] Arvouet-Grant A., Vennat B., Pourrat A., Legret P., 1994. Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de la Pharmacology Belge*. 49(6): 462-468.
- [14] Atawodi S. E., 2005. Comparative in vitro trypanocidal activities of petroleum ether, chloroform, methanol and aqueous extracts of some Nigerian savannah plants. *African Journal of Biotechnology* 4 (2): 177-182.
- [15] Aubreville, 1950: "Flore forestière soudano-guinéenne". 258 noms vernaculaires, et la grande majorité des illustrations de plantes proviennent de cette publication. Là encore, le recours aux numéros d'herbier a permis d'élucider certains problèmes de synonymie.
- [16] Aubreville, 1959. "La flore forestière de la Côte d'Ivoire". 107 noms vernaculaires de plantes.
- [17] Bachman F. M., 1961. The inhibiting action of certain spices on the growth of microorganisms. *Journal of Food Engineering* 8: 623-1620.
- [18] Bais H. P., Vepachedu S. Gilroy R. Callaway M. and Vivanco J. M., 2003a. Allelopathy and exotic plant invasion : from molecules and genes to species interactions. *Science* 301 : 1377-1380.

- [19] Balansard G., Cornillot P., Antoine P., Belaiche P., Fleurentin J., Girre L., Guillaume G., Mazars G., 1993. Encyclopédie des Médecines Naturelles éditée sur fascicules mobiles sous la direction de P. Cornillot, tome 2 : Phytothérapie – Aromathérapie, édité, Mise à jour 1993, Paris, Editions Techniques.
- [20] Balkis M. M., Leidish S. D., Mukheryei P. K., Ghannoun M. A., 2002. Mechanism of fungal resistance. *Drugs* 62:1025–140.
- [21] Bassole I. H. N., Ouattara A. S., Nebie R., Ouattara C. A. T., Kabore Z. I, Traore S. A., 2003. Chemical composition and antibacterial activities of essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora* from Burkina Faso. *Phytochemistry* 62, 209-212
- [22] Behera J. N., Rao J., 2006. A Ni²⁺ (S = 1) Kagome Compound Templated by 1,8-Diazacubane *American of Chemistry Society* 128 (29), 9334 -9335.
- [23] Benoit-Vical F., Valentin A., Mallie M., Bastide J. M. and Bessière J. M., 1999. In vitro antimalarial activity and cytotoxicity of *Cochlospermum tinctorium* and *Cochlospermum planchonii* leaf extract and essential oils. *Planta Medica*. 65 :328-381.
- [24] Benoit-Vical F., Valentin A., Da B., Dakuyo Z., Descamps T. and Mallie M., 2003. Ndribala [*Cochlospermum planchonii*] versus chloroquine for treatment of uncomplicated *Plasmodium falciparum* malaria. *Journal of Ethnopharmacology*. 89 : 111-114.
- [25] Berhaut J., 1967. Flore du Sénégal. 2^{ème} édition, DAKAR, 485: 257-258.
- [26] Blois M., 1958. Antioxydant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature* 181, 1199 - 1200
- [27] Bonfiglio G., Simporé J., Pignatelli S., Musumeci S. et Solinas M. L., 2002. Epidemiology of bacterial resistance in gastro-intestinal pathogens in a tropical area. *International Journal of antimicrobial agents* 20 : 387-389.
- [28] Bors W., Hester W., Michel C., Saran M., 1990. Flavonoids as antioxydants: determination of radical scavenging efficiencies. *Methods of Enzymology*. 186: 343-355.
- [29] Boullard B., 2001. Plantes médicinales du monde. Medicinal plants in the world. Paris (FR): Editions ESTEM.
- [30] Bouquet A., 1972. *Plantes médicinales du Congo-Brazzaville : Uvariopsis, Pauridiantha, Diospyros*. ORSTOM. Paris.
- [31] Bouquet M., 1971. Travaux et documents de l'Orstom (Paris, no 13).
- [32] Boyd B., Ford C., Koepke Michael C., Gary K., Hom E., Mc Analley S. et Mc Analley B., 2003. Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. *GlycoScience & Nutrition*. 4 (6) 7p.
- [33] Boyom F. F., 1992. *Huiles essentielles de quelques Annonacées du Cameroun : Teneur, caractéristiques chimiques et propriétés pharmacologiques*. Thèse de Doctorat, Univ. de Yaoundé.
- [34] Brown R. L., Tang C. S. and Nishimoto R. K., 1983. Growth inhibition from guava root exudates. *HortScience* 18: 316-318.
- [35] Bruneton J., 1987. *Eléments de phytochimie et de pharmacognosie*. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.
- [36] Bruneton J., 1999. *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales*. Technique & Documentation, Paris, 721-741.
- [37] Burits M., Bucar F., 2000. Antioxydant activity of *Nigella sativa* essential oil, *Phytotherapy Research*. 14: 323-

328.

[38] Burkill H. M., 1994. Useful plants of West Tropical Africa. Vol. 2. Families E-I. Royal Botanical Gardens, Kew.

[39] Burkill, 1985: "The usefull plants of West Tropical Africa" (Vol. 1: Families A-D). 101 noms vernaculaires, et de nombreuses indications sur l'utilisation des plantes.

[40] Callaway R. M., Nadkarni N. M., Mahall B. E., 1991. Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understorey productivity in central californnia. *Ecology* 72(4) : 1484-1499.

[41] Carrière M., 1994 - Plantes de Guinée à l'usage des éleveurs et des vétérinaires. Minist. Coop. Fr., CIRAD-EMVT (éds.): 235 p.

[42] Carson C. F. and Riley T. V., 1995. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Bacteriology* 78, 264-269.

[43] Carson C. F., Hammer K. A., Riley T. V., 2006. *Melaleuca alternifolia* (Tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal plants. *Clinical and Microbiological Revue*. 19(1): 50-62.

[44] Chalchat J. C., Garry R. P., Menut C., Lamaty G., Malhuret R., Chopineau J., 1997. Correlation between chemical composition and antimicrobial activity. VI Activity of some African essential oils. *Journal of Essential Oil Research*. 9(1): 67-75.

[45] Chen H., Jia Z. and Yang L., 1992. Sesquiterpenes and a diterpene lactone with an unusual carbon skeleton from *Ligularia sagitta*. *Phytochemistry* Vol. 31, 6, 2146-2147

[46] Chen C. N., Weng M.; S., Wu C. L. et Lin J. K., 2004. Composition of radical scavenging activity, cytotoxic effects and apoptosis induction in human metanoma cells by taiwanese propolis from different source. *EcAM* 1(2) 175-185.

[47] Coffman J. A., Kirchhamer C. V., Harrington M. G. and Davidson E. H., 1996. SpRunt-1, a New Member of the Runt Domain Family of Transcription Factors, Is a Positive Regulator of the Aboral Ectoderm-Specific *CyIII* Gene in Sea Urchin Embryos. *Developmental Biology* 174 (1) pp. 43-54.

[48] Consentino S., Tuberoso C. I. G., Pisano B., Satta M., Mascia V., Arzedi E. and Palmas F., 1999. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of *Sardinian Thymus* essential oils. *Letters in Applied Microbiology* 29, 130-135.

[49] Coulibaly M., 1996. Thèse de Doctorat es sciences, Université de Ouagadougou, Burkina Faso.

[50] Cox S. D., Mann C. M. and Markham J. L., 2001. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology* 91, 492-497.

[51] Craven L. M., 2001. En "Taxonomie: la pierre angulaire de la biodiversité. Proc La quatrième Floride CMA Symp. scie d'Eds, L.g., Chua, L.s.l. et Khoo, K.c.

[52] Croteau F., 1986. Biochemistry of monoterpenes and sesquiterpenes of the Essential Herbs: spices and medicinal plants; Recent advances in botaniy horticulture and pharmacology. Vol. 1, Craken, Simon, Oryx Press, Phoenix.

[53] Dakuyo P. Z., 1989. Bulletin de Médecine Traditionnelle Pharmacopée, 3, 83-84

[54] Dapkevicius A., Venskutonis R, Van Beek T. A., Linssen J. P. H., 1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 77: 140-146.

- [55] Debray M., Jacquemin H., Razafindrambo R., 1971. Travaux et documents de l'Orstom. Paris, n 8.
- [56] Dicko M. H., Hilhorst R., Gruppen H., Traoré A. S., Laane C., Van Berkel W. J. H. et Voragen A. G. J., 2002. Comparaison of phenolic compounds, polyphenols oxidase, and peroxides in grains of fifty sorghum varieties from Burkina Faso. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:3780-3788.
- [57] Dicko M. H., Gruppen H., Traoré A. S., Laane C., Van Berkel W. J. H. et Voragen A. G. J., 2005. Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds, and antioxidant activities in sorghum varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:2581-2588.
- [58] Djibo A., Bouzou S. B., 2000. Acute intoxication with "sobi lobi"(Datura). Four cases in Niger *Bulletin of Society Pathological and Exotical*; 93(4):294-7.
- [59] Dubey V. S., Bhalla R. et Luthra R., 2003. An overview of the non-mevalonate pathway for terpenoid biosynthesis in plants. *Journal of Biosciences*. 28 (5) 637-646.
- [60] Dwuma-Badu D., Ayin J. K. S., Fiagbe N. I. Y., Knapp J. E., Shiff P. L. et Slatkin D. J. J., 1978. Quindoline from *Cryptolepis sanguinolanta*. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 67:433-635.
- [61] Eloff J. N. A., 1998. Sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. *Planta Medica*. 64:711-3.
- [62] Erasto P., Bojase-Moleta G. et Majinda R.R.T., 2004. Antimicrobial and antioxidant flavonoids from roots wood of *Bolusanthus spesiosus*. *Phytochemistry* 65:875-880.
- [63] Erman W. F., 1985. *Chemistry of monoterpenes, part B*, Marcel Dekker, New York. *European Journal of Pharmacology*. 1991;201:35-39
- [64] Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D. and Guo Z. G., 1985. Medicinal plants in therapy. *Bulletin of the World Health Organization* 63, 965-981.
- [65] Favier A., 2003. Le stress oxydant. Interêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Clinique*. 108-115.
- [66] Ferguson J. J. and Rathinasabathi. Allelopathy: how plants suppress other plants. Cours d'université de Floride : 3.
- [67] Gallet C. and Lebreton P., 1995. Evolution of phenolics patterns in plants and associated litters and humus of a mountain forest ecosystem. *Soil biology biochemistry* 27: 157-165.
- [68] Grange J. M., Devey R. W. J R, 1990. Free radicals and phenolics patterns in biology. *Society and Hygienes*; 83: 159-60.
- [69] Halliwell B., Guteridge M. C., 1999. Free radicals in biology and medicine. New York: Oxford University Press Hunt JV, 642-643.
- [70] Halliwell and. Guteridge J. M. C., 1990. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease. *Methods of Enzymology*. 186: 1-85.
- [71] Hans D. N., 2000. African Traditional Medicine. A Dictionary of Plant Use and Application, Medpharm Scientific, Stuttgart, p. 589.
- [72] Hatono S. et al., 1988. Pharmacokinetics of the garlic compound *Journal of Laboratory and Clinical Medecines*. 112 (1):36 -42.
- [73] Hatano, Kagawa, Yasahara, and Okuda, 1988. The effect of extracts on DPPH radical was estimated according to the method. *Food Chemistry* 78 (3) pp. 347-354.

[74] Hawthorne W. D., 1995(a). Ecological profiles of Ghanaian forest trees. Oxford Forestry Institute: Oxford. pp.345.

[75] Hawthorne W. D., 1995(b). Categories of conservation priority and Ghanaian tree species. Working Document 4 (prepared for the November 1995 Conservation and Sustainable Management of Trees - Technical Workshop in Wageningen, Holland).

[76] Herman Alex W., Cochrane N. A. and Sameoto D. D., 1993. Detection and Abundance Estimation of Euphausiids Using an Optical Plankton Counter. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 94, 165-173.

[77] Hille M. and Ouden J. den, 2005. Charcoal and activated carbon as adsorbate of phytotoxic compounds- a comparative study. *Oikos* 108: 202-207.

[78] Hirsch H. A., Gynakol R., 1985. Vulvovaginal candidosis: definition of the disease and its special problems and treatment in pregnancy. *Journal of Clinical Microbiology*. 25:5–11.

[79] Hitokoto H., Morozumz S., Wauke T., Sakai S., Ueno I., 1978. Inhibitory effects of condiments and herbal drugs on the growth and toxin production of toxigenic fungi. *Micopathologia* 66:167–1161.

[80] Hoffman B., Buchte M. et Landmann R., 1988. Effects of growing catch crops on ridges formed in autumn on soil physical properties and potato yields. *Produktion, Lagerung, Vermarktung von Planz- und Speisekartofflen*, 1:75-80.

[81] Hostettmann K. and Marston A., 1995. *Saponins*. Cambridge University Press, Cambridge.

[82] Hostettmann K., Kizu H. and Tomimori T., 1982. Molluscicidal properties of various saponins. *Planta Medica* 44, 34-35.

[83] Hostettmann K., Marston A. and Hostettmann M., 1998. *Preparative Chromatography Techniques*. Springer, Berlin, 161-179.

[84] Hostettmann K., Marston A., Ndjoko K. and Wolfender J. J. L., 2000. The potential of African plants as a source of drugs. *Current Organic Chemistry* 4, 973-1010.

[85] Hostettmann K., Wolfender J. L. and Terreaux C., 2001. Modern screening techniques for plant extracts. *Pharmaceutical Biology* 39, 18-32.

[86] Houghton Peter J., 2004. Activity and constituents of Sage relevant to the potential treatment of symptoms of Alzheimer's disease. *Herbal Gram*. 61: 38-54.

[87] Hsieh P. C., 2000. Antimicrobial effect of cinnamon extract. Taiwanese. *Journal of Agricultural and Food Sciences*. 38:184–93.

[88] Igoli J. O., Ogaji T. A., Tor-Anyiin and Igoli N. P., 2005. Traditional Medicine Practice Amongst the Igede People of Nigeria. Part II. Complementary and alternative. *African Jouran of Traditional Medicines*. 2(2); 134 – 152.

[89] Inderjit and Callaway R. M., 2003. Experimental design for the study of allelopathy. *Plant and Soil* 256: 1-11.

[90] Inouye S., Tsuruoka T., Uchida K. and Yamaguchi H., 2001. Effect of sealing and Tween 80 on the antifungal susceptibility testing of essential oils. *Microbiology and Immunology* 45, 201–208.

[91] Isman M. B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crops and Products*. 19: 603-608.

[92] Ito N., Fukushima S., Hasegawa A., Shibata M., Ogiso T., 1983. Carcinogenicity of butylate hydroxyanisole

in F344 rats. *Journal of Natural Cancer Institut.* 70: 343-347.

[93] IUCN, 1990. *La Conservation des Ecosystèmes Forestiers du Gabon*. IUCN, Tropical Forest Programme Series. pp. 200.

[94] Iwu M. M., 1993. *Handbook of African Medicinal Plants*. CRC Press, Boca Raton, 172-173.

[95] Jennings W. and Shibamoto T., 1980. *Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography*. Academic Press, Inc., New York.

[96] Jirovetz L., Buchbauer G., Ngassoum M. B., 2003. Chemical composition and olfactory characterisation of essential oils of fruits and seeds of African pear (*Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam) from Cameroun. *Ernahrung/Nutrition* 27:5-7.

[97] Jong-Gyu K., Yong-Wook L., Pan-Gyi K., Woo-Sup R., Hideharu S., 2000. Reduction of aflatoxins by Korean paste and its effect on cytotoxicity and reproduction of toxicity -part I. *Journal of food* 63:1295-8.

[98] Joulain D., König W. A., 1998. *The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons*. E.B. Verlag. Hamburg. Lee KG, Shibamoto T (2001). Antioxidant activities of volatile components isolated from Eucalyptus species. *Journal of Sciences Food and Agriculture*. 81:1573-1579.

[99] JuJ Y., Polhamus C., Marr K. A., Holland S. M., Bennett J. E., 2002. Efficacies of Fluconazole, Caspofungin and Amphotericin B in *Candida glabrata* infected p 47-phox-1-knockout mice. *Antimicrobial Agents of Chemotherapy* 46: 1240-5.

[100] Kalemba D., kunicka A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medical Chemistry*. 10: 829-1813.

[101] Kanchan S. D. and Jayachandra. 1979. Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* L. *Plant and Soil* 53: 27-35.

[102] Kapseu C., Parmentier M., Kayem G. J., Schuffenecker L. and Dirand M., 1996. Fatty acid and triglycerides of *Canarium schweinfurthii* Engl. Fruit. *International Tree Crops Journal*. 19:77-86.

[103] Karaman I., Sahin F., Gulluce M., Ogutcu H., Sengul M., and Adiguzel A., 2003. Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus* L. *Journal of Ethnopharmacology* 85, 231-235.

[104] Karou D., 2006. Evaluation des activités antibactériennes, antioxydantes et antiplasmodiales d'extraits de quatre plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle du Burkina Faso. Thèse unique: Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 150p.

[105] Kayonga A. & Habiyaemye F. X., 1987. Recherche sur la pharmacopée et la médecine traditionnelle, CURPHAMETRA, inédit, 121p.

[106] Koleva I. I., Van Beek T. A., Linssen J. P. H., de Groot A., Evstatieva L. N., 2002. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis* 13: 8-17.

[107] Kerharo J., 1974. *La Pharmacopée sénégalaise traditionnelle: plantes médicinales et toxiques*. Editions Vigot Frères, Paris, 395-399.

[108] Kiehlbauch Julia A., Hannett G. E., Salfinger M., Archinal W., Monserrat C., Carlin C., 2000. Use of the National Committee for Clinical Laboratory Standards Guidelines for Disk Diffusion Susceptibility Testing in New York State Laboratories. *Journal of Clinical Microbiology*. 38(9): 3341-3348.

[109] Koné W. M., Atindehou K. K., Terreaux C., Hostettmann K. and Traoré D., 2002. Some médéical plants used in traditional pediatrics in the region of Ferkessedougou Bioterre. *Revue Internationale des Sciences de la Vie et de la Terre, Numéro Spécial*. pp30-36.

- [110] Koné W. M., Atindehou K. K., Terreaux C., Hostettmann K., Traoré D. et Dosso M., 2004. Traditionnal medicine in north Côte d'Ivoire: Screening of 50 medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology* 93:43-49.
- [111] Kordali S., Cakir A., Mavi A., Kilic H., Yildirim A., 2005. Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three Turkish *Artemisia* species *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 1408-1416.
- [112] Kordali S., Aslan I., Çalmaşur O. and Cakir A., 2006. Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Industrial Crops and Products*. 23, 2: 162-170.
- [113] Koudou J., Abena A. A., Ngaissona P., Bessière J. M., 2005. Chemical composition and pharmacological activity of essential oil of *Canarium schweinfurthii*. *Fitoterapia* 76: 700-703.
- [114] Krisa S., Waffo Tégou P., Decendit A., Deffieux G., Vercauteren J. and Mérillon J. M., 1999 Production of ¹³C-labelled anthocyanins by *Vitis vinifera* cell suspension cultures *Phytochemistry* 5 : 651-656.
- [115] Kundu B., Srinivasan T., Kesarwani A., Batras Shukle P. K., 2002. Identification of novel antifungal mono-peptides through the screening of *Candida* spp isolated from the oral cavities. *Bioorganic, Medical and Chemical Letters* 12: 1473-6.
- [116] Lamarti A., Badoc A., Deffieux G. et Carde J. P., 1994. Biogénèse des Monoterpènes. Bulletin de la Société de Pharmacologie de Bordeaux. 133, 69-118.
- [117] Lene J., Ammeenah G. F., Anne A., 1998. Antibacterial and antifungal activity of medicinal plants of Mauritius. *Pharmaceutical Biology*. 36:153-61.
- [118] Liancourt P., 2005. Stratégies fonctionnelles et interactions entre les espèces dominantes le long de gradient de ressources hydrique et trophique au niveau des pelouses calcaires. Thèse.
- [119] Lindsey K. L., Motsei M. L. et Jager A. K., 2002. Screening of South African food plants for antioxidant activity. *Journal of Food Sciences* 76:2129-2131.
- [120] Liu Y., Ryan M. E., Lee H. M., Larzor G., Leung M. K., Golub L. M., 2002. A chemically modified tetracycline (CMT-3) is new antifungal agent. *Antimicrobial Agents of Chemotherapy* 46: 1447-54.
- [121] Lockerman R. H. and Putnam A. R., 1981. Mechanisms for differential interference among cucumber (*Cucumis sativus* L.) accessions. *Botanical Gazette* 142: 427-430.
- [122] Lopez P., Sanchez K., Battlle R and Nerin C., 2005. Solid and vapor phase anti-microbial activities of six essential oils susceptibility of selected food borne bacterial and fungal strains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 (17): 6939-6946.
- [123] Lucrecia L., Chaillou L. & Nazareno M. A., 2006. New method to determine antioxidant activity of polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 8397-8402.
- [124] Lutch, 2001. Remedy. *Journal of Ethnopharmacology* 88:137-143.
- [125] Lutz, 1940. Bulletin de la Société de plantes à huile essentielle. *Chemical and Biology*. 22, pp 497.

- [126] Madsen I., Terpager K., Olskær J., Spanget-Larsen, 1992. Ultraviolet-visible et infrarouge spectroscopie de dichroïsme linéaire 1,8-dihydroxy-9, 10-anthraquinone alignés en polyéthylène étiré, *Chemistry and Physical*. 165, 351-360.
- [127] Mahmoud Y., 1992. *Contribution à l'étude de quelques aromates et condiments utilisés au Tchad*. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.
- [128] Mann J., 1987. *Secondary metabolism*. 2nd, Clarendon Press, Oxford
- [129] Martinez D., Torres F., Chandre M. S., Williamson F., 1998. Molecular characterization of pyrethroid knockdown resistance in the major malaria vector. *Insect Molecular Biology*. 7(2) pp. 179-184.
- [130] Massiot G.; Chen X. F.; Lavaud C.; Men-Olivier L. le; Delaude C.; Viari A.; Vigny P.; Duval J., 1992. Saponins from stem bark of *Petersianthus macrocarpus*. *Phytochemistry* 31(10) p. 3571-3576
- [131] McLafferty F. W., Stauffer D. B., 1989. The Wiley NBS registry of Mass Spectral Data. 2nd Edition. J. Wiley and Son. NY.
- [132] Meda et al., 2005. Tropical Medicine & International Health, Blackwell Synergy. Volume 11 Issue 2 pp 136-143.
- [133] Michel-Briand Y., 1986. Mécanismes moléculaires de l'action des antibiotiques. Collections de Biologie moléculaire. *Edition Masson*. 370 p.
- [134] Michl E. W., 1986, 1995. Thulstrup: *Spectroscopy with Polarized Light*, VCH Publishers.
- [135] Milbau A., Nijs I., De Raedemaeker F., Reheul D., De Cauwer B., 2005. Invasion in grassland gaps : the role of neighbourhood richness, light availability and species complementarity during two successive years. *Functional Ecology* 19: 27-37.
- [136] Miller H. R. P., 1971. Fixation and tissue preservation for antibody studies. *The Histochemical Journal*. 4:305-320.
- [137] Misra G., Pavlovstathis S. G., 1997. Biodegradation kinetics of monoterpenes in liquid soil-slurry systems. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 7: 572-577.
- [138] Missang C., Guyot S., Renard C., 2003. Flavonols and Anthocyanins of bush butter, *Dacryodes edulis* (G. Don) HJLam fruit. Changes in their composition during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(25): 7475-7480.
- [139] Morel Y. et Barouki R., 1999. Repression of gene expression by oxidation stress. *Biochemical Journal*. 342 (3), 481-496.
- [140] Mpiana P. T., Tshibangua D. S. T., Shetondea O. M., Ngboluab K. N., 2007. In vitro antitrepanocytary activity (anti-sickle cell anemia) of some congolense plants. *Phytomedicine* 14 192-195.
- [141] Mukherjee P. K., Saritha G. S., Suresh B., 2002. Antimicrobial potential of two different *Hypericum* species available in India. *Phytotherapy Research*. 16: 692-695.
- [142] Müller T., 1999. The distribution, classification and conservation of rainforest in Zimbabwe. In *African Plants: Biodiversity, Taxonomy and Uses*. Timberlake, J. and Kativu, S., Royal Botanical Gardens Kew, 221-235.
- [143] Nacoulma/Ouedraogo O. G., 1996. *Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso. Cas du plateau central Mossi* Thèse d'Etat. Université de Ouagadougou.
- [144] Namik F., Mir-Babayev, Roger D. W., 1997. Plants of the Republic of Azerbaijan with potential medicinal applications. Part II. *Pharmaceutical Biology* 35: 190-3.

- [145] NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards), 1997. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Test, sixth ed. Approved standard. M2-A6, Wayne, PA.
- [146] NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards), 1999. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Test. Ninth International Supplement. M100-S9, Wayne, PA.
- [147] Newman E. I. and Rovira A. D., 1975. Allelopathy among some British grassland species. *Journal of Ecology* 63: 727-737.
- [148] Newman E. I. and Miller M. H., 1977. Allelopathy among some British grassland species. II. Influence of root exudates on phosphore uptake. *Journal of ecology* 65 : 399-411.
- [149] Nguyen Chi Fils, 2004: *Dichroïsme Linéaire spectroscopique et théorique des investigations de la Compound Emodin*, Thèse de maîtrise, Université de Roskilde
- [150] Nicholas H. J., 1973. Phytochemistry . Organic metabolites, Vol. 2, Yonkers, New York.
- [151] Njoukam R., 1998. L'arbre aux fruits noirs : l'aiélé. Le Flamboyant, 46 : 11 - 15. 44- Scott , W. J. 1957. Water relations of food spoilage microorganisms. *Food Research*; 7 : 83 - 127.
- [152] Noonan S., 2003. Contingent Valuation and Cultural Resources: A Meta-Analytic. *Review of the Literature*, 23:159-176.
- [153] Novelli G. P., 1997. Role of free radicals in septic shock. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 48, 517-527.
- [154] Ntezurubanza L. I., Scheffer J. J. C., Looman A. and Baerhiem Svends, 1984. Composition of essential oil of *Ocimum kilimandscharicum* grown in Rwanda. *Planta Medica.*, 385-388.
- [155] Obame E. L. C., 2004. Biodégradation des composés phénoliques par des PPO et des POX du sorgho et des bactéries. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, Burkina Faso p.100.
- [156] Obame L. C., Koudou J., Kumulungui B., Bassolé I., Edou P., Ouattara A. S., Traoré A. S., 2007. Antioxidant and antimicrobial activities of *Canarium schweinfurthii* Engl. Essential oil from Centrafrican Republic, *African journal of Biotechnology*, 6(20): 2319-2323.
- [157] Obame L. C., Koudou J., Chalchat J. C., Bassolé I., Edou P., Ouattara A. S., Traoré A. S., 2007. Volatile components, antioxidant and antibacterial activities of *Dacryodes buettneri* H.J.Lam Engl. Essential oil from Gabon, *Scientific Research and Essay*, 2(11): 491-495.
- [158] Obame L. C., Edou P., Bassolé I. H. N., Koudou J., Agnanié H., Eba F. and Traoré A. S., 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam from Gabon. *African Journal of Microbiology Research*. Vol.(2) pp. 148-152.
- [159] Obame L. C., Koudou J., Edou P., Bassolé I. H. N., Eba F., Figueredo G., Traore A. S. and Chalchat J. C., 2008. Volatile constituents, antioxidant and antibacterial properties of *Daniella Klainei* Pierre ex A. Chev.essential oil *Scientific Research and Essay* Vol.3 (7), pp. 316-319.
- [160] Okpako L. C., Ajaiyeoba E. O., 2004. In vitro and in vivo antimalarial studies of *Striga hermonthica* and *Tapinanthus sessilifolius* extracts. *African Journal of Medecine Sciences*. 33(1): 73-75.
- [161] Onocha P. A., Ekundayo O., Oyelola O., Laakso I., 1999. Essential oils of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam (African pear). *Flavour and Fragrance Journal*. 14: 135-139.
- [162] Ouattara L., Koudou J., Obame L. C., Karou D. S., Traoré A. S. and Bessière J. M., 2007. Composition and antibacterial activity of *Cochlospermum planchoni* Hook. Ex Planch Essential oil from Burkina Faso, *Pakistan journal of Biological Sciences*, 1028-8880.

- [163] Özer B. C., Özyörük H., Çelebi S. S., Yıldız A., 2007. Amperometric enzyme electrode for free cholesterol determination prepared with cholesterol oxidase immobilized in poly (vinylferrocenium) film *Enzyme and Microbial Technology* 40(2):262-265.
- [164] Palic Radosav; Stojanovic G.; Alagic S.; Nikolic M.; Lepojevic Z., 2002. Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle et des extraits du tabac d'Orient, Prilep. *Flavour and Fragrance Journal*. 17 :5, 323-326.
- [165] Paneitz A. and Westendorf J.; 1999. Anthranoid contents of rhubarb (*Rheum undulatum* L.) and other Rheum species and their toxicological relevance. *European Food Research and Technology*. 23 :97-101.
- [166] Paris R., Moyses H., 1969. Précis de matière médicale. Paris: Masson.
- [167] Pattnaik S., Subramanyam V. R., 1995. Antibacterial activity of essential oils from Cymbopogon: Inter- and intra-specific differences. *Microbios* 84 (341): 239-245.
- [168] Paulo A., Duarte A. et Gomes E.T., 1994. Cryptolepis sanguinolanta activity against diarrhal bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*. 44:127-130.
- [169] Pérez F. J. and Ormeno-Nunez J., 1991. Root exudates of wild oats : Allelopathic effect on spring wheat. *Phytochemistry* 30 : 2199-2202.
- [170] Perry R. J., Watson P., Hodges J. R., 2000. The nature and staging of attention dysfunction in early (minimal and mild) Alzheimer's disease: relationship to episodic and semantic memory impairment. *Neuropsychologia*. 38: 252-271.
- [171] *Pharmacopée Française*, 1985. t.1, Vol. 4, 5, 8, Maisonneuve, Paris.
- [172] Phillipson J.D., 1986. *Parasitology Today*, 2, 327-328.
- [173] Ponge J.-F., André J., Bernier N., and Gallet C., 1994. La régénération naturelle: connaissances actuelles. Le cas de l'épicéa en forêt de Macot (Savoie). *Revue Forestière Française XLVI* : 25-45.
- [174] Pousset J. T., 2006. Place of traditional medicines in Africa. *Medecine tropicale* 66 :606-609.
- [175] Pousset K. L., Martin M. T., Jossang A. et Bodo B., 1995. Isocryptolepine from *Cryptolepis sanguinolanta*. *Phytochemistry* 39: 735-736.
- [176] Ramage G., Bachmann S., Patterson T. F., Wickes R. L., Lopez- Ribot J. L., 2002. Investigation of multidrug efflux pumps in relation to fluconazole resistance in *C. albicans* biofilms. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 49:973-80.
- [177] Raponda -Walker and Sillans S., 1961. Plantes utiles du Gabon. Edition Lechevalier, Sepia, 614p.
- [178] Re, 1999. Microbiological characterization and preservation with sorbic acid. *Journal of Food Products* 68:50-547.
- [179] Renée J., Grayer, Bakhy K., Achad M., Tantaoui-Elaraki A., 1995. Almond paste: physicochemical and microbiological characterization and preservation with sorbic acid and cinnamon. *Journal of Food Products* 58: 550-1547.
- [180] Rice E. L., 1984. Allelopathy, Second Edition. *Academic Press*. 422 p.
- [181] Richter H. G. and Dallwitz M. J., 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 16th April 2006.
- [182] Riedl K. M. and Hagerman A. E., 2001. Tannin-Protein Complexes as Radical Scavengers and Radical Sinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49,4917-4923.

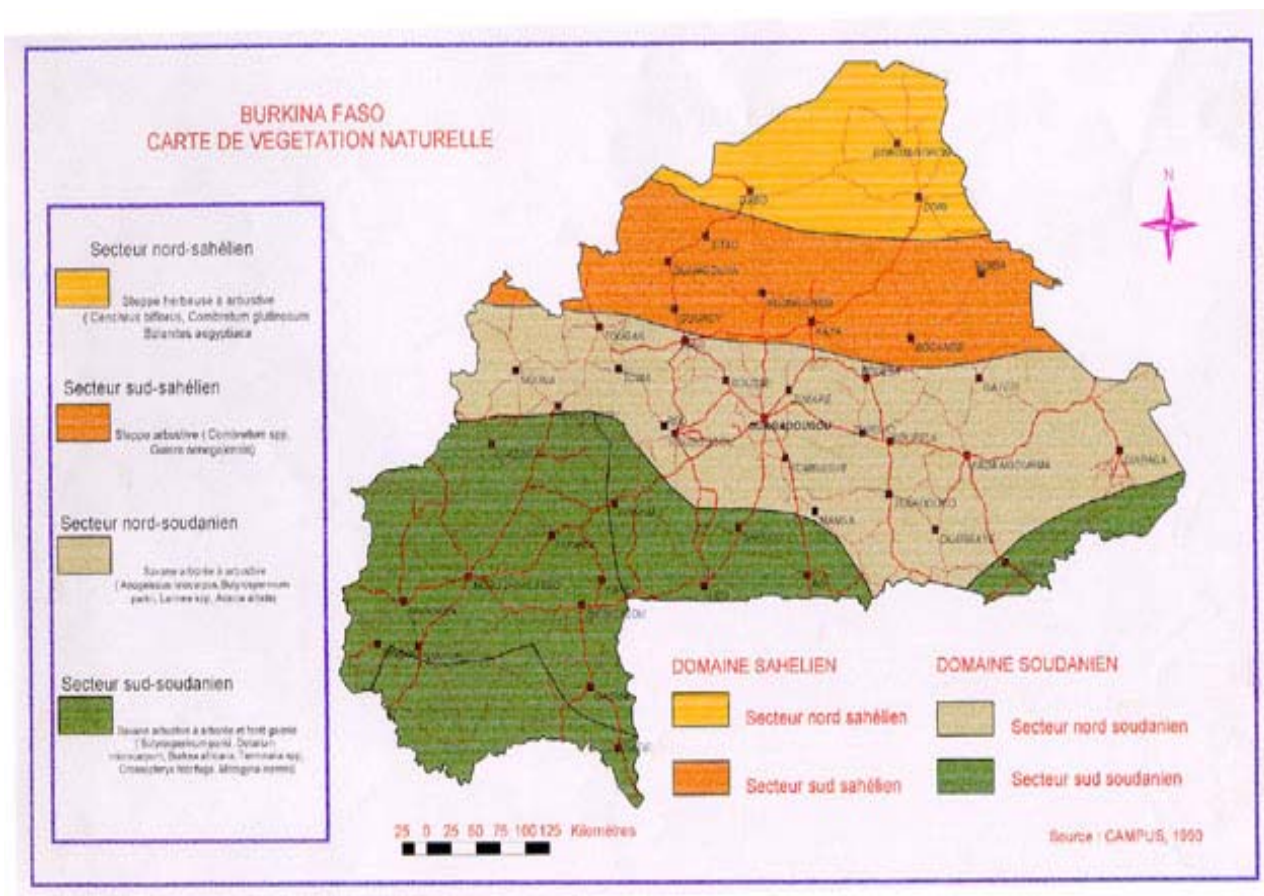
- [183] Rodero L., Cuenca-Estrella M., Cordora S., Rodriguez- Tudela J. L., 2002. Transient fungemia caused by an amphotericin B resistant isolate of *C Haemulonii*. *Caries Research*; 36: 93– 100.
- [184] Sabu M., Kattan R., 2002. Antidiabetic activity of medicinal plants and its relationship with their antioxidant property. *Journal of Ethnopharmacology*; 81: 155–60.
- [185] Sabu M., Kattan R., 2002. Antidiabetic activity of medicinal plants and its relationship with their antioxidant property. *Journal of Ethnopharmacology*, 81:155–60.
- [186] Sahin F., Karaman I., Gulluce M., Ogutcu H., Sengul M., Adiguzel A., 2002. Evaluation of antimicrobial activities *Satureja hortensis* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 87, 61–65.
- [187] Sanon I., 1998. Diarrhée aigue chez l'enfant : aspects épidémiologique, clinique et évolution en milieu hospitalier pédiatrique à Ouagadougou. *Burkina Medical Journal* 2 (1):34-39.
- [188] Scalbert A., 1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30, 3875-3883.
- [189] Setzer N., Vogleer B., Schmidt J. M., Leahy J. G., Rives R., 2004. Antimicrobial activity of *Artemisia douglasiana* leaf essential oil. *Fitoterapia*. 75: 192-200.
- [190] Silou T., Rocquelin G., Gallon G., Molagui T., 2000. Contribution à la caractérisation des safous (*Dacryodes edulis*) d'Afrique centrale. Note II : composition chimique et caractéristiques nutritionnelles des safous du district de Boko (Congo-Brazaville). Variation inter arbre. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 77 : 85-89
- [191] Singh V. K., Anwar Ali Z., Siddiqui M. K., 1997. Medicinal plants used by forest ethnics of Gorakhpur district, India. *International Journal of Pharmacognosy*; 35: 194–206.
- [192] Sonboli A., Saleli P., Kanani M. R., Ebrahimi S. N., 2005. terpinene, p-cymene antibacterial and antioxidant activities. *Z. Naturforsch.*60c: 534-538.
- [193] Soroush S., Gholamera A., Ronald M., Mohsen D., 1998. Phytopharmaceuticals. Part I. Antifungal activity of selected Iranian and Canadian plants. *Pharmaceutical Biology* 6:8–80.
- [194] Sourabié S., Guissou I. P. et Kabore Z. I., 1993. Mise en évidence d'une activité antibactérienne de *Nauclea latifolia* Sm (Rubiaceae), vis à vis d'enterobactéries responsables de gastro-entérites infantiles au Burkina Faso. *Publications Médicales Africaines* 120:18-23.
- [195] Stephen J., 2001. Pathogenesis of infections diarrhea. *Canadian Journal of Gastroenterology* 15:669-683.
- [196] Suhr K. I., Nielsen P. V., 2003. Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. *Journal of Applied Microbiology* 94: 74–665.
- [197] Suja K. P., Jayalekshmy A., Arumughan C., 2005. Antioxidant activity of sesame cake extract. *Food Chemistry* 91 : 213-219.
- [198] Miller M. S., Pratt, D. E., 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of American Oil Chemistry Society* 61 : 928-931.
- [199] Tang, C. S. and Young C. C., 1982. Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of Bigalta Limpograss (*Hemarthria altissima*). *Planta physiologica*. 69 : 155-160.
- [200] Tassou C.C. et al., 1995. Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (*Pistacia entsticus* var. chia) on Gram-positive and Gram-negative bacteria in broth and in model food system. *Biodegradation and Biodegradation*. 411-420.

- [201] Tchiégang C., Kapchié Noutchogoue V., Kapseu C., Parmentier M., 2001. Influence du temps, de la température et des conditions de stockage sur le ramollissement des fruits de l'aiélé (*Canarium scheinfurthii* Engl.). *Journal of Food Engineering*. 47(2): 63-68.
- [202] Tchouamo I. R., Tchoumboué J., Pinta J. Y., Njoukam R., 2000. L'aiélé (*Canarium schweinfurthii* Engl.): plante à oléagineuse à usages multiples en Afrique. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, LXXVII, pp. 677-680.
- [203] Teisseire P. J., 1991. *Chimie des substances odorantes*, Ed Lavoisier, Paris.
- [204] Tepe B., Sokmen M., Sokmen A., Daferera D., Polissiou M., 2005. Antimicrobial and antioxidative activity of the essential oil and various extracts of *Cyclotrichium origanifolium* (Labill.) Manden. & Scheng. *Journal of Food Engineering*, 69: 335-342.
- [205] Tiwari O. N. and Rohinikumar Singh M., 2005. Biodiversity, occurrence and succession of Cyanobacteria . *Journal of Industry and Botanical Society*. 84 (1-4); 107-110.
- [206] Tressi R., 1975. Biogenesis in fruits and vegetables, *Aroma Research* (H. Maarse and Groenen P. J., eds.), Pudoc, Wageningen.
- [207] Turner R. B., Lindsey D. L., Bishop R. D., 1975. Isolation and identification of 5,7 dimethoxyisoflavone. An inhibitor of *Aspergillus flavus* from peanuts. *Mycopathologie*57: 39-40.
- [208] Vansant G., 2004. Radicaux libres et antioxydants : Principes de base. Symposium « Antioxydant et alimentation » Institut Danone.
- [209] Verschaffelt, 1915. K. gl. Ak., Amsterdam, Gertz, Jahr, *Wis. Botanica*. 56, pp 536.
- [210] Viljoen A., Van Vuuren S., Ernst E., Klepser M., Demirci B., Basser H. et Van Wyk B-E., 2003. *Osmitopsis asteriscoides* (Asteraceae)-the antimicrobial and essential oil composition of a Cape- *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.44, 4122-4126.
- [211] Vinson Joe A., Yousef A. Dabbagh, Mamdouh M. Serry, and Jinhee Jang, 1995. Plant Flavonoids, Especially Tea Flavonols, Are Powerful Antioxidants Using an in Vitro Oxidation Model for Heart Disease *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43, 2800-2802
- [212] Viollon C., Chaumont J. P., 1994. Antifungal properties of essential oils and their main components upon *Cryptococcus neoformans*. *Mycopathologia*;128 (suppl 3):3-151.
- [213] Vivien J., Faure J. J., 1986. Arbre des forêts denses d'Afrique centrale. République du Cameroun - Ministère Français des Relations Extérieures, de la Coopération et du développement. CTFT; 565p.
- [214] Wagner H. and Bladt S., 1996. *Plant Drug Analysis*. Springer, Berlin.
- [215] Wallach O., 1974. Terpene and Camphor, 2nd, Vit. Leipzig.
- [216] Wandji J., Tillequin F., Mulholland D. A., Wansi J. D., Fomum T. Z., Fuendjiep V., Libot F., Tsabang W., 2002. Fatty acid esters of triterpenoids and sterol glycosides from *Gambeya africana*. *Planta Medica*. 68(9): 822-6.
- [217] Wang J. and Mazza G., 2002. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor α in LPS/IFN- γ -activated RAW 266.7 macrophages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.50, 4183-4189.
- [218] Wang S. Y. and Lin H. S., 2000. Antioxidant Activity in Fruits and Leaves of Blackberry, Raspberry and Strawberry Varies with Cultivar and Developmental Stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48, 140-146.
- [219] WCMC, 1991. Provision of Data on Rare and Threatened Tropical Timber Species. pp. 58.

- [220] Weidenhamer J. D. 1996. Distinguishing resource competition and chemical interference :overcoming the methodological impasse. *Agronomy journal*. 88 : 866-875.
- [221] Weidenhamer J. D., Harnett D. C. and Romeo J. T., 1989. Density-dependent phytotoxicity :distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. *Journal of Applied Ecology*. 26: 613-624.
- [222] White L. J. T. & Abernethy K., 1996. Guide de la végétation de la réserve de la Lopé, Gabon, Ecofac-Gabon, Libreville 224 p.
- [223] Yokozawa T., Dong E. B., Kawai Y., Gemba M. and Shimizu M., 1999. Protective effects of some flavonoids on the renal cellular membrane. *Experimental and Toxicologic Pathology*. 51, 9-14.

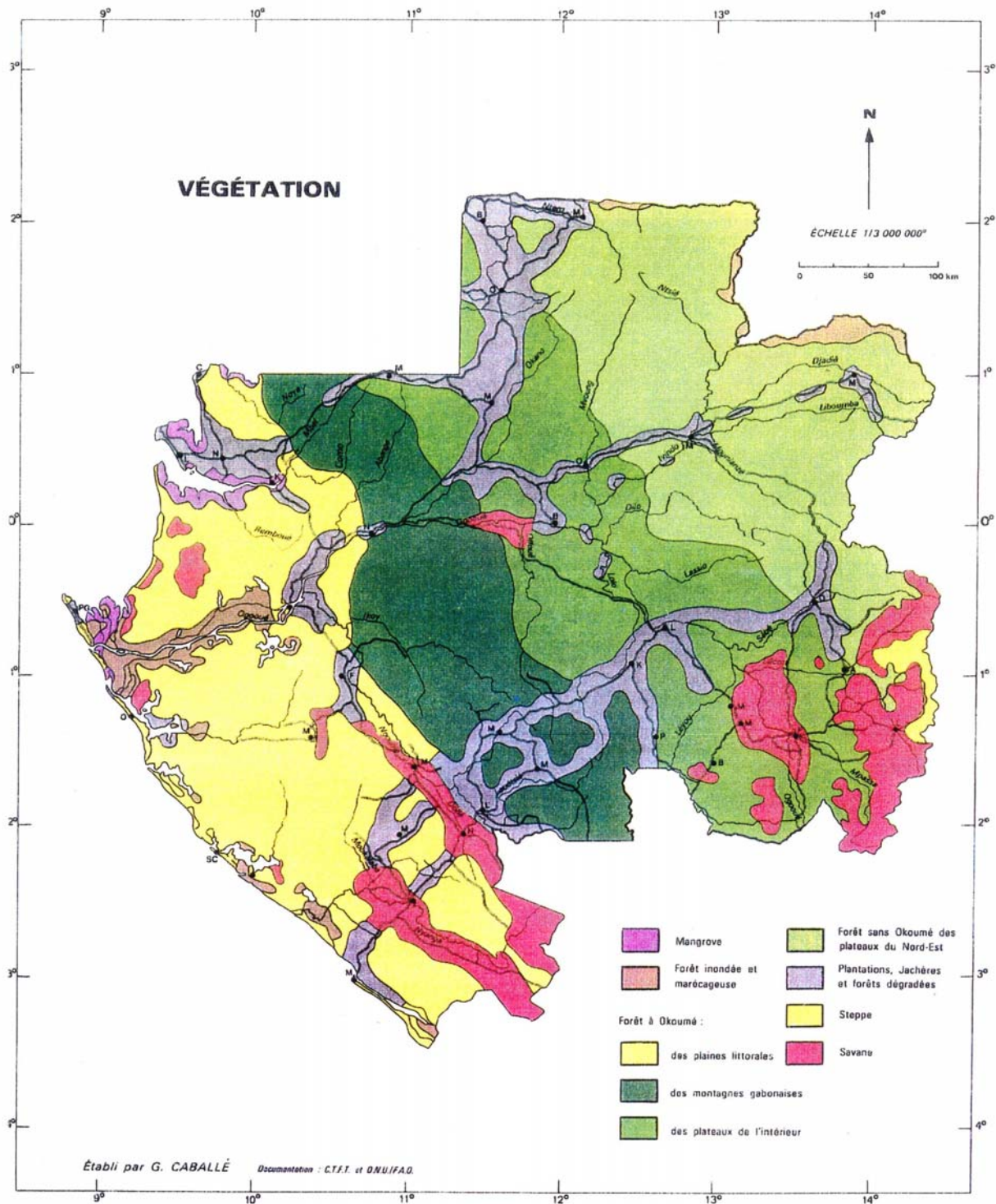
ANNEXES

ANNEXE 1: Carte du Burkina Faso



Carte de végétation naturelle du Burkina Faso
www.primature.gov.bf/burkina/cartespostale/fclimat.htm-2k-

ANNEXE 2: Carte de la végétation du Gabon



Carte de végétation naturelle du Gabon
www.cartespостalegabon/fclimat.htm-2k

ANNEXE 3: Fiche d'enquête

Sujet : Recherche des plantes médicinales

Nom botanique:

Famille:

Nom vernaculaire:

Habitat et description de la plante:

Nom du récolteur:

Date et lieu de récolte:

Heure du prélèvement:

Secteur ou province:

Pays:

Partie récoltée:

Usage en médecine traditionnelle:

Préparation:

ANNEXE 4: Huiles essentielles

Tableau I : Rendement de l'extraction des huiles essentielles

	<i>C. schwei</i>	<i>D. buetth</i>	<i>A. klaine</i>	<i>D. edulis</i>	<i>C. planch</i>	<i>D. klainei</i>
Rendement	0,2	5,68	7,85	6,78	0,12	4,76

Capacité antioxydante des Huiles Essentielles

Tableau II: Acitivité antioxydante de *Aucoumea klaineana* Pierre.

HE	DPPH		β-carotène		
	Absorbance	I%	Absorbance	RAA%	
Contrôle négatif	0,051	Non actif	0,026±0,015	2,63±0,05	
<i>Aucoumea klaineana</i>	50 µg/ml	0,23	22,66±0,05	0,289±0,015	23,23±0,05
	100 µg/ml	0,45	45,33±0,05	0,578±0,015	46,46±0,05
	150 µg/ml	0,68	68,8±0,05	0,867±0,015	69,68%±0,05
BHT 100 µg/ml	1±0,00	100±0,05	0,985±0,015	100%±0,00	

Tableau III: Capacité antioxydante de l'huile essentielle de *Dacryodes buttneri*.

HE	DPPH		β-carotène		
	Absorbance	I µg/ml	Absorbance	RAA%	
Contrôle négatif	0,051	Non actif	0,026±0,015	2,63±0,05	
<i>Dacryodes buttneri</i>	50 µg/ml	0,675±0,087	1174,50 ±0,05	0,7123±0,015	72,31±0,05
	100 µg/ml	0,7310±0,092	1333,33±0,05	0,767±0,015	77,86±0,05
	150 µg/ml	0,743±0,023	1356,86±0,05	0,785±0,015	79,69±0,05
BHT 100 µg/ml	1±0,00	1860,78±0,05	0,985±0,015	100±0,00	

Tableau IV: Capacité antioxydante de l'huile essentielle de *Dacryodes edulis*

HE	DPPH		β-carotène		
	Absorbance	I%	Absorbance	RAA%	
Contrôle négatif	0,051 ± 0,001	Non actif	0,026±0,015	2,63 ± 0,05	
<i>Dacryodes edulis</i>	50 µg/ml	0,755± 0,087	75,5	0,7123± 0,015	72,31 ± 0,05
	100 µg/ml	0,827± 0,092	82,7	0,767 ± 0,015	77,86 ± 0,05
	150 µg/ml	0,874 ± 0,023	87,4	0,785± 0,015	79,69± 0,05
BHT 100 µg/ml	1 ± 0,00	100	0,985 ± 0,01	100 ± 0,0	

Tableau V: Capacité antioxydante de l'HE de *Daniella klaieni* Pierre

HE	DPPH		β-carotène		
	Absorbance	I%	Absorbance	RAA%	
Contrôle négatif	0,051 ± 0,001	Non actif	0,026±0,015	2,63 ± 0,05	
<i>Daniella klaieni</i>	50 µg/ml	0,3582± 0,087	35,82	0,3374± 0,015	34,26 ± 0,05
	100 µg/ml	0,7165± 0,092	71,65	0,675 ± 0,015	68,52 ± 0,05
	150 µg/ml	0,7912 ± 0,023	79,12	0,7023± 0,015	71,3± 0,05
BHT 100 µg/ml	1 ± 0,00	100	0,985 ± 0,01	100 ± 0,00	

HE: Huile essentielle

$$I\% = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

$$RAA\% = A_{\text{sample}} / A_{\text{BHT}} \times 100$$

Les équations de droite sont de la forme : $Y = a \ln(x) + b$ avec x , concentration de l'extrait, a et b des coefficients, \ln , logarithme népérien. Cette équation permet de déterminer les concentrations inhibitrices à différents pourcentages en remplaçant Y par un pourcentage donné.

Exemple de calcul de CI50 :

$$50 = a \ln(x) + b \text{ d'où } x = \exp[(50 - b) / a]. \quad \text{Avec } x = \text{CI50}$$

ANNEXE 5 : Screening chimiques des plantes

Tableau I: Principes chimiques mis en évidence sur les extraits de *Leucas martinicensis*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	+	0	+++
Tanins	+	+	+
Composés réducteurs	+++	+++	0
Composés phénoliques	++	0	+++
Aglycones flavonoïques et Flavonoïdes	+++	+	++
Emodols	+++	+	0
Alcaloïdes	++	+++	
Dérivés anthracéniques	+++	++	0
Coumarines	++	+	
Proanthocyanidines	+	++	+
Stérols et triterpènes	+++	+++	0
Caroténoïdes	0	+++	+
Quinones			
Réactif de Bial	+++	++	0
Réactif de Foulger	+++	++	0
Polyphénols	0	++	+++

Tableau II: Screening chimique effectué sur les extraits de *Canthium multiflora*

Chemical groups	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	+	0	+++
Tanins	+++	+++	+++
Composés reducteurs	+++	+++	0
Phénols totaux	++	0	+++
Flavonoides	+++	+++	+++
Emodols	+++	+	0
Alcaloides	++	+++	
Proanthocyanidines	++	++	++
Derivés anthraceniques	+++	++	0
Coumarines	++	+	
Stérols et triterpènes	+++	+++	0
Carotenoides	0	+++	+
Réaction de Bial	+++	++	0
Réaction de Foulger	+++	++	0

Tableau III : Principes chimiques mis en évidence sur les extraits de *Syzygium rowlandii*

Groupes chimiques	Chloroformique	Méthanolique	Aqueux
Saponosides	+	0	+++
Tanins	++	++	++
Composés reducteurs	+++	+++	0
Phénols totaux	++	0	+++
Flavonoïdes	0	++	++
Aglycones flavonoïques et flavonoïdes	+++	+	++
Emodols	+++	+	0
Alcaloïdes	++	+++	+
Proanthocyanes	+	+++	++
Dérivés anthracéniques	+++	++	0
Coumarins	++	++	+
Stérols and triterpènes	+++	+++	0
Caroténoïdes	0	+++	+
Réaction Bial	+++	++	0
Réaction Foulger	+++	++	0
Polyphénols	0	++	+++

Tableau IV: Principes chimiques mis en évidence dans *Fagara heitzii*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	+	+++	++
Composés réducteurs	+++	0	+++
Composés phénoliques	++	0	+++
Flavonoïdes	++	++	
Proanthocyanes	++	++	0
Anthocyanes	0	0	0
Dérivés anthracéniques	0		
Stérols et triterpènes	0	0	0
Caroténoïdes	0	+++	+
Réactif de Bial	+++	++	0
Réactif de Foulger	+++	++	0
Polyphénols	0	++	+++

Tableau V: Screening chimique de *Distemonanthus benthamianus*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	+	+++	+++
Composés réducteurs	+++	0	+++
Flavonoïdes	+++	++	++
Proanthocyanes	++	+++	+++
Anthocyanes	0	+	
Stérols et triterpènes	0	+	++
Polyphénols	0	++	+++

Tableau VI: Principes chimiques mis en évidence dans *Alstonia bonnei*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	+	+	+
Composés réducteurs	+++	0	++
Flavonoïdes	+++	++	+
Proanthocyanes	+	+	+
Dérivés anthracéniques	0		
Stérols et triterpènes	0	0	0

Tableau VII: Screening chimique de *Piptadeniastrum africanum*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	+	+++	++
Composés réducteurs	++	0	+++
Composés phénoliques	-	++	+++
Flavonoïdes	++	+++	+++
Proanthocyanes	+++	+++	++
Flavones	+++	++	+
Anthocyanes	+	0	+++
Stérols et triterpènes	+++	+++	++
Caroténoïdes	+	+++	+

Tableau VIII: Screening chimique de *Gambeya africana*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	+	+++	++
Composés réducteurs	+++	0	++
Flavonoïdes	+++	+++	++
Proanthocyanes	++	+++	+++
Flavones	0	0	0
Anthocyanes	++	++	++
Stérols et triterpènes	0	0	++
Polyphénols	+	++	+++

Tableau IX: Screening chimique de *Petersianthus macrocarpus*.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	+	++	+
Composés réducteurs	+++	0	0
Flavonoïdes	+++	++	++
Proanthocyanes	-	++	++
Flavones	0	0	0
Anthocyanes	0	++	++
Stérols et triterpènes	0	0	++
Polyphénols	-	+++	+++

Tableau X : Screening chimique de *Guibourtia ehie*

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	0	+++	+++
Composés réducteurs	++	+++	+
Composés phénoliques	0	+++	+++
Flavones	0	++	++
Flavonoïdes	0	+++	+++
Proanthocyanes	0	+++	+
Anthocyanes	+++	+	+++
Stérols et triterpènes	0	+++	+++

Tableau XI : Screening chimique effectué sur les extraits de Tali.

Groupes chimiques	chloroformique	méthanolique	aqueux
Saponosides	0	0	+++
Tanins	0	+++	+++
Composés réducteurs	++	++	+
Flavonoïdes	+	+++	+
Proanthocyanes	+	+++	++
Flavones	0	+++	++
Anthocyanes	+++	0	0
Stérols et triterpènes	0	+++	+++
Polyphénols	-	++	+++

ANNEXE 6: Sensibilité aux antibiotiques et antifongiques

Sensibilité aux antibiotiques

Tableau I : Diamètres d'inhibition en mm observés sur des bactéries

	gram	TE	P	SPT	PI	AM
<i>Enterococcus faecalis</i> 103.907 CIP	+	19 S	27 I	36 S	21 S	37 S
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569 BHI	+	18 I	21 I	25 S	22 S	30 S
<i>Listeria innocua</i> LMG 135668 BHI	+	14 R	27 I	21 S	19 S	33 S
<i>Staphylococcus aureus</i> 53154=ATCC 9144	+	26 S	19 I	21 S	22 S	20 S
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567 BHI	+	21 S	33 S	25 S	21 S	35 S
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293BHI	+	17 I	23 I	17 S	25 S	23 S
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	+	-	39±09 S	16±02 S	-	-
<i>Streptococcus pyogenes</i>	+	21 S	29 S	30 S	22 S	22 S
<i>Enterococcus faecalis</i> (n=3)	+	17 I	24 I	26 S	15 I	30 S
<i>E.coli</i> 105.182CIP	-	-	nd R	20 S	-	nd R
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	21 S	9 I	28 S	16 I	-
<i>Salmonella enterica</i>	-	16 R	nd R	27 S	15 I	12 I
<i>Proteus mirabilis</i> 104588CIP	-	15 R	7 R	27 S	11 I	16 I
<i>Shigella dysenteria</i> 54051 CIP	-	16 R	nd R	24 S	20 S	32 S

Pen: penicilline (10 µg), Spec: spectinomycine (100 µg), Te : Tétracycline (30 µg), PIP : Acide pipemidique (20 µg) ; AM : Ampicilline (10 µg).

Sensibilité aux antifongiques

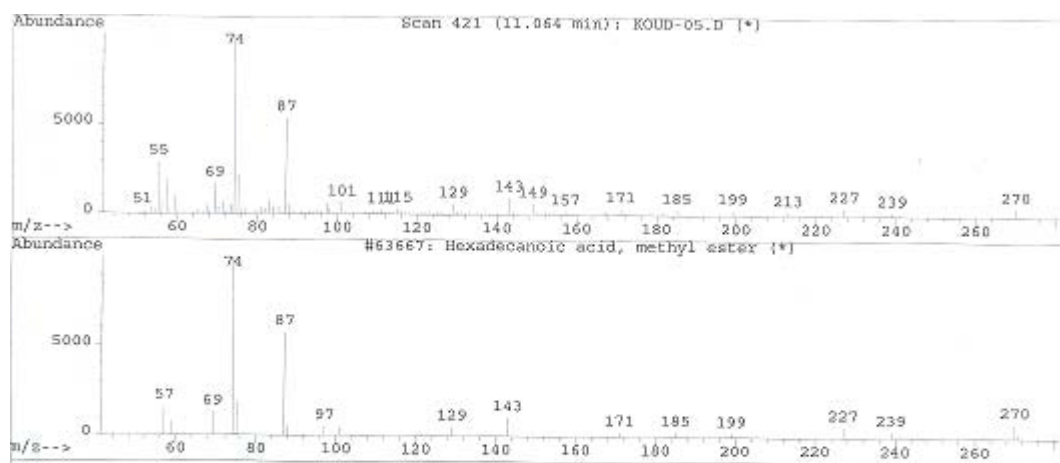
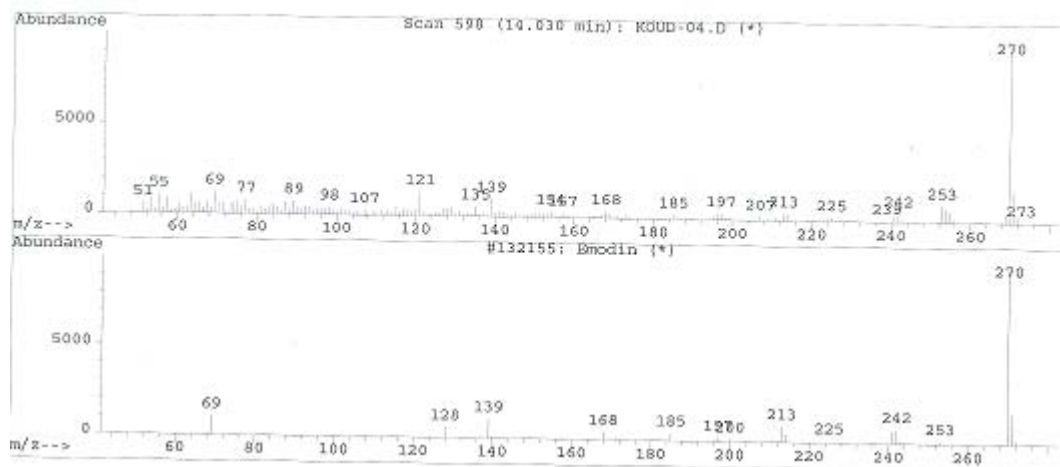
Tableau II : Diamètres d'inhibitions en mm observés sur des champignons

En µg	Fluconazole			Nystatine			Griséofulvine			Micozol		
	25	50	100	25	50	100	25	50	100	25	50	100
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	6	10	13	4	9	12	11	13	15	6	8	12
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	7	11	13	0	0	8	6	9	10	6	8	10
<i>Candida albicans</i> (n=4)	6±2	11±3	15±2	0±0	0±0	9±2	9±2	10±2	15±3	6±0	8±0	12±3

Tableau III : CMI des agents antifongiques en µg/ml

	CMI des agents antifongiques			
	Nystatin	Griséofulvine	Fluconazol	Ketoconazol
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	50	6,25	6,25	12,5
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	<50	25	25	50
<i>Candida albicans</i> (n=5)	<50	25	50	12,5

ANNEXE 7: Spectres de Masse des composés



ANNEXE 8 : Courbes d'étalonnage

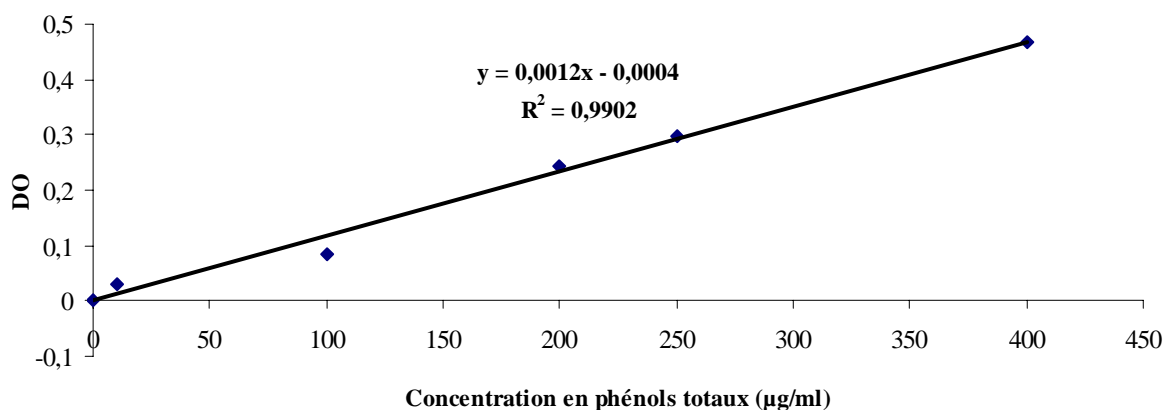


Figure 1: Courbe d'étalonnage des phénols totaux

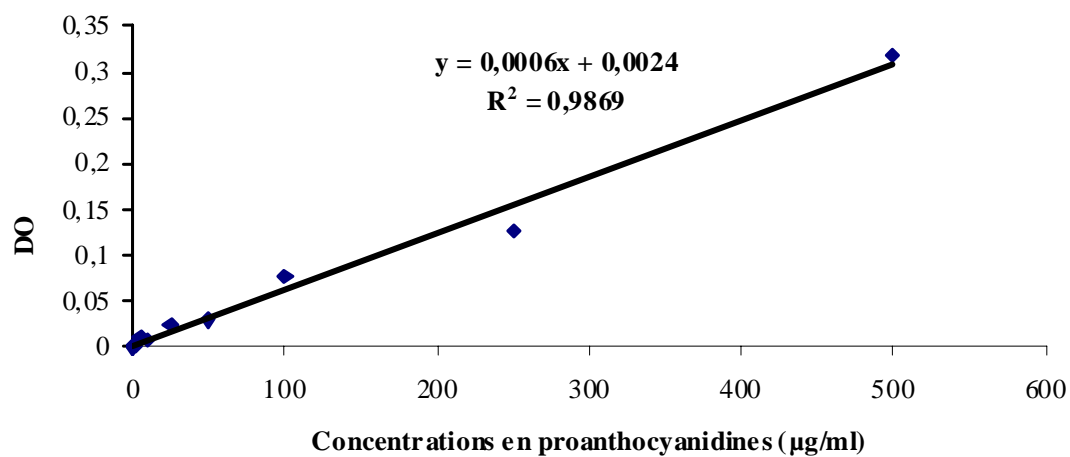


Figure 2: Courbe d'étalonnage des proanthocyanidines

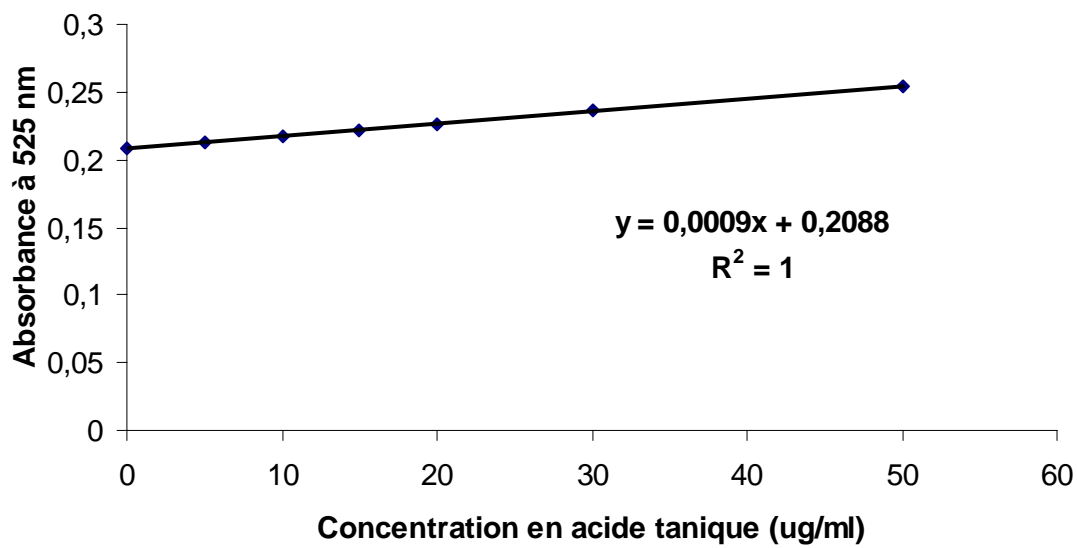


Figure 3: Courbe d'étalonnage de l'acide tanique

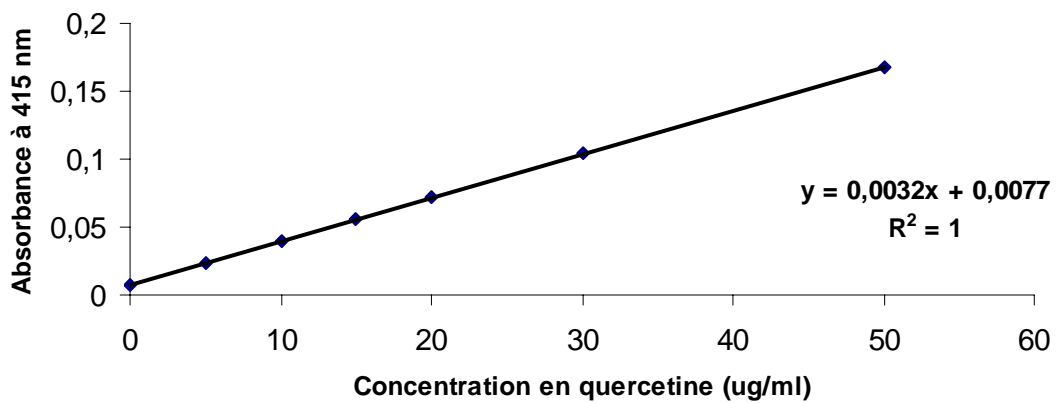
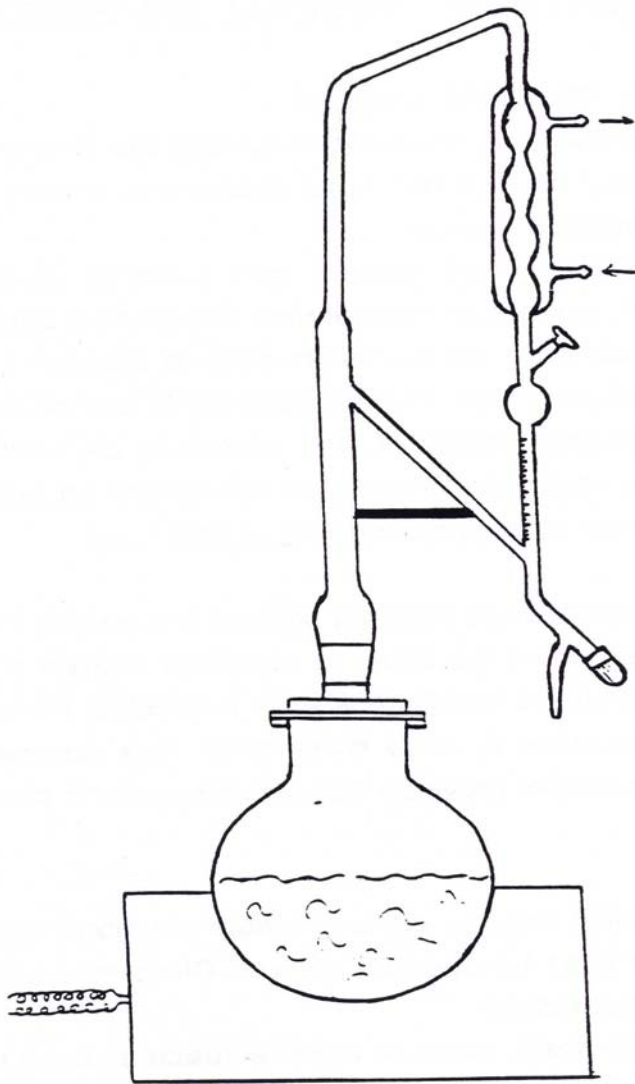


Figure 4: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

ANNEXE 9 : Appareil de type clevenger



Appareil de type
Clevenger

PUBLICATIONS EN RAPPORT
AVEC LA THESE

LISTE DES PUBLICATIONS EN RAPPORT AVEC LA THESE

1-Lassina Ouattara¹, Jean Koudou^{2*}, Louis C. E. Obame¹, Damintoti S. Karou¹, Alfred Traoré¹ and Jean Marie Bessière³. 2007. Chemical composition and Antibacterial Activity of *Cochlopermum planchoni* Hook. F. ex. Planch Essential Oil from Burkina Faso. Pakistan Journal of Biological Science. 10 (22) : 4177-4179.
ISSN 1028-8880 © 2007 Asian Network for Scientific Information.

2-Louis Clément Obame^{1,3}, Jean Koudou^{2*}, Brice S. Kumulungui³, Ismael H.N. Bassolé¹, Prosper Edou⁴, Aboubakar S. Ouattara¹ and Alfred S. Traoré¹. 2007. Antioxidant and antimicrobial activities of *Canarium schweinfurthii* Engl. Essential oil from Centrafrican Republic. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (20), pp. 2319-2323, 18 October 2007.
Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>
ISSN 1684-5315 © 2007 Academic Journals

3-Louis-Clément Obame^{1,4}, Jean Koudou^{2*}, Jean-Claude Chalchat³, Ismael Bassolé¹, Prosper Edou⁴, Aboubakar S. Ouattara¹ and Alfred S. Traore¹. 2007. Volatile components, antioxidant and antibacterial activities of *Dacryodes buettneri* H. J. Lam. essential oil from Gabon. Scientific Research and Essay Vol. 2 (11), pp. 491-495, November 2007.
Available online at <http://www.academicjournals.org/SRE>
ISSN 1992-2248 © 2007 Academic Journals

4-Louis Clément Obame^{1,2}, Prosper Edou², Ismaël H.N. Bassolé¹, Jean Koudou³, Huguette Agnanié⁴, François Eba² and Alfred S. Traoré¹. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam from Gabon. African Journal of Microbiology Research. Vol.(2) pp. 148-152, June, 2008.
Available online <http://www.academicjournals.org/ajmr>
ISSN 1996-0808 ©2008 Academic Journals

5-Jean Koudou^{1*}, Louis-Clément Obame^{2,3}, Prosper Edou³, Ismael Bassolé², François Eba³, Gilles Figueredo⁴, Alfred S. Traore² and Jean-Claude Chalchat⁵. 2008. Volatile constituents, antioxidant and antibacterial properties of *Daniella Klainei* Pierre ex A. Chev.essential oil Scientific Research and Essay Vol.3 (7), pp. 316-319, July 2008.
Available online at <http://www.academicjournals.org/SRE>
ISSN 1992-2248 © 2008 Academic Journals

6-J. Koudou, P. Edou, L. C. Obame, I. H. Bassolé, G. Figueredo, H. Agnanié, J. C. Chalchat and A. S. Traoré. Volatile components, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil of *Dacryodes edulis* G. Don from Gabon. Journal of Applied Sciences 8(19): 3532-3535, 2008.
ISSN 1812-5654 © 2008 Asian Network for Scientific Information

7-Louis-Clément Obame, Prosper Edou, Jean Koudou, Brice S. Kumulungui, Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat, Ismael H.Bassolé and Alfred S Traoré. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Aucumea klaineana* Pierre essential oil. (Submitted). Ms Number: Elsevier-96-503.

Full Length Research Paper

Volatile components, antioxidant and antibacterial activities of *Dacryodes buettneri* H. J. Lam. essential oil from Gabon

Louis-Clément Obame^{1,4}, Jean Koudou^{2*}, Jean-Claude Chalchat³, Ismael Bassolé¹, Prosper Edou⁴, Aboubakar S. Ouattara¹ and Alfred S. Traore¹

¹Centre de Recherche en Sciences Biologiques, Alimentaires et Nutritionnelles, Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie, Université de Ouagadougou 03 BP 7131 Ouagadougou Burkina Faso.

²Laboratoire de chimie des substances naturelles, Faculté des Sciences, Université de Bangui, BP 908 Bangui République Centrafricaine.

³Laboratoire de chimie des hétérocycles et des glucides, chimie des huiles essentielles. Les Cezeaux, 63177 Aubière France.

⁴Ecole Normale Supérieure, laboratoire pluridisciplinaire de chimie, BP 7131 Libreville, Gabon.

Accepted 31 October, 2007

The water-distilled oil obtained from resin of *Dacryodes buettneri* H.J.Lam, Burseraceae from Gabon was examined by GC and GC/MS. The analysis led to the identification of 28 components. The essential oil is characterized by a high proportion of terpinen-4-ol (27.33%) along with p-cymene (19%), α -pinene (13.23%), sabinene (4.40%) and isoascaridol (4%). The *in vitro* antioxidant activity was investigated with two methods: 2,2-diphenylpicrylhydrazyl radical (DPPH) scavenging assay and β -carotene bleaching test. Butylated hydroxytoluene (BHT) was employed as positive control. The essential oil showed antioxidant and DPPH radical scavenging activities, and it displayed the inhibition of lipid peroxidation. The essential oil was tested against twelve strains of bacteria using a broth microdilution method. *D. buettneri* essential oil exhibited antibacterial activity against almost microorganisms tested; however it was unable to inhibit growth of *Streptococcus pyogenes*.

Key words: *Dacryodes buettneri*, Burseraceae, essential oil, antioxidant, antibacterial.

INTRODUCTION

Dacryodes buettneri H.J. Lam (Burseraceae) is a perennial tree which grows to a height of approximately 50 m in the equatorial forest region from Gabon to Equatorial Guinea. It is widely distributed in dense and secondary forests. The scars of bark exude a limpid resin that becomes opaque while solidification. The resin spreads a strong odor and gives white and hard clusters (Raponda-Walker and Sillans, 1961). In Gabon, *D. buettneri* is used to treat fever, constipation, jaundice, malaria, microbial infections, diarrhoea; the resin is used as disinfectant and astringent (our own investigations). Aromatherapy is now considered to be another alternative way in healing people and the therapeutic values of aromatic plants lie in

their volatile constituents such as monoterpenoids, sesquiterpenoids and phenolic compounds that produce a definite physiological action on the human body (Bruneton, 1987). To our knowledge, no study concerning the chemical composition and pharmacological properties of the *D. buettneri* essential oil has been done before. The present work reports results of a detailed analysis of the composition of the resin oil and its antioxidant and antibacterial activities with the aim to contributing to the search for beneficial uses of this plant.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl) radical was obtained from Fluka, BHT (Butylhydroxytoluene) from Sigma, tetracycline and ticarcilline (Bio-Rad Marnes-la coquette-France), fluconazole and griseofulvin

*Corresponding author. E-mail: jean_koudou@yahoo.fr. Fax: +226.50.36.85.73.

(Bio-Rad-la coquette-France), sodium sulphate and acetone from Prolabo; β -carotene, linoleic acid, tween 80 from Merck; all the solvents were of analytical grade.

Plant material

The resins of *D. buettneri* were collected in February 2007 from Sebang Herbarium of IPHAMETRA, Libreville, Gabon. A voucher specimen has been identified and deposited at the Sebang Herbarium of IPHAMETRA. The essential oil was extracted from resin (500 g) by hydrodistillation in a clavenger-type apparatus for 4 h and was dried, after decantation, over anhydrous sodium sulphate.

Analysis

GC analyses were performed on Hewlett-Packard HP 6890 equipped with a split/splitless injector (280°C), a split ratio 1:10, using a HP-5 capillary column (25 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 μ m). The temperature was 50°C (5 mn) rising to 300°C at a rate of 5°C / mn. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 ml/mn. The injection of each sample consisted of 1.0 μ l of oil diluted to 10% (v/v) with acetone. GC-MS analyses were obtained on a Hewlett-Packard 5973/6890 system operating in EI mode (70 eV), equipped with a split/splitless injector (280°C), a split ratio 1:10 using two different columns: a fused silica HP-5 MS capillary column (25 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 μ m), and a HP – Innowax capillary column (60 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 μ m). The temperature program for the HP-5 MS column was 50°C (5 mn) rising to 300°C at a rate of 5°C/ mn and for the HP-Innowax column, 50 – 250°C at a rate of 5°C/ mn. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 ml/mn. Retention indices of all compounds were determined according to Van Den DOOL approach (1963).

Components were identified by comparison of their mass spectra and their retention indices with those of libraries and literature data (Mc Lafferty and Stauffer, 1989; Adams, 2001; Joulain and König, 1998).

Determination of DPPH Radical Scavenging activity

The free radicals scavenging activity of essential oil was determined according to the method described by Burits and Bucar (2000). Experiments were carried out as described previously (Kordali et al., 2005). Briefly, 0.5 mM DPPH radical solution in methanol was prepared, and then 1 ml of this solution was mixed with 3 ml of the sample solution in ethanol. Various concentrations of extracts were obtained. BHT was used as a positive control at 100 μ g/ml concentration. After incubation for 30 min in the dark, the absorbance was measured at 517 nm. Decrease in the absorbance of the DPPH solution indicates an increase in DPPH radical scavenging activity. This activity is given as percent DPPH radical scavenging, which is calculated with the equation:

$$\text{DPPH radical scavenging (\%)} = \left[\frac{\text{control absorbance} - \text{sample absorbance}}{\text{control Absorbance}} \right] \times 100$$

Control contained 1 ml of DPPH solution and 3 ml of ethanol. The measurements of DPPH radical scavenging activity were carried out for three sample replications, and values are an average of three replicates.

Determination of antioxidant activity

The antioxidant capacity of the essential oil was determined according to the method described by Dapkevicius et al. (1998). 0.5 mg of β -carotene was dissolved in 1 ml of Chloroform (HPLC grade); 25 μ l

of linoleic acid and 200 mg of tween 40 were added as emulsifier because β -carotene is not water soluble. Chloroform was completely evaporated using a vacuum evaporator. Then, 100 ml of distilled water saturated with oxygen was added with vigorous shaking at a rate of 100 ml/min for 30 min; 2500 μ l of this reaction mixture was dispersed to test tubes, and 350 μ l portions of extracts, prepared in 2 g/l concentrations, were added. The emulsion system was incubated for up to 48h at room temperature. The same procedure was repeated with a positive control BHT and a blank. After this incubation time, the absorbance of the mixture was measured at 490 nm. Antioxidant capacities of extracts were compared with those at the BHT and the blank. Tests were carried out in triplicate.

The relative antioxidant activity (RAA %) of the extracts was calculated from the equation:

$$\text{RAA (\%)} = \left(\frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{BHT}}} \right) \times 100$$

Where A_{BHT} is the absorbance of the positive control BHT and A_{Sample} is the absorbance of the extract.

Statistical analysis

Data were expressed as mean \pm SEM. A one way variance was used to analyse data. $P < 0.01$ represented significant difference between means (Duncan's multiple range test).

Antibacterial activity

Reference strains used were *Bacillus cereus* LMG 13569, *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Escherichia coli* CIP NCTC 11609, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Salmonella enterica* CIP105150, *Shigella dysenteriae* CIP 5451, *Staphylococcus aureus* ATCC9244, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC25293 BHI, *Staphylococcus carnosus* LMG13567 BHI. While the clinical strains used were *E. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, *Streptococcus pyogenes*. They were kindly provided by the St Camille Hospital of Ouagadougou, Burkina Faso.

A broth microdilution method was used to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum bactericidal concentration (MBC) (Bassole et al., 2003). All tests were performed in Mueller-Hinton Broth (Becton Dickinson, USA). A serial doubling dilution of each essential oil was prepared in 96 wells plates over the range 0.03 – 8% (v/v). The broth was supplemented with tween 80 at a concentration of 0.1% in order to enhance essential oils solubility. The tween 80 was at a final concentration of 0.001% (v/v).

Overnight broth cultures of each strain were prepared in Nutrient Broth (Diagnostic Pasteur, France) and the final concentration in each well was adjusted to 5×10^5 CFU/ml following inoculation. The concentration of each inoculum was confirmed by viable count on Plate Count Agar (Merck, Germany). Positive and negative growth controls were included in every test. The tray was incubated aerobically at 30°C (Gram-negative strains) or 37°C (Gram-positive strains) and MICs were determined. MIC was recorded as lowest concentration of essential oil demonstrating no visible growth in the broth. To determine MBC values, 10 μ l of bacterial suspension were removed from each well and inoculated in Mueller-Hinton Agar for 24 h at 30 or 37°C. MBC was defined as a lowest concentration of essential oil killing 99.9% of bacterial inocula (Michel Briand, 1986).

RESULTS AND DISCUSSION

The hydro distillation of the resin of *D. buettneri* gave a mobile essential oil in about 6.68% (w/w) yield. The com-

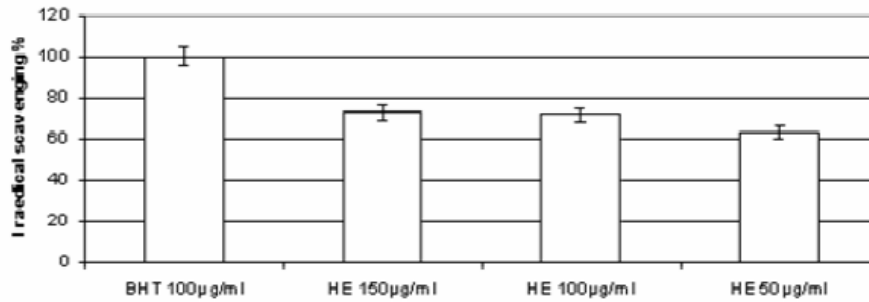


Figure 1. DPPH radical scavenging activity of *D. buettneri* H. J.Lam essential oil.

Table 1. Constituents of the essential oil of *D. buettneri* H.J.Lam. Table 1.

Component	Retention indices	Percentage
α-thujene	931	0.60%
α-pinene	939	13.23%
Camphene	953	0.15%
sabinene	976	4.40%
β-pinene	980	42%
menth-3-ene	1000	0.10%
α-phellandrene	1005	1.60%
α-terpinene	1017	0.10%
p-cymene	1026	19.0%
Limonene	1031	1.80%
β-phellandrene	1032	3.0%
1,8-cineol	1033	0.35%
γ-terpinene	1062	1.15%
cis sabinene hydrate	1070	0.05%
terpinolene	1089	0.40%
p- cymene	1091	(<0.01%)
cis p- menth-2-en-1-ol	1122	0.34%
terpinen-1-ol	1135	0.07%
transpamenth-2-en-1-ol	1141	0.40%
camphre	1143	0.07%
terpinen-4-ol	1177	27.33%
Cryptone	1190	0.71%
α-terpineol	1195	2.08%
trans piperitol	1208	0.23%
eucarvone	1249	1.65%
piperitone	1252	0.33%
ascaridol	1269	0.19%
isoascaridiol	1324	4.0%
α-copaene	1379	0.16%

compounds identified in the oil are listed in Table 1 according to their order of elution on HP5. A total of 28

components were identified (85.91%). The oil contains exclusively terpenoid compounds with monoterpenoids (85.75%) being predominant. The hydrocarbons and the oxygenated compounds accounted for 48.11 and 37.80% of the constituents of the oil, respectively. Only one sesquiterpenoid was detected of which α-copaene accounted for 0.16%. Among the hydrocarbons five monoterpenoids were detected of which p-cymene (18.87%), α-pinene (13.23%), sabinene (4.40%) were the most dominant and among the oxygenated compounds terpinen-4-ol had a high percentage (27.33%).

The result of DPPH free radicals scavenging activity is shown in Figure 1. The essential oil obtained from resin exhibited a strong scavenging action at 100 µg/ml however it showed a weak scavenging activity in comparison to the activity of a BHT 100 µg/ml concentration. In the case of the linoleic acid system, the essential oil possessed strong antioxidant ability for preventing the linoleic acid oxidation, but this effect was lower than that of BHT at 100 µg/ml concentration (Figure 2). The strong antioxidant and DPPH radical scavenging activities of *D. buettneri* essential oil can be attributed to the presence of some components that have antioxidant activity: 1,8 cineole, α-pinene, β-pinene (Houghton, 2004), terpinen-4-ol (Lee and Shibamoto, 2006), p-cymene, γ-terpinene (Sonboli et al.,2005).

In the present study, MICs and MBCs varied from 0.25 to 8% for all bacterial strains tested (Table 2). In order to elucidate the antibacterial effect, MBC/MIC ratios were calculated. When the ratio value was lower than 1, essential oil exhibited a bactericidal effect. The better MICs were observed with *Shigella dysenteria* CIP 5451, *S. aureus* ATCC 9244, *E. faecalis* CIP 103907, *S. camorum* LMG 13567 BHI, *E. faecalis* CIP 103907, and *B. cereus* LMG 13569. The most sensitive strain was *S. dysenteria* CIP5451. However, in the most cases the MIC was equivalent to the MBC and indicated a bactericidal action of the oil. The essential oil was bactericidal for *B. cereus* LMG13569, *E. faecalis* CIP103907, *S. dysenteria* CIP5451, *S. aureus* ATCC9244, *S. camorum* LMG13567. The most resistant strain with high MIC and MBC was *S. pyogenes*. The antibacterial spectrum of essential oil was

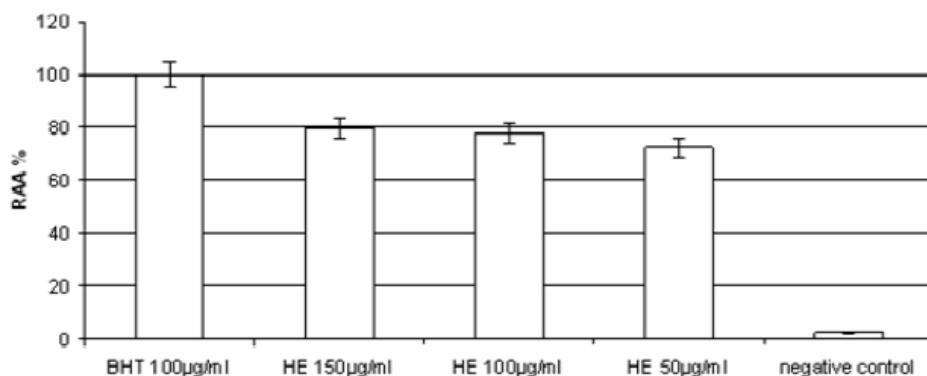


Figure 2. Antioxidant activity by-β-carotene bleaching test of *D. buettneri* H. J.Lam essential oil.

Table 2. Minimum inhibitory concentration, minimum bactericidal concentration data (%v/v) obtained by microdilution method. Each value represents mean of three different observations.

Reference strains	Origin	MIC (%)	MBC (%)
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	0.5	0.5
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	0.5	0.5
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	1	1
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	1	1
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	0.25	0.25
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	0.5	0.5
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	0.5	0.5
Hospital strains			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Foecal	1	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vaginal liquid	8	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaginal liquid	1	1
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Vaginal liquid	8	8

large and might be due to its different components such as: p-cymene, γ-terpinene, 1, 8 cineole (Sonboli et al., 2005), terpine-4-ol, terpineol (Carson et al., 2006). Almost the proportions of these components were relatively low in this oil; possible synergistic and antagonistic effects of compounds in the oil should be taken into consideration.

Conclusion

In conclusion, the essential oil of *D. buettneri* was bactericidal for almost the strains tested. Considering the abundance of these volatile compounds in the oil, the total antioxidant activity of the oil was significant. Furthermore the *D. buettneri* essential oil might help to prevent oxidative damage in the human body, such as lipid peroxidation which was associated with cancer, prema-

turing aging, atherosclerosis and diabetes. These results showed that the essential oil could be used as a potential natural antioxidant and antibacterial agent.

REFERENCES

- Adams RP (2001). In: Identification of Essential oils Components by Gas Chromatography-Quadrupole Mass Spectrometry. Allured Pub. Corp., Card Stream, Illinois, USA.
- Bruneton J (1987). *Éléments de phytochimie et de pharmacognosie. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.*
- Bassolé IHN, Ouattara AS, Nebie R, Ouattara CAT, Kaboré ZI, Traoré SA (2003). Chemical composition and antibacterial activities of essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora*. *Phytochemistry* .62: 209-2112.
- Burits M, Bucar F (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytother. Res.* 14: 323-328.
- Carson CF, Hammer KA, Riley TV (2006). *Melaleuca alternifolia* (Tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal plants. *Clin. Microbiol. Rev.* 19(1): 50-62

- Dapkevicius A, Venskutonis R, Van Beek TA, Linssen JPH (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *J. Sci. Food Agric.* 77: 140-146.
- Houghton Peter J. (2004). Activity and constituents of Sage relevant to the potential treatment of symptoms of Alzheimer's disease. *Herbal Gram.* 61: 38-54
- Joulain D, König WA (1998). *The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons.* E.B. Verlag, Hamburg.
- Lee KG, Shibamoto T (2001). Antioxidant activities of volatile components isolated from Eucalyptus species. *J. Sci. Food Agric.* 81: 1573-1579
- McLafferty FW, Stauffer DB (1989). *The Wiley NBS registry of Mass Spectral Data.* 2nd Edition. J. Wiley and Son. NY.
- Raponda-Walker A, Sillans R (1961). *Plantes utiles du Gabon.* Lechevalier, Paris.
- Sonboli A, Saleli P, Kanani MR, Ebrahimi SN (2005). γ -terpinene, p-cymene antibacterial and antioxidant activities. *Z. Naturforsch.* 60c:534-538.

Full Length Research Paper

Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam from Gabon

L. C. Obame^{1,2}, P. Edou², I. H. N. Bassolé^{1*}, J. Koudou³, H. Agnanié⁴, F. Eba² and A. S. Traore¹

Accepted 14 March, 2008

The essential oil obtained by hydrodistillation from the resin of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam was simultaneously analyzed by gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Twenty four components were identified in the essential oil and the main components were sabinene (21.8%), terpinene-4-ol (19.8%), α -pinene (17.5%) and *p*-cymene (11.3%), respectively. The antioxidant capacity of the essential oil was examined using an *in vitro* radical scavenging activity test and β -carotene-linoleic acid assays. In the 2,2-Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) test system, the IC₅₀ value of *D. edulis* oil was 68.5 \pm 2.29 μ g/ml. In the β -carotene-linoleic acid test system, oxidation of linoleic acid was effectively inhibited by *D. edulis* (70.0%). The oil was less effective than butylated hydroxytoluene (BHT). Furthermore, the essential oil was evaluated for its antimicrobial activity using disc diffusion and microdilution methods. The essential oil showed better activity against bacterial species than against yeast.

Key words: *Dacryodes edulis*, Burseraceae, essential oil, antimicrobial activity; antioxidant activity; gas chromatography-mass spectrometry.

INTRODUCTION

Dacryodes edulis, named "African pear" or "Safou", is a tropical tree producing a consumable fruit, which softens when heated and then would be eaten with cassava or as a dessert. The native area of Safou extends from Sierra Leone to Uganda to the east and to Angola to the south. It is an attractive tree, usually 8 - 12 m in height, but sometimes reaching 20 - 25 m in dense forest stands. Safou belongs to the family of Burseraceae. The wounded bark exudes a limpid resin that becomes opaque while solidifying. The burning resin releases a strong odour (Raponda and Sillans, 1961).

D. edulis has a long history of use in folk medicine. Traditional healers in Nigeria and in the Democratic Republic of Congo use the plant to treat various infections. It is used in traditional medicine as a remedy for parasitic skin diseases, jigger, mouthwash, tonsillitis and drepanocytosis (Burkill, 1994; Mpiana et al., 2007).

Essential oils from different parts of *D. edulis* have been isolated and analyzed. Essential oil of untreated,

boiled and roasted fruits contains many constituents among which α -pinene, β -pinene, myrcene, limonene and sabinene were found to be the main compounds (Jirovetz et al., 2003). The stem bark essential oil contains predominantly terpinen-4-ol, α -thujene and α -pinene, whilst α -phellandrene is the major component of the root bark oil. β -caryophyllene is a dominant constituent of the leaf oil (Onocha et al., 1999). The resin has been reported to yield a peppery essential oil that is rich in sabinene, β -phellandrene and limonene (Burkill, 1994).

Information concerning *in vitro* antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil from the resin of *D. edulis* has not been reported earlier. The aim of this study was to evaluate the *in vitro* antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil from resin of *D. edulis* from Gabon.

MATERIALS AND METHODS

Plant material

The resin of *Dacryodes edulis* was collected in December 2006 from the Herbarium Sebang of IPHAMETRA in Libreville (Gabon). A voucher specimen has been deposited at the Herbarium of

*Corresponding author. E-mail: ismael.bassole@univ-ouaga.bf.

IPHAMETRA and the Laboratoire Pluridisciplinaire des Sciences (LAPLUS) de l'École Normale Supérieure de Libreville Gabon.

Essential oil isolation and analysis

The resins of *Dacryodes edulis* G. Don were subjected to hydro-distillation for 3 h using a Clevenger-type apparatus. The oil obtained was dried over anhydrous sodium sulfate, filtered and stored in a sealed vial in the dark at 4°C before analysis and bioassay tests.

GC analysis was performed on a Hewlett Packard 6890 gas chromatograph equipped with a FID and HP-5ms capillary column (bonded and cross-linked 5% phenyl-methylpolysiloxane 30 m · 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 μm). Injector and detector temperatures were set at 250 and 300°C, respectively. The oven temperature was held at 50°C for 5 min, then programmed to 240°C at a rate of 4°C/min. Helium was the carrier gas, at a flow rate of 1 ml/min. Diluted samples (1/100 in acetone, v/v) of 1.0 μl were injected manually and in the splitless mode. Quantitative data were obtained electronically from FID area percent data.

GC-MS analysis of the essential oil was performed under the conditions given above with GC, using a Hewlett Packard 6890 gas chromatograph equipped with a Hewlett Packard 5973 mass selective detector in the electron impact mode (70 eV). Mass range was from 35 to 450 m/z. *n*-Alkenes were used as reference points in the calculation of the Kovats Indices (K.I.). Identification of the oil components was done by comparison of their relative retention index and mass spectra with those of NIST library data of the GC-MS system and literature data (Adams, 2001).

Antioxidant activity

2,2-Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) assay

The hydrogen atoms or electron-donating ability of the corresponding extracts and butylated hydroxytoluene (BHT) was determined from the bleaching of purple-coloured methanol solution of DPPH. This spectrophotometric assay uses the stable radical DPPH as a reagent (Tepe et al., 2004, 2005). Briefly, 0.5 mM DPPH radical solution in methanol was prepared, and then 1 ml of this solution was mixed with 3 ml of the sample solution in ethanol. After incubation for 30 min in the dark, the absorbance was measured at 517 nm. Decreasing the absorbance of the DPPH solution indicates an increase in DPPH radical scavenging activity. This activity is given as percent DPPH radical scavenging, which is calculated with the equation: %DPPH radical scavenging = [(control absorbance - sample absorbance)/control absorbance] × 100. The control contained 1 ml of DPPH solution and 3 ml of ethanol. The measurements of DPPH radical scavenging activity were carried out for three sample replications, and values are an average of three replicates.

Beta-carotene-linoleic acid assay

In this assay, antioxidant capacity is determined by measuring the inhibition of the volatile organic compounds and the conjugated diene hydroperoxide formation from linoleic acid oxidation (Tepe et al., 2005). A stock solution of Beta-carotene-linoleic acid mixture was prepared as follows: 0.5 mg of β-carotene was dissolved in 1 ml of chloroform (HPLC grade), and 25 μl of linoleic acid and 200 mg of Tween-40 were added as emulsifier since β-carotene is not water soluble. Chloroform was completely evaporated using a vacuum evaporator. Then, 100 ml of oxygen-saturated distilled water was added with vigorous shaking at a rate of 100 ml/min for 30 min; 2500 μl of this reaction mixture was dispensed into test tubes, and 350 μl volumes of extracts, prepared in 2 g/l concentrations, were added. The emulsions were incubated for up to 48 h at room tem-

perature. The same procedure was repeated with a positive control BHT and a blank. After this incubation time, the absorbance of the mixture was measured at 490 nm. Antioxidant capacities of the extracts were compared with that of BHT and the blank. Tests were carried out in triplicate.

Microbial strains

The essential oil of resin from *Dacryodes edulis* was tested against a panel of microorganisms, including reference and clinical strains. Reference strains were *Bacillus cereus* LMG 13569, *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Escherichia coli* CIP 105182, *Listeria innocua* LMG 113568, *Salmonella enterica* CIP 105150, *Shigella dysenteriae* CIP 5451, *Staphylococcus aureus* ATCC 9244, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus camorum* LMG 13567, *Candida albicans* ATCC 10231 and *Candida albicans* ATCC 90028.

Clinical strains of *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* and *C. albicans* were isolated at the Laboratoire de Biologie Médicale Saint Camille de Ouagadougou.

Disc diffusion method

The agar disc diffusion method was employed for the screening of antimicrobial activities of the essential oils (NCCLS, 1997). The test was performed in sterile Petri dishes (90 mm diameter) containing solid and sterile Mueller-Hinton agar medium (Becton Dickinson, USA) for bacterial strains and Sabouraud-Dextrose agar for the yeasts. The oil absorbed on sterile paper discs (5 μl per Whatman disc of 6 mm diameter) were placed on the surface of the media, previously inoculated with 0.1 ml of microbial suspension. One filter paper disc was placed per Petri dish in order to avoid a possible additive activity, exhibited via the vapour phase, of the components from more than one disc. Every dish was sealed with laboratory film to avoid evaporation, then incubated aerobically at 30 or 37°C for 24 h. Tetracycline (30 UI), ticarcilline (75 μg), fluconazole (100 μg) and griseofulvin (100 μg) were used as standard antibiotics. Results were interpreted in terms of diameter of the inhibition zone: (-): < 6 mm; (+): 6 – 10 mm; (++) : 11 – 15 mm; (+++) : ≥ 16 mm. All tests were performed in triplicate.

Microdilution method

A microdilution broth susceptibility assay was used, as recommended by NCCLS, for the determination of the minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum bactericidal concentration (MBC) (NCCLS, 1999). All tests for bacteria were performed in Mueller-Hinton Broth (Becton Dickinson, USA) supplemented with Tween-80 detergent (final concentration of 0.5% (v/v)), and for the yeasts Sabouraud-Dextrose broth + Tween-80 was used. A serial doubling dilution of the essential oil was prepared in 96 wells plates over the range 0.25 – 32% (v/v).

Overnight cultures of each strain were prepared in Nutrient broth (Diagnostic Pasteur, France) and the final concentration in each well was adjusted to 5×10^5 CFU/ml following inoculation. The concentration of each inoculum was confirmed by viable count on Plate Count Agar (Merck, Germany).

Positive and negative growth controls were included in every test. The tray was incubated aerobically at 30 or 37°C and MICs were determined. The MIC was defined as the lowest concentration of the essential oil at which the microorganism tested does not demonstrate visible growth. To determine MBCs, 10 ml broth was taken from each well and inoculated in Mueller-Hinton Agar (Becton Dickinson, USA) for 24 h at 30 or 37°C. The MBC was defined as the lowest concentration of the essential oil at which 99.99% or more of the initial inoculum was killed. The number of surviving

Table 1. Chemical composition of the essential oil of *D. edulis*.

Pics	K.I. HP-5ms column	Compounds	Percentage
1	927	α thujene	1.56
2	935	α -pinene	17.47
3	951	camphene	0.24
4	975	sabinene	21.77
5	979	β -pinene	4.27
6	1001	menth-3-ene	0.37
7	1007	α -phellandrene	0.22
8	1009	δ -3-carene	0.23
9	1018	α terpinene	1.22
10	1026	para cymene	11.29
11	1031	limonene	5.72
12	1032	β -phellandrene	0.99
13	1034	1,8-cineol	0.68
14	1060	γ -terpinene	5.84
15	1072	cis hydrate sabinene	1.08
16	1086	terpinolene	1.08
17	1102	trans hydrate sabinene	0.4
18	1127	cis para menth-2-en-1-ol	0.4
19	1145	trans paramenth-2-en-1-ol	0.37
20	1184	terpinene-4-ol	19.79
21	1189	Para cymene-8-ol	0.13
22	1197	α -terpineol	3.01
23	1211	trans piperitol	0.2
24	1257	Piperitone	0.22

organisms was determined by viable count.

RESULTS AND DISCUSSION

This is the first report on the composition of resin oil from *D. edulis* growing in Gabon. Hydrodistillation of the resin oil of *D. edulis* gave the limpid oil with a specific odour in 0.68% (v/w) yield. The volatile samples were analyzed simultaneously by GC and GC-MS methods. The list of compounds detected, together with their relative percentages and relative retention indices, are given in Table 1 in order of their elution on a HP-5ms capillary column. Twenty-four compounds were identified and constituted 98.5% of the total oil. Sabinene (21.8%), terpinene-4-ol (19.8%), α -pinene (17.5%) and *p*-cymene (11.3%) were the major components comprising the 70.3% of the essential oil. While under steam distillation, the resin has been reported to yield a peppery essential oil rich in. This chemotype is different from sabinene, β -phellandrene and limonene one reported by Burkill (1994).

The essential oil was subjected to screening for their possible antioxidant activity by two complementary test systems, namely DPPH free radical scavenging and β -carotene-linoleic acid assays. BHT was used as positive

control in both test systems. In the DPPH test system, the IC_{50} value of *D. edulis* oil was 68.5 ± 2.3 μ g/ml. In the β -carotene-linoleic acid system, oxidation of linoleic acid was effectively inhibited by *D. edulis* (70.0%). When compared to BHT, the oil was less effective. This could be due to the chemical composition of the essential oil, as the essential oil contained mainly monoterpene hydrocarbons such as sabinene, terpinene-4-ol, α -pinene, *p*-cymene, γ -terpinene, limonene, β -pinene and α -terpineol (Table 1). Indeed, these compounds are known to possess a weak antioxidant activity (Tepe et al., 2005).

The antimicrobial activity of the essential oil of *D. edulis* against 16 species of microorganisms by the disc diffusion method and the broth microdilution is reported in Table 2. The results showed that the essential oil of *D. edulis* had an antimicrobial activity against all tested microorganisms. In all cases the MIC was equivalent to the MBC, indicating a bactericidal action of the oil of *D. edulis* G. Don. The essential oil showed better activity against bacterial species than against yeast. It has frequently been reported that Gram-positive bacteria are more sensitive to plant oil and their components than Gram-negative bacteria (Consentino et al., 1999; Karaman et al., 2003; Sahin et al., 2002). However, the

Table 2. Antimicrobial activity from resin essential oil of *D. edulis* from Gabon.

Reference strains	Antibiotics		<i>Dacryodes edulis</i>		
	Tetracycline	Ticarcilline	DD ^a	MIC ^b	MBC ^b
Bacterial strains					
<i>Bacillus cereus</i> LMG 13569	+++	+++	+++	1	1
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP 103907	+++	+++	+++	1	1
<i>Escherichia coli</i> CIP 105182	+++	+	+++	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	++	+++	+++	4	4
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	++	NT	+++	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP 105150	++	+++	+++	1	1
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP 5451	+++	+++	+++	1	1
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9244	+++	+++	+++	1	1
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG 13567	+++	NT	+++	2	2
<i>Enterococcus faecalis</i> (Clinical isolate)	+++	+++	+++	2	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Clinical isolate)	+++	NT	+++	16	16
<i>Staphylococcus aureus</i> (Clinical isolate)	+++	+++	+++	8	8
<i>Streptococcus pyogenes</i> (Clinical isolate)	+++	+++	+++	8	8
Fungal strains	Fluconaz1	Griseofulvin		MIC	MIF
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	++	++	+++	8	8
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	+	+	+++	16	16
<i>Candida albicans</i> (Clinical isolate)	-	+	+++	8	8

^a Tested at a concentration of 5 µl/disc

^b Values given as percentage

NT: Not tested

Results of disc diffusion (DD) method were interpreted in terms of diameter of inhibition zone: (-): <6 mm; (+): 6 – 10 mm; (++) : 11 – 15 mm; (+++): ≥ 16 mm

results in this study showed that essential oil of *D. edulis* did not have selective antimicrobial activities on the basis of the cell wall differences of bacterial microorganisms. Based on these results, it is possible to conclude that the essential oil has a stronger and broader spectrum of antimicrobial activity. This result may be explained by the high content of terpinene-4-ol (19.8 %) and α -pinène (17.4%) in the essential oil of *D. edulis* analyzed in the present study. Antibacterial and antifungal activities of these compounds have been reported in previous studies (Carson and Riley, 1995; Cox et al., 2001; Inouye et al., 2001).

Since there are no previous reports on the antioxidative and antimicrobial activities of the plant oil presented here, our study may be considered as the first report on the antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil of *D. edulis*. Our work showed that essential oil of *D. edulis* possesses potential antimicrobial activity.

This result may indicate that essential oil of *D. edulis* can be used as natural preservatives in food against the well-known causal agents of foodborne diseases and food spoilage.

REFERENCES

- Adams RP (2001). Identification of Essential oils Components by Gas Chromatography-Quadrupole Mass Spectrometry. Allured Publishing Corp., Card Stream, Illinois, USA p. 456.
- Burkill HM (1994). Useful plants of West Tropical Africa. Vol. 2. Families E-I. Royal Botanical Gardens, Kew 2nd. Ed. pp.1-17.
- Carlson CF, Riley TV (1995). Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. J. Appl. Bacteriol. 78: 264-269.
- Consentino S, Tuberoso CIG, Pisano B, Satta M, Mascia V, Arzedi E, Palmas F (1999). in vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. Lett. Appl. Microbiol. 29:130-135.
- Cox SD, Mann CM, Markham JL (2001). Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. J. Appl. Microbiol. 91: 492-497.
- Inouye S, Tsuruoka T, Uchida K, Yamaguchi H (2001). Effect of sealing and Tween 80 on the antifungal susceptibility testing of essential oils. Microbiol. Immunol. 45: 201-208.
- Jirovetz L, Buchbauer G, Ngassoum MB (2004). Chemical composition and olfactory characterisation of essential oils of fruits and seeds of African pear (*Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam) from Cameroun Ernährung/Nutrition. 27:5-7.
- Karaman I, Sahin F, Gulluce M, Ogutcu H, Sengul M, Adiguzel A (2003). Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus* L. J. Ethnopharmacol. 85: 231-235.
- Mpianaa PT, Tshibangua DST, Shetondea OM, Ngboluab KN (2007). In

- in vitro* antitrepanocytary activity (anti-sickle cell anemia) of some congolese plants. *Phytomedicine* 14 192–195.
- NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) (1997). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Test, sixth ed. Approved standard. M2-A6, Wayne, PA.
- NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) (1999). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Test. Ninth International Supplement. M100-S9, Wayne, PA.
- Onocha PA, Ekundayo O, Oyelola O, Laakso I (1999). Essential oils of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam (African pear). *Flavour Fragr. J.* Cross. Ref. Chem. Port. 14: 135-139.
- Raponda W, Sillans S (1961). *Plantes utiles du Gabon*. Edition Lechevalier, Sepia. p. 614.
- Sahin F, Karaman I, Gulluce M, Ogutcu H, Sengul M, Adiguzel A (2002). Evaluation of antimicrobial activities *Satureja hortensis* L. J. *Ethnopharmacol.* 87:61-65.
- Tepe B, Sokmen M, Sokmen A, Daferera D, Polissiou M (2004). Antimicrobial and antioxidative activity of the essential oil and various extracts of *Cyclotrichium organifolium* (Labill.) Manden, Scheng. J. *Food. Eng.* 69 :335-342.
- Tepe B, Sokmen M, Akpulat HA, Daferera D, Polissiou M, Sokmen A (2005). Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*. *J. Food. Eng.* 66 447-454.

Full Length Research Paper

Antioxidant and antimicrobial activities of *Canarium schweinfurthii* Engl. Essential oil from Centrafrican Republic

Louis Clément Obame^{1,3}, Jean Koudou^{2*}, Brice S. Kumulungui³, Ismael H.N. Bassolé¹, Prosper Edou⁴, Aboubakar S. Ouattara¹ and Alfred S. Traoré¹

¹Centre de Recherche en Sciences Biologiques, Alimentaires et Nutritionnelles, Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie (CRSBAN), Université de Ouagadougou 03 BP7131 Ouagadougou Burkina Faso.

²Centre de Recherche en Pharmacopée et Médecine Traditionnelle (CERPHAMETRA), Université de Bangui, BP 1450 Bangui République Centrafricaine.

³Centre International de Recherches Médicales du Gabon, BP769 Franceville, Gabon

⁴Ecole Normale Supérieure, Laboratoire pluridisciplinaire de chimie, BP7131 Libreville Gabon.

Accepted 3 October, 2007

The antioxidant activity of the essential oil was investigated using 2,2-diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay and the β -carotene bleaching test. Butylated hydroxytoluene (BHT) was employed as a positive control. The essential oil showed antioxidant and DPPH radical scavenging activities, and it displayed the inhibition of lipid peroxidation. The antibacterial and antifungal activities of the essential oil of *Canarium schweinfurthii* from Centrafrican Republic were also evaluated against twelve strains of bacteria and three strains of fungi using agar diffusion and broth microdilution methods. The essential oil showed antimicrobial activity against almost the strains studied. The results suggest that *C. schweinfurthii* essential oil could be a natural antimicrobial and antioxidant agent.

Key words: *Canarium schweinfurthii*, Burceraceae, essential oil, antimicrobial, antioxidant.

INTRODUCTION

In the last years, scientists have focused on increasing human infections caused by pathogen bacteria, fungi and viruses. Microorganisms have unfavourable effects on the quality and safety of life. Synthetic chemicals are widely used against these microorganisms; unfortunately they develop resistance to many antibiotics due to the indiscriminate use of commercial antibiotics (Service, 1995; Mukherjee et al., 2002). In addition, these antibiotics sometimes cause allergic reaction and immunity suppression. Therefore the use of essential oils and plant extracts is less damaging to the human health and environment (Isman, 2000; Misra and Pavlovstathis, 1997). *Canarium schweinfurthii* Engl. (Burceraceae) is a tree growing in the equatorial forest region from Cameroon, Centrafrican Republic, Gabon to Congo (Tchiégang, 2001; Tchouamo et al., 2000). The fruit pulp contains 30 to 50% of oil used for the manufacture of

shampooing and bio fuel (Tchiégang, 2001; Ajiwe et al., 2000). The rhizomes and leaves are used as stimulant and against fever, constipation, malaria, diarrhoea, sexual infections, post-partum pain and rheumatism (Koudou et al., 2005; Aké Assi and Guinko, 1991). Previous studies on the isolation of lipids and fatty acids from the fruit and the human food, the chemical composition and the significant analgesic effect of the resin essential oil of *C. schweinfurthii* have been reported (Koudou et al., 2005; Agbo et al., 1992). However there is so far no report about the antimicrobial activities. In other hand, the traditional use of the plant suggested an antioxidant activity.

The role of free radicals and active oxygen is becoming increasingly recognized in the pathogenesis of the many human diseases, including cancer, aging and atherosclerosis (Perry et al., 2000). Free radicals can also cause lipid peroxidation in foods that leads to their deterioration. Although there are some synthetic antioxidant compounds such as butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA), these compounds are associated with some side effects (Ito et al., 1983).

*Corresponding author. E-mail: jean_koudou@yahoo.fr. Fax: +226 50 36 85 73.

There is no information in literature about the antioxidant activity of any *Canarium* species. So the works in the determination of natural sources of antioxidants and the antioxidant potential of plants is important.

As mentioned above, the antimicrobial and antioxidant activities of the *C. schweinfurthii* essential oil have not been studied to date. Therefore, the aim of the present study is to assess the antibacterial and antifungal activities of the resin essential oil and to determine its antioxidant activity.

MATERIALS AND METHODS

Plant material

The resin of *C. schweinfurthii* was obtained from the tree growing in the equatorial rain forest near Boukoko village (Centrafrican Republic) in July 2006. Voucher specimens have been deposited in Cerphametria, University of Bangui (Centrafrican Republic).

Isolation of essential oil

Essential oil of *C. schweinfurthii* Engl was obtained by hydrodistillation of resin. The chemical composition of essential oil has been reported (Koudou et al., 2005).

Determination of antioxidant activity

The antioxidant activity was evaluated by two different methods: DPPH radical scavenging activity and β -carotene-linoleic acid test.

2,2-Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) essay

The hydrogen atoms or electron-donating ability of the essential oil and BHT was determined from the bleaching of purple-colored methanol solution of DPPH. This spectrophotometric assay uses the stable radical DPPH as a reagent (Burits and Bucar, 2000). Experiments were carried out as described previously (Kordali et al., 2005). Briefly, 0.5 mM DPPH (Fluka) radical solution in methanol was prepared, and then 1 ml of this solution was mixed with 3 ml of the sample solution in ethanol. Various concentrations of extracts were obtained. BHT (Sigma) was used as a positive control at 100 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ concentration. After incubation for 30 min in the dark, the absorbance was measured at 517 nm. Decreasing the absorbance of the DPPH solution indicates an increase in DPPH radical scavenging activity. This activity is given as percent DPPH radical scavenging, which is calculated with the equation:

$$\% \text{ DPPH radical scavenging} = [(\text{control absorbance} - \text{sample absorbance}) / \text{control absorbance}] \times 100$$

Control contained 1 ml of DPPH solution and 3 ml of ethanol. The measurements of DPPH radical scavenging activity were carried out for three sample replications, and values are an average of three replicates.

β -carotene-Linoleic acid assay

In this assay antioxidant capacity is determined by measuring the inhibition of the volatile organic compounds and the conjugated diene hydroperoxide formation from linoleic acid oxidation (Dapkevicius et al., 1998). A stock solution of β -carotene-linoleic acid mixture was prepared as follows: 0.5 mg of β -carotene was

dissolved in 1 ml of chloroform (HPLC grade); 25 μl of linoleic acid and 200 mg of tween 40 were added as emulsifier because β -carotene is not water soluble. Chloroform was completely evaporated using a vacuum evaporator. Then, 100 ml of distilled water saturated with oxygen was added with vigorous shaking at a rate of 100 ml/min for 30 min; 2500 μl of this reaction mixture was dispersed to test tubes, and 350 μl portions of extracts, prepared in 2 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ concentrations, were added. The emulsion system was incubated for up to 48 h at room temperature. The same procedure was repeated with a positive control BHT and a blank. After this incubation time, the absorbance of the mixture was measured at 490 nm. Antioxidant capacities of extracts were compared with those at the BHT and the blank. Tests were carried out in triplicate. Inhibition of coloration of β -carotene in percentage (I %) was calculated as:

$$\% \text{ inhibition} = [(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{blank}}] \times 100$$

Where A_{blank} is the absorbance of the control reaction (containing all of the reagents except the test compound) and A_{sample} is the absorbance of the test compound.

Bacterial and fungal strains

The micro organisms used were:

Reference bacterial and fungal strains: *Bacillus cereus* LMG 13569, *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Escherichia coli* CIP NCTC 11609, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Salmonella enterica* CIP105150, *Shigella dysenteriae* CIP 5451, *Staphylococcus aureus* ATCC9244, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *S. aureus* ATCC25293 BHI, *Staphylococcus carnosus* LMG13567 BHI, *Candida albicans* ATCC10231 and *C. albicans* ATCC90028.

Hospital bacterial and fungal strains: *E. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, *Streptococcus pyogenes* and *C. albicans*. They were kindly provided by the St Camille Hospital of Ouagadougou, Burkina Faso.

Disk diffusion essay

The tests were performed using Miller-Hinton medium for bacterial strains and saboureaud dextrose agar for fungal strains using disk diffusion method following the National Committee for Clinical Laboratory Standards methods (Kiehlbauch et al., 2000). The sterile Petri dishes (90 mm diameter) containing solid and sterile Mueller-Hinton agar medium (Becton Dickinson, USA) was used. The oil absorbed on sterile Whatman paper disks (5 μl per disk of 6mm diameter), was placed on the surface of the media previously inoculated with 0.1 ml of microbial suspension (1 μg per Petri dish). One filter paper disk was placed per Petri dish in order to avoid a possible additive activity exhibited via the vapour phase of the components from more than one disk. Every dish was sealed with laboratory film to avoid evaporation, and then incubated aerobically at 30 or 37°C according to strain for 24 h. Positive and negative growth controls were performed for every test. The bacterial and fungal sensitivities to the essential oil were assessed by measuring the diameter of inhibition zone. The inhibition zones were compared with that of tetracycline and ticarcilline (Bio-Rad Marnes-la coquette-France), fluconazole and griseofulvin (Bio-Rad-la coquette-France). All tests were performed in triplicate.

Antimicrobial activity essay

A broth microdilution method was used to determine the minimum inhibitory concentration (MIC), the minimum bactericidal concentration (MBC) and the minimum fungicidal concentration (MFC),

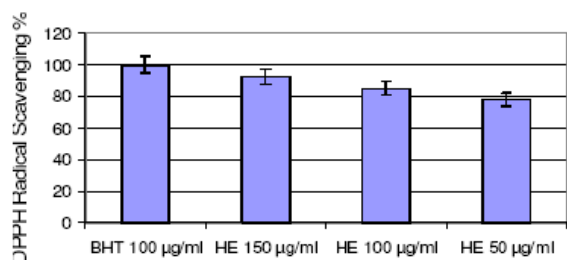


Figure 1. DPPH radical scavenging activity of *Canarium schweinfurthii* essential oil.

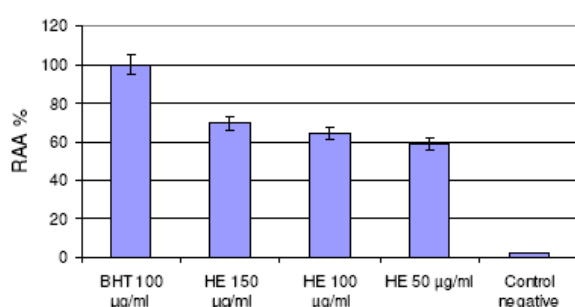


Figure 2. β-carotene bleaching test of *Canarium schweinfurthii* essential oil.

(Bassolé et al., 2003). All tests were performed in Mueller-Hinton Broth (Becton Dickinson, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Antioxidant activity

The antioxidant activity of *C. schweinfurthii* essential oil was investigated with two different methods: 2,2-diphenylpicrylhydrazyl radical scavenging assay and β-carotene bleaching test. The DPPH radical scavenging activity of essential oil was high but relatively lower than that of BHT (Figure 1). The ability of essential oil to inhibit the lipid peroxidation and evaluated by β-carotene bleaching test (Figure 2) showed that the peroxidation of lipids was effectively inhibited by *C. schweinfurthii* essential oil. The essential oil showed higher values than the negative control and a strong activity, but this activity remained weak in comparison to the activity of a 100 µg.ml⁻¹ concentration of BHT.

Antimicrobial activity

The results showed that almost all of bacterial strains were sensitive to the essential oil (Table 1). Only *P.*

mirabilis CIP 104588 was not sensible (zone of inhibition 9 mm). The best sensitivity to essential oil was respectively obtained on *S. enterica* CIP 105150 (27 mm), *S. pyogenes* (25 mm) and *S. aureus* (24 mm). The other strains tested had sensitivities between 14 – 22 mm. Following the results in Table 1, the different strains were more sensitive to essential oil than tetracycline, but were less sensitive to essential oil than ticarcilline. The essential oil exhibited more activity on *S. enterica* CIP 105150 (27 mm) than tetracycline (*S. enterica* CIP 105150, 16 mm).

The essential oil was tested against *Candida albicans* as pathogenic fungal species in human body and compared with fluconazole and griseofulvin. The result showed that the growth of fungal species was significantly inhibited by the essential oil (Table 2). Clinic origin *C. albicans* was more sensitive to the essential oil (23 mm) than reference *C. albicans* strain. It was also interesting to find that the inhibition effect of the oil against *C. albicans* (23 mm) were higher than that of fluconazole (*C. albicans*, 9 mm) and griseofulvin (*C. albicans*, 11 mm).

The MICs, MBCs and MFCs of the essential oil for all the strains tested are presented in Table 2. The essential oil failed to inhibit *E. coli* CIP NCTC11602 and *P. aeruginosa* obtained from hospital at the highest concentration (8%). *L. innocua* LMG 1135668, *S. aureus* ATCC9244, *S. camorum* LMG13567 BHI, *S. aureus* (clinic strain), *C. albicans* ATCC90028, *C. albicans* (clinic strain) were inhibited at the lowest MIC of 0.25%. The results of MBC and MFC demonstrated a bactericidal and fungicidal effect. The essential oil was bactericidal for *E. faecalis*, *L. innocua*, *S. enterica*, *S. aureus*, *S. camorum* (reference strains) and *S. aureus* (clinic strains). Furthermore the oil was fungicidal for *C. albicans* ATCC10231 and *C. albicans* (clinic strain). The MIC and MBC values showed that the essential oil was most effective against Gram-positive bacteria than Gram-negative bacteria. Previous reports show that the presence of oxygenated monoterpenes as 1,8-cineole, linalool, α-terpineol, nerolidol, spathulenol in high proportions exhibits antibacterial and antifungal activities (Chalchat et al., 1997; Kordali et al., 2005; Setzer et al., 2004; Yoshihiro et al., 2004). *C. schweinfurthii* essential oil was composed of relatively lower proportions of these compounds and had antimicrobial activity. These reports are compatible with our results in the present study. Furthermore the essential oils consist of complex mixtures of numerous constituents. Possible synergistic effects of compounds in the essential oil should also be taken into consideration.

In conclusion, this study shows *in vitro* high antimicrobial activities and low antioxidant activity of the *C. schweinfurthii* essential oil. It was bactericidal and fungicidal for most of the reference strains and some clinic strains tested. Its effect is most effective against Gram-positive bacteria than Gram-negative bacteria tested. The essential oil exhibits also antioxidant activity. These results indicate that the essential oil of *C. schweinfurthii*

Table 1. Diameter of inhibition zone (mm) of *Canarium schweinfurthii* essential oil on microorganism growth.

Reference strains	Origin	C. s. ^a	Te ^b	Ti ^b
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	18	18	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	14.	19	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	22	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	21	14	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	27	16	50
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	22	21	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	18	17	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	22	20	19
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	9	15	16
Hospital strains				
<i>Enterococcus faecalis</i>	Faecal	21	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vaginal liquid	21	21	19
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaginal liquid	24	21	27.66
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Vaginal liquid	25	20	24.66
Fungal strains				
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	ATCC	13	Fluconazole 13	Griseofulvin 15
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	ATCC	17	13	10
<i>Candida albicans</i>	vaginal liquid	23	9	11

Each value represents mean of three different observations.

^aC. s. *Canarium schweinfurthii*.

^bTe: tetracycline, Ti: ticarcilline.

Table 2. Minimum inhibitory concentration, minimum bactericidal concentration, minimum fungicidal concentration data (% v/v) of *Canarium schweinfurthii* essential oil obtained by microdilution method.

Strain	Origin	MIC	MBC
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	4	4
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	0.5	0.5
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	8	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	0.25	0.25
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	0.5	0.5
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	1	4
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	0.25	0.5
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	0.25	0.5
Hospital strains			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Faecal	1	4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vaginal liquid	8	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaginal liquid	0.25	0.5
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Vaginal liquid	4	4
Fungal strains			
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	ATCC	MIC 0.5	MFC 0.5
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	ATCC	0.25	1
<i>Candida albicans</i>	vaginal liquid	0.25	0.25

Each value represents mean of three different observations.

could be used as a natural antimicrobial agent for human and infectious diseases and in food preservation. Furthermore, the development of natural antimicrobial

agents will help to decrease negative effects (pollution of environment, resistance) of synthetic chemicals and drugs.

REFERENCES

- Aké Assi L, Guinko S (1991). Plants used in traditional medicine in West Africa Edition Roche, Suisse, p. 151.
- Agbo NG, Chatigre KO, Simard RE (1992) *Canarium schweinfurthii* Engl.: Chemical composition of the fruit pulp. J A O C S. 69: 4317-4318.
- Ajiwe VIE, Ajipla V, Martins CMOA (2000). *Canarium schweinfurthii* oil: potential alternative source to diesel oil. Actes du séminaire international sur le séchage et sur la valorisation du karité et de l'aiélé tenu à Ngaoundéré du 1er au 3 Décembre 1999. Presses Universitaires, Yaoundé Cameroun, pp. 145-154.
- Bassolé IHN, Ouattara AS, Nebie R, Ouattara CAT, Kaboré ZI, Traoré SA (2003). Chemical composition and antibacterial activities of essential oils of *lippia chevalieri* and *Lippia multiflora*. Phytochemistry, 62: 209-2112.
- Burits M, Bucar F (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytother. Res. 14: 323-328.
- Chalchat JC, Garry RP, Menut C, Lamaty G, Malhuret R, Chopineau J (1997). Correlation between chemical composition and antimicrobial activity. VI Activity of some African essential oils. J. Essent. Oil Res., 9(1): 67-75.
- Dapkevicius A, Venskutonis R, Van Beek TA, Linssen JPH (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. J. Sci. Food Agric. 77: 140-146.
- Isman MB (2000). Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19: 603-608.
- Ito N, Fukushima S, Hasegawa A, Shibata M, Ogiso T (1983). Carcinogenicity of butylate hydroxyanisole in F344 rats. J. Natl. Cancer Inst. 70: 343-347.
- Kiehlbauch Julia A, Hannett GE, Salfinger M, Archinal W, Monserrat C, Carlin C (2000). Use of the National Committee for Clinical Laboratory Standards Guidelines for Disk Diffusion Susceptibility Testing in New York State Laboratories. J. Clin. Microbiol. 38(9): 3341-3348
- Kordali S, Cakir A, Mavi A, Kilic H, Yildirim A (2005). Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three Turkish *Artemesia* species. J. Agric. Food Chem. 53: 1408-1416
- Koudou J, Abena AA, Ngaissona P, Bessièrè JM (2005). Chemical composition and pharmacological activity of essential oil of *Canarium schweinfurthii* Fitoterapia 76: 700-703.
- Misra G, Pavlovstathis SG (1997). Biodegradation kinetics of monoterpenes in liquid soil-slurry systems. Appl. Microbiol, Biotechnol. 7: 572-577.
- Mukherjee PK, Saritha GS, Suresh B (2002). Antimicrobial potential of two different *Hypericum* species available in India. Phytother. Res. 16: 692-695.
- Tchiégang C, Kapchié Noutchogoue V, Kapseu C, Parmentier M (2001). Influence du temps, de la température et des conditions de stockage sur le ramollissement des fruits de l'aiélé (*Canarium schweinfurthii* Engl.). J. Food Eng. 47(2): 63-68.
- Tchouamo IR, Tchoumboué J, Pinta JY Njoukam R (2000). L'aiélé (*Canarium schweinfurthii* Engl.): plante à oléagineuse à usages multiples en Afrique. La Rivista Italiana Delle Sostanze Grassa, LXXVII, pp. 677-680.
- Perry RJ, Watson P, Hodges JR (2000). The nature and staging of attention dysfunction in early (minimal and mil) Alzheimer's disease: relationship to episodic and semantic memory impairment. Neuropsychologia. 38: 252-271.
- Setzer N, Vogleer B, Schmidt JM, Leahy JG, Rives R (2004). Antimicrobial activity of *Artemesia dauglasiana* leaf essential oil. Fitoterapia. 75: 192-200
- Yoshihiro I, Akiko S, Toshiko H, Kazuma H, Hjime H, Jingoro S (2004). The antibacterial effects of terpene alcohols on *Staphylococcus aureus* and their mode of action. FEMS Microbiol. Lett. 23(2): 325-331.

Chemical Composition and Antibacterial Activity of *Cochlospermum planchonii* Hook.f. ex Planch Essential Oil from Burkina Faso

¹Lassina Ouattara, ²Jean Koudou, ¹Louis C.E. Obame, ¹Damintoti S. Karou,
¹Alfred Traore and ³Jean Marie Bessière

¹Centre de Recherche en Sciences Biologiques, Alimentaires et Nutritionnelles,
Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie (CRSBAN),
Université de Ouagadougou 03 BP7131 Ouagadougou Burkina Faso

²Centre de Recherche en Pharmacopée et Médecine Traditionnelle (CERPHAMETRA),
Université de Bangui, BP 1450 Bangui République Centrafricaine

³Laboratoire de Phytochimie, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier,
8 rue de l'Ecole Normale, 34296 Montpellier Cedex 05 France

Abstract: The water distilled oil obtained from rhizomes of *Cochlospermum planchonii* Hook.f.ex Planch (Apocynaceae) from Burkina Faso was examined by GC and GC/MS. *Cochlospermum planchonii* oil presents a particular chemical composition with a high rate of oxygenated components with predominance of ketones and esters (86.4%). The essential oil was tested against twelve strains of bacteria using a broth microdilution method. The results suggest that *Cochlospermum planchonii* essential oil has significant bactericidal activity.

Key words: *Cochlospermum planchonii*, Apocynaceae, essential oil, antibacterial activity

INTRODUCTION

Cochlospermum planchonii Hook.f.ex Planch (Apocynaceae) is a West Africa species up to 0.5 and 1.5 m and growing from guinean region to Cameroon. In some African countries, it is a medicinal plant that rhizomes and leaves are used to treat many diseases: malaria, hepatitis, diabetes, infertility, touch, trypanosomiasis (Kone *et al.*, 2002; Benoit-Vical *et al.*, 2003; Anthony *et al.*, 2005; Atawodi, 2005; Igoli *et al.*, 2005; Pousset, 2006) and certain infections treated by traditional healers as diarrhoea, sexual transmissible infections (personal communication). Few studies concerning the chemical constituents were found (Adde-Mensah *et al.*, 1985; Benoit-Vical *et al.*, 1999). As far as our literature survey could as certain, rhizomes essential oil analysis and antibacterial properties of the plant have not previously been published. In this study we report volatile components and antibacterial activity of *Cochlospermum planchonii* (Co.p).

MATERIALS AND METHODS

Plant material: Samples of *Cochlospermum planchonii* Hook.f. Planch were collected in the rainy season (August, 2006) near the classed forest of Institute de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale de Saponé,

26 km south of Ouagadougou, Burkina Faso. Voucher specimens were kept in the herbarium of CRSBAN, University of Ouagadougou.

Extraction and analyses: The freshly comminuted rhizomes were subjected to hydrodistillation for 4 h with a clavenger-type apparatus. The essential oil was collected and dried, after decantation, over anhydrous sodium sulphate, then analysed by GC and GC/MS.

GC analyses were performed on a fused silica capillary column (30 m×0.25 mm×0.15 µm) coated with DB-1. The oven temperature was programmed from 60-220°C at 3°C min⁻¹; helium was used as a carrier gas at a flow rate of 1 mL min⁻¹.

GC/MS analyses were carried out on a Hewlett-Packard capillary GC-quadrupole MS system (model 5890) fitted with a fused silica column coated with DB-1 (25 m×0.23 mm) and using the same GC parameters. Helium was used as a carrier gas at a flow rate of 0.9 mL min⁻¹.

The volatile components were identified by comparison of their retention indices and their experimental mass spectra with those of reference compounds, further confirmation was done by referring to retention indices data generated from a series of alkanes: C₉-C₃₀ (Adams, 2001; Jennings and Shibamoto, 1980) (Table 1).

Corresponding Author: Jean Koudou, ¹Centre de Recherche en Pharmacopée et Médecine Traditionnelle (CERPHAMETRA), Université de Bangui, BP 1450 Bangui République Centrafricaine,
²01 BP 134 Ouagadougou 01 Burkina Faso Fax: +226 50 36 85 73

4177

Bacterial strains: The micro organisms used were:

Reference bacterial strains: *Bacillus cereus* LMG13569, *Enterococcus faecalis* CIP103907, *Escherichia coli* CIP NCTC11609, *Listeria innocua* LMG1135668, *Salmonella enterica* CIP105150, *Shigella dysenteriae* CIP5451, *Staphylococcus aureus* ATCC9244.

Hospital bacterial strains: *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*. They were kindly provided by the St. Camille Hospital of Ouagadougou, Burkina Faso.

Determination of the strains sensitivity: The tests were performed using Miller Hinton medium for bacteria strains using disk diffusion method following the National Committee for Clinical Laboratory Standards methods (Kiehlbauch Julia *et al.*, 2000).

Overnight broth cultures of each strain were prepared in nutrient Broth (Diagnostic Pasteur, France). The final concentration of each inoculum was got making dilution of each strain in NaCl 9% solution. The turbidity of each inoculum was compared with McFarland 0.5 solution. The final concentration of each inoculum (approximately 5.10^7 cfu mL⁻¹) was confirmed by viable count on Plate Count Agar (Merck, Germany). Three microliter of essential oil was put on every disk (8 mm diameter).

Positive and negative growth controls were performed for every test. The plates were incubated aerobically at 30 or 37°C for 24 h. The bacterial sensitivity to the essential oil was assessed by measuring the diameter of inhibition zone. The inhibition zones were compared with that of tetracycline (BIO-RAD Marnes-la coquette-France) and ticarcillin (BIO-RAD Marnes-la coquette-France).

Determination of antibacterial activity of *Co.p.* essential oil: A broth microdilution method was used to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and the Minimum Bactericidal Concentration (MBC) (Bassole *et al.*, 2003). All tests were performed in Mueller-Hinton Broth (Becton Dickinson, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical analyses: The yield of the essential oil of the fresh rhizomes was 0.12% (w/w). Its chemical composition was particular (Table 1). It exhibited a high rate of oxygenated components with predominance of ketones and esters (86.4%). The major constituents were: tetradecan-3-one (30.6%), tetradecen-3-one (15.3%), tetradecylacetate (15.0%), dodecylacetate (12.4%). The oil

Table 1: Chemical composition of the essential oil of *Cochlospermum planchonii* Hook

Retention indices	Components ^a	Percentage
1380	β-Elemene	6.0
1482	β-Selinene	1.9
1488	α-Selinene	3.8
1495	Tridecan-2-one	7.8
1498	Undecyl acetate	0.3
1505	7-diépi-α-selinene	1.8
1576	Tetradecen-3-one	15.3
1585	Tetradecan-3-one	30.6
1588	Ethyl dodecanoate	0.6
1597	Dodecyl acetate	12.4
1698	Pentadecan-2-one	1.0
1738	Methyl tetradecanoate	0.4
1778	Hexadecan-3-one	2.0
1796	Tetradecyl acetate	15.0
1997	Hexadecyl acetate	1.0

^aRetention indices on DB-1 column

Table 2: Diameter of inhibition zone (mm) of bacterial growth

Reference strains	Origin	Co.p.	Te ^b	Ti ^c
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	19	20	50
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	22	21	30
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	33	22	8
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	30	21	50
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	33	22	50
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	30	22	31
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	25	18	48
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	9	20.33	nd ^d
Hospital strains				
<i>Enterococcus faecalis</i>	Foeca	27	20	28
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vaginal liquid	25	nd	nd
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaginal liquid	25	21	27.66
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Vaginal liquid	41	20	24.66

Each value represents mean of three different observations; ^bTe: Tetracycline; ^cTi: Ticarcillin; ^dnd: Not determined

was characterized by the absence of monoterpenes and contained three minor sesquiterpenes: β-elemene (6.0%), β-selinene (1.9%), α-selinene (3.8%).

Antibacterial activity of essential oil: The results showed that almost of bacterial strains were sensitive to *Co.p.* (Table 2). Only *Staphylococcus camorum* LMG13567 was not sensible to *Co.p.* (zone of inhibition 9 mm). The best sensitivity to essential oil was, respectively obtained on *Streptococcus pyogenes* (41 mm), *Escherichia coli* CIP NCTC11602 (33 mm), *Salmonella enterica* CIP105150 (33 mm) and *Listeria innocua* LMG1135668 (30 mm). The other strains had sensitivities between 22-27 mm. Following the results in Table 2, the different strains were more sensitive to *Co.p.* than tetracycline. The most important information was that essential oil of *Co.p.* exhibited more activity on *E. coli* CIP NCTC11602 (33 mm) and *S. pyogenes* (41 mm) than tetracycline (*E. coli* CIP NCTC11602, 22 mm; *S. pyogenes* 20 mm) and ticarcillin (*E. coli* CIP NCTC11602, 8 mm; *S. pyogenes* 24.66 mm).

The MICs, MBCs of the *Cochlospermum planchonii* essential oil for the micro-organisms tested were consigned in Table 3.

Table 3: Minimum inhibitory concentration, minimum bactericidal concentration data (%v/v) obtained by microdilution method

Reference strains	Origin	MIC	MBC
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	0.25	0.5
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	0.50	0.5
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11.602	CIP	0.25	0.5
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	0.25	0.5
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	1.00	2.0
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	0.50	8.0
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	1.00	4.0
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	8.00	>8.0
Hospital strains			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Focca	4.00	>8.0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vaginal	1.00	8.0
	Liquid		
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaginal	8.00	>8.0
	Liquid		
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Vaginal	0.25	0.5

Each value represents mean of three different observations

The essential oil failed to inhibit *Staphylococcus camorum* LMG 13567 and the *Staphylococcus aureus* obtained from hospital at the highest concentration (8%). *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Streptococcus pyogenes* were inhibited at the lowest MIC of 0.25%. The results of MBC demonstrated a bactericidal effect. The essential oil was bactericidal for *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Listeria innocua* (reference strains), *Streptococcus pyogenes* (hospital strain). The most resistant strains with highest MBC (8% or more) were *Shigella dysenteriae* and *Staphylococcus camorum* for reference strains and *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* for hospital strains. For *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*, strains isolated from hospital were found to be more resistant than reference strains to the essential oil action. Considering MICs and MBCs, no significant difference could be observed between Gram-negative and Gram-positive bacteria.

This study shows *in vitro* high and low antibacterial activities of the rhizomes essential oil of *Cochlospermum planchonii*. It was bactericidal for most of the reference strains and some hospital strains tested. These results indicate that the plant could be used as a potential remedy against diarrhoea and some sexual infections particularly in aromatherapy.

REFERENCES

Adams, R.P., 2001. Identification of Essential oils Components by Gas Chromatography-Quadrupole Mass Spectrometry. Allured Publishing Corp., Card Stream, Illinois, USA.

Adde-Mensah, R. Waibel and H. Achenbach, 1985. Novel long-chain triacylbenzenes from *Cochlospermum planchonii* constituents of West African medicinal plants. Liebig's Anna. Chem. XVI, 1284-1288.

Anthony, J.P., L. Fyfe and H. Smith, 2005. Plant active components, a resource for antiparasitic agents. Trends Parasitol., 21: 462-468.

Atawodi Sunday, E., 2005. Comparative *in vitro* trypanocidal activities of petroleum, chloroform, methanol and aqueous extracts of some Nigerian savannah plants. Afr. J. Biotechnol., 4: 177-182.

Bassole, I.H.N., A.S. Ouattara, R. Nebie, C.A.T. Ouattara, Z.I. Kabore and S.A. Traore, 2003. Chemical composition and antibacterial activities of essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora* from Burkina Faso. Phytochemistry, 62: 209-212.

Benoit-Vical, F., A. Valentin, M. Mallie, J.M. Bastide and J.M. Bessiere, 1999. *In vitro* antimalarial activity and cytotoxicity of *Cochlospermum tinctorium* and *Cochlospermum planchonii* leaf extracts and essential oils. Planta Medica, 65: 378-381.

Benoit-Vical, F., A. Valentin, B. Da, Z. Dakuyo, L. Descamps and M. Mallie, 2003. Ndribala (*Cochlospermum planchonii*) versus chloroquine for treatment of uncomplicated *Plasmodium falciparum* malaria. J. Ethnopharmacol., 89: 111-114.

Igoli, J.O., O.G. Ogaji, T.A. Tor-Anyiin and N.R. Igoli, 2005. Traditional medicine practice amongst the IGEDE people of Nigeria. Part II. Afr. J. Traditional Complementary Alter. Med., 2: 134-152.

Jennings, W. and T. Shibamoto, 1980. Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. Academic Press, Inc., New York.

Kiehlbauch Julia, A., G.E. Harnett, M. Salfinger, W. Archinal, C. Monserrat and C. Carlin, 2000. Use of the national committee for clinical Laboratory standards guidelines for disk diffusion susceptibility testing in New York State Laboratories. J. Clin. Microbiol., 38: 3341-3348.

Kone, M.W., K.K. Atindehou, H. Tere and D. Traore, 2002. Some medicinal plants used in traditional pediatrics in the region of Ferkessédougou. Bioterre. Revue Internationale des Sciences de la Vie et de la Terre, Numéro Spécial, pp: 30-36.

Pousset, J.L., 2006. Place of traditional medicines in Africa. Médecine Tropicale, 66: 606-609.

Full Length Research Paper

Volatile constituents, antioxidant and antibacterial properties of *Daniella Klainei* Pierre ex A. Chev. essential oil

Jean Koudou^{1*}, Louis-Clément Obame^{2,3}, Prosper Edou³, Ismael Bassolé², François Eba³, Gilles Figueredo⁴, Alfred S. Traore² and Jean-Claude Chalchat⁵

¹Laboratoire de chimie des substances naturelles, Faculté des Sciences, BP908
Université de Bangui, Bangui République Centrafricaine.

²Centre de Recherche en Sciences Biologiques, Alimentaires et Nutritionnelles, Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie, Université de Ouagadougou 03 BP7131 Ouagadougou Burkina Faso.

³Ecole Normale Supérieure, Laboratoire Pluridisciplinaire de Chimie, BP 7131 Libreville, Gabon.

⁴LEXVA analytique, 460 rue du Montant, 63110 Beaumont, France.

⁵Laboratoire de chimie des hétérocycles et des glucides. Chimie des huiles essentielles, les Cezeaux, 63177 Aubière, France.

Accepted 4 July, 2008

The water-distilled oil obtained from rhizomes of *Daniella Klainei* Pierre ex A.Chev (Caesalpiniaceae) from Gabon was examined by gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The major constituent is myrcene (55.42%) along with α -pinene (5.39%), α -humulène (8.09%) and Germacrene-D (6.06%). The essential oil possessed antioxidant and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities and it displayed the inhibition of lipid peroxidation. A broth micro dilution method was used to test the oil against twelve strains of bacteria; it exhibited an antibacterial activity against some of the microorganisms.

Key words: *Daniella Klainei*, caesalpiniaceae, essential oil, antioxidant, antibacterial.

INTRODUCTION

The genus *Daniella* belongs to the family Caesalpiniaceae. In Gabon, the genus includes five species: *Daniella klainei*, *Daniella oliveri*, *Daniella thurifera* and *Daniella ogea*. Among these species, only *D. Klainei* Pierre ex A.Chev has long been used in traditional medicine in Gabon. It is a perennial tree about 45 m height with leaves deciduous to the touch. It is widely distributed in the tropical rain forest (Aubreville, 1970). The resin of this plant is used to heal sores and against microbial infections (our own investigation). The traditional use of this plant suggests antioxidant and antibacterial effects. Recently, there is a growing interest in substances exhibiting antibacterial properties that are supplied to human or animal organisms as specific pharmaceuticals. It has been

well-known that essential oils have antibacterial activities (Özer et al., 2007). Aromatherapy is now considered to be another alternative way in healing people and the therapeutic values of aromatic plants lie in their volatile components such as terpenoids and phenolic compounds that produce a definite physiological action on the human body (Bruneton, 1987). However, there is so far no report about the antibacterial effects of *D. klainei* essential oil and its chemical composition. On the other hand, the role of free radicals and active oxygen is become increasingly recognized in the pathogenesis of the many human diseases, including cancer, aging and atherosclerosis (Perry et al., 2000). There is no information in literature about the antioxidant activity of any *Daniella* species. Therefore, determination of natural sources of antioxidants and the antioxidant potential of plants is important. This investigation evaluates the antibacterial, antioxidant activities and the chemical composition of the *D. klainei* essential oil.

*Corresponding author. E-mail: jean_koudou@yahoo.fr.
Tel/Fax: +226.50.36.81.46/+226.50.36.85.73

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical was obtained from Fluka; butylhydroxytoluene (BHT) from Sigma; tetracycline and tircacilline from Bio-Rad Marnes; sodium sulphate and acetone from Prolabo; carotene, linoleic acid and tween 80 from Merck. All the solvents were of analytic grade.

Plant material

D. Klainei Pierre ex A.Chev (Ceasalpiniaceae) resin was collected in March 2007 from Sebang Herbarium of IPHAMETRA, Libreville, Gabon. Voucher specimens are kept in Sebang Herbarium of IPHAMETRA. The essential oil was extracted from resin (500 g) by hydrodistillation in a clavenger-type apparatus for 4 h and was dried, after decantation, over anhydrous sodium sulphate.

Microorganisms

Reference strains used were *Bacillus cereus* LMG 13569, *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Escherichia coli* CIP NCTC 11609, *Listeria innocua* LMG 1135668, *Salmonella enterica* CIP 105150, *Shigella dysenteriae* CIP 5451, *Staphylococcus aureus* ATCC 9244, *proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 BHI, *Staphylococcus camorum* LMG 13567 BHI, *C. albicans* ATCC10231 and *Candida albicans* ATCC90028. While the clinical strains used were *E. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus* and *Streptococcus pyogenes*. They were provided by the St Camille Hospital of Ouagadougou, Burkina Faso.

Chromatography

The resin oil was analyzed by gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). GC analysis was performed on a Hewlett-Packard HP 6890 equipped with a split/splitless injector (280°C), a split ratio 1:10, using a HP-5 capillary column (25 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 µm). The oven temperature was programmed from 50 to 300°C at a rate of 5°C/mn. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 mL/mn. The injection of each sample consisted of 1.0 L of oil diluted to 10% (v/v) with acetone.

GC/MS analysis is carried out on a Hewlett-Packard 5973/6890 system operating in EI mode (70eV) using two different columns: a fused silica HP-5 MS capillary column (25 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 µm), and a HP-Innowax capillary column (60 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 µm). The temperature program for HP-5MS column was 50°C (5 min) rising to 300°C at a rate of 5°C/min and for the HP-Innowax column, 50-250°C at a rate of 5°C/min. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 mL/mn. The oil components were identified by comparison of their mass spectra and their retention indices with those of reference compounds or with literature data (Adams, 2001; Joulain and König, 1998; Mc Lafferty and Stauffer, 1989; Van Den Dool and Kratz, 1963).

DPPH radical scavenging activity

The free radical scavenging activity of essential oil was determined according to the method described by Burits and Bucar (2000). Experiments were carried out as described previously (Kordali et al., 2005). Briefly 0.5 mM DPPH radical solution in methanol was prepared, and then 1 ml of this solution was mixed with 3 ml of the sample solution in ethanol. Final concentrations of essential oil

were 50, 100 and 150 µg/mL. BHT was used as a positive control at 100 µg/mL concentration. After incubation for 30 mn in the dark, the absorbance was measured at 517 nm. Decrease in the absorbance of the DPPH solution indicates an increase in DPPH radical scavenging activity. This activity is given as percent DPPH radical scavenging, which is calculated with the equation:

$$\text{DPPH radical scavenging (\%)} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}})/A_{\text{control}}] \times 100.$$

The control contained 1 ml of DPPH solution and 3 ml of ethanol. The measurements of DPPH radical scavenging activity were carried out with three replications, and values are an average of three replicates.

Antioxidant activity

The antioxidant ability of the essential oil was determined according to the method previously described by Dakpevicus et al. (1998). 0.5 mg of β-carotene was dissolved in 1 mL of chloroform (HPLC grade); 25 µL of linoleic acid and 200 mg of tween 40 were added as emulsifier because β-carotene is not water soluble. Chloroform was completely evaporated using a vacuum evaporator. Then, 100 mL of distilled water saturated with oxygen was added with vigorous shaking at a rate of 100 mL/min for 30 min; 2500 µL of this reaction mixture was dispersed to test tubes, and 350 µL portions of extracts, prepared in 2 g/L concentrations, were added. The emulsion system was incubated for up to 48 h at room temperature. The same procedure was repeated with a positive control BHT and a blank. After this incubation time, the absorbance of the mixture was measured at 490 nm. Antioxidant capacities of the extracts were compared with those at the BHT and the blank. Tests were carried out in triplicate. The relative antioxidant activity (RAA%) of the extracts was calculated from the equation:

$$\text{RAA (\%)} = (A_{\text{sample}} / A_{\text{BHT}}) \times 100$$

Where A_{BHT} is the absorbance of the positive control BHT and A_{sample} is the absorbance of the extract.

Antibacterial activity essay

A broth microdilution method (Bassole et al., 2003) was used to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum bactericidal concentration (MBC). All tests were performed in Mueller-Hinton Broth (Becton Dickinson, USA). A serial doubling dilution of each essential oil was prepared in 96 wells plates over the range 0.03-8% (v/v). The broth was supplemented with Tween 80 at a concentration of 0.1% in order to enhance essential oil solubility. The Tween 80 was to a final concentration of 0.001% (v/v).

Overnight broth cultures of each strain were prepared in Nutrient Broth (Diagnostic Pasteur, France) and the final concentration in each well was adjusted to 5×10^5 CFU/mL following inoculation. The concentration of each inoculum was confirmed by viable count on Plate Count Agar (Merck, Germany). Positive and negative growth controls were included in every test. The tray was incubated aerobically at 30°C (Gram-negative strains) or 37°C (Gram-positive strains) and MICs were determined. MIC was recorded as lowest concentration of essential oil demonstrating no visible growth in the broth. To determine MBC values, 10 µL of bacterial suspension were removed from each well from MIC assay and inoculated in Mueller-Hinton Agar for 24 h at 30 or 37°C. MBC was defined as a lowest concentration of essential oil killing 99.9% of bacterial inocula (Michel-Briand, 1986). In order to elucidate the antibacterial effect, MBC/MIC ratios were calculated. When the ratio value was lower than 1, essential oil exhibited a bactericidal effect. All tests

Table 1. Constituents of the essential oil of *Daniella klainei* Pierre ex A.Chev.

Peak	RI	Components	%
1	931	α - thujene	0.17
2	939	α - pinene	5.39
3	954	camphene	0.08
4	975	Sabinene	0,50
5	979	β -pinene	2.58
6	991	myrcene	55.42
7	1029	Limonene	0.83
8	1030	β -phellandrene	1.12
9	1033	1,8-cineole	0,40
10	1097	linalool	4.93
11	1177	terpinen-4-ol	0.22
12	1195	α -terpineol	0.27
13	1339	δ - elemene	0.07
14	1351	α -cubebene	0.01
15	1376	α -copaene	1.27
16	1384	β -bourbonene	0.22
17	1390	β -cubebene	0.19
18	1418	β -caryophyllene	3.62
19	1454	α -humulene	8.09
20	1480	germacrene-D	6.06
21	1520	δ -cadinene	0.19
22	1549	Elemol	0.47
23	1561	germacrene-B	0.34
24	1583	Oxyde de caryophyllene	1.02
25	1606	humulene-1,2 epoxyde	1.38
26	1649	β -eudesmol	0.50

RI: retention indices.

were performed in triplicate.

Statistical analysis

Data were expressed as mean \pm SEM. A one way variance was used to analyse data. $P < 0.01$ represented significant difference between means (Duncan's multiple range test).

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical analysis

The hydrodistillation of the resin of *D. klainei* produced essential oil with 3.85% (w/w) yield. The compounds identified in the oil are presented in Table 1 according to their order of elution on HP5. A total of 26 components were identified (95.34%). Myrcene (55.42%), α -pinene (5.39%), α -humulene (8.09%) and Germacrene-D (6.06%) were the main constituents. Monoterpenoids are predominant (71.91%) with oxygenated compounds accounting for 5.89%.

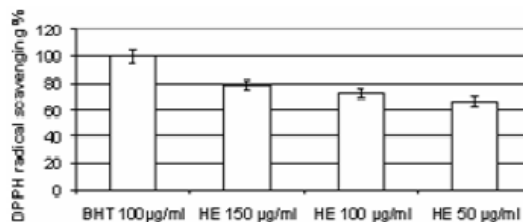


Figure 1. DPPH radical scavenging activity of *Daniella klainei* Pierre ex A.Chev. essential oil.

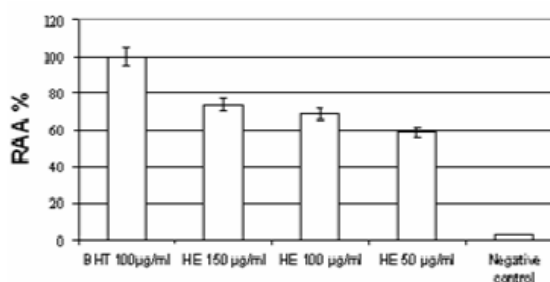


Figure 2. Antioxidant activity by β -carotene bleaching test of *Daniella klainei* Pierre ex A.Chev. essential oil. RAA = Relative antioxidant activity.

Antioxidant and DPPH radical scavenging activities

The result of DPPH free radicals scavenging activity is reported in Figure 1. The essential oil exhibited a strong scavenging action at 100 μ g/mL. However, it showed a weak scavenging activity in comparison to BHT at the same concentration. In the case of the linoleic acid system, the essential oil possessed strong antioxidant capacity for preventing the linoleic acid oxidation, but this effect was lower than that of BHT at 100 μ g/mL concentration (Figure 2). The strong antioxidant and DPPH radical scavenging activities of *D. klainei* essential oil can be attributed to the presence of some components that have antioxidant activity; 1,8 cineol, α -pinene, β -pinene (Houghton, 2004) and terpinen-4-ol (Lee and Shibamoto, 2001).

Antibacterial activity

MICs and MBCs varied from 0.50 to 8% for all bacterial strains tested (Table 2). The essential oil was bactericidal for *E. coli* CIP NCTC11602, *S. aureus* ATCC9244, *S. camorum* LMG13567 and *S. aureus*. The most resistant strains with high MIC and MBC were *P. aeruginosa* and *S. pyogenes*. This antibacterial action might be due to the different constituents of the essential oil of this plant such as: 1,8-cineole (Sonboli et al., 2005), terpinen-4-ol and α -

Table 2. Minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal concentration of the essential oil of *Daniella klainei* Pierre ex A.Chev (%v/v) obtained by microdilution method.

Strain	Origin	MIC (%)	MBC (%)
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	1	1
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	2	2
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	0.5	0.
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	2	2
<i>Proteus mirabilis</i> CIP 104588	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	1	1
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	1	1
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	0.5	0.5
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	0.5	0.5
Hospital strains			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Foecal	2	4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vagina	8	8
	l liquid		
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vagina	0.5	0.5
	l liquid		

Each value represents mean of three different observations.

terpineol (Carson et al., 2006). Almost all the proportions of these components were relatively low in this oil; possible synergistic and antagonistic effects of compounds in the oil should be taken into consideration.

Conclusion

To conclude, our results showed that the essential oil of *D. klainea* is characterized by a high proportion of myrcene (55.42%) along with α -pinene (5.39%), α -humulène (8.09%) and germacrene-D (6.06%). The essential oil had a small antibacterial spectrum for all strains tested and the total antioxidant activity was significant. Furthermore the *D. klainea* essential oil might help to prevent oxidative damage in the human body, such as lipid peroxidation which is associated with cancer, atherosclerosis, cardiovascular diseases and diabetes. These results showed that the essential oil could be used as a potential natural antioxidant and antibacterial agent.

REFERENCES

- Adams RP (2001). Identification of Essential oils Components by Gas Chromatography-Quadrupole Mass Spectrometry. Allured Publishing Corp., Card Stream, Illinois, USA;
- Aubreville A (1970). Flore du Cameroun, Légumineuses (Césalpinioïdées) Vol. 9.
- Bassole IHN, Ouattara AS, Nebie R, Ouattara CAT, Kaboré ZI, Traoré SA (2003). Chemical composition and antibacterial activities of essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora*. Phytochemistry, 62: 209-2112.
- Bruneton J (1987). Eléments de phytochimie et de pharmacognosie. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.

- Burits M, Bucar F (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytother. Res. 14: 323-328.
- Carson CF, Hammer KA, Riley TV (2006). *Melaleuca alternifolia* (Tea tree) oil: A review of antimicrobial and other medicinal plants. Clin. Microbiol. Rev. 19(1): 50-62.
- Dakpevicus A, Venskutonis R, Van Beek TA, Linssen JPH (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania, J. Sci. Food Agric. 77: 140-146.
- Houghton PJ (2004). Activity and constituents of Sage relevant to the potential treatment of symptoms of Alzheimer's disease. Herbal Gram. 61: 38-54
- Joulain D, König WA (1998). The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons. E. B. Verlag. Hamburg
- Kordali S, Cakir A, Mavi A, Kilic H, Yildirim A (2005). Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three Turkish *Artemisia* species, J. Agric. Food Chem. 53: 1408-1416.
- Lee KG, Shibamoto TJ (2001). Antioxidant activities of volatile components isolated from *Eucalyptus* species. J. Sci. Food. Agric. 81: 1573-1579
- Mc Lafferty FW, Stauffer DB (1989). The Wiley NBS registry of Mass Spectral Data. 2nd Edition. J. Wiley and Son. NY.
- Michel-Briand Y (1986). Mécanismes moléculaires de l'action des antibiotiques. Collections de Biologie moléculaire. Edition Masson. p.370.
- Özer H, Sökmen M, Güllüce M, Adigüzel A, Sahin F, Sökmen A, Kiliç H, Baris Ö (2007). Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of *Hippomarathrum microcarpum* (Bieb.) from Turkey. 55: 937-942.
- Sonbolli A, Saleli P, Kanani MR, Ebrahimi SN (2005). γ -terpinene, p-cymene antibacterial and antioxidant activities. Z. Naturforsch.; 60c: 534-538
- Van Den Dool H, Kratz PDJ (1963). A generation of the retention index system inclg linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography, Chromatog. 11: 463-471.

Volatile Components, Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Essential Oil of *Dacryodes edulis* G. Don from Gabon

¹J. Koudou, ²P. Edou, ³L.C. Obame, ³I.H. Bassolé, ⁴G. Figueredo,

⁵H. Agnanié, ⁶J.C. Chalchat and ³A.S. Traore

¹Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles, Faculté des Sciences,
Université de Bangui, BP 908 Bangui, République Centrafricaine

²Ecole Normale Supérieure, Laboratoire Pluridisciplinaire de Chimie, BP 17009 Libreville, Gabon

³Centre de Recherche en Sciences Biologiques, Alimentaires et Nutritionnelles,
Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie,

Université de Ouagadougou, 03 BP 7131 Ouagadougou, Burkina Faso

⁴LEXVA Analytique, 460 rue du Montant, 63110 Beaumont, France

⁵USTM, Faculté des Sciences Laboratoire de Chimie, BP 769, Franceville, Gabon

⁶Laboratoire de Chimie des Hétérocycles et des Glucides, Chimie des Huiles Essentielles
Les Cézeaux, 63177 Aubière, France

Abstract: The resin oil obtained by hydrodistillation from *Dacryodes edulis* G. Don growing in Gabon was analyzed by GC and GC/MS. The major constituents in the essential oil were sabinene (21.76%), terpinene-4-ol (19.79%), α -pinene (17.47%) and p-cymene (11.29%). The *in vitro* antioxidant activity was investigated with two methods: 2, 2-diphenylpicrylhydrazyl radical (DPPH) scavenging assay and β -carotene bleaching test. Butylated hydroxytoluene was employed as positive control. The essential oil showed antioxidant and DPPH radical scavenging activities and it displayed the inhibition of lipid peroxidation. Furthermore, the antimicrobial activity of essential oil was evaluated using a broth microdilution method. *Dacryodes edulis* essential oil exhibited antibacterial activity but it was unable to inhibit the growth of fungal species tested.

Key words: *Dacryodes edulis*, Burseraceae, essential oil, antioxidant, antibacterial

INTRODUCTION

Dacryodes edulis G. Don (Burseraceae) is a tropical African species usually up to 8 and 18 m or sometimes reaching 45 m in height and producing an edible fruit named Safou. The scars of bark exude a limpid resin which becomes opaque while solidification and the resin spreads a strong odor. The fruit can take various forms and sometimes reach 15 cm in length (Kengue, 1994).

Traditional healers in Nigeria and Cameroon use the plant to treat various diseases such as body aches, cough, malaria (Ibe and Nwufe, 2005). In Gabon, *D. edulis* is used as a remedy for dermatitis and tonsillitis (Personal investigation).

Aromatherapy is now considered to be another alternative way in healing people and the therapeutic values of aromatic plants lie in their volatile constituents such as monoterpenoids, sesquiterpenoids and phenolic

compounds that produce a definite physiological action on the human body (Bruneton, 1987).

To our literature survey, no study concerning the chemical composition and pharmacological properties of the Gabon species essential oil has been done before. The present research report results of volatile constituents, antioxidant and antimicrobial activities of *Dacryodes edulis* with the aim of contributing to the search for beneficial uses of this plant.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals: DPPH (2, 2-diphenylpicrylhydrazyl) radical was obtained from Fluka, BHT (Butylhydroxytoluene) from Sigma, tetracycline and ticarcilline (Bio-Rad Marnes-la coquette-France), fluconazole and griseofulvine (Bio-Rad-la coquette, France), sodium sulphate and acetone from prolabo, β -carotene, linoleic acid, tween 80 from Merck, all the solvents were of analytic grade.

Corresponding Author: J. Koudou, Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles, Faculté des Sciences, Université de Bangui, BP 908, Bangui République Centrafricaine Tel: +22650368146 Fax: +22650368573

3532

Plant material: The resins of *Dacryodes edulis* were collected in December 2006 from Sebang Herbarium of IPHAMETRA, Libreville, Gabon. A voucher specimen has been identified and deposited at the Sebang Herbarium of IPHAMETRA and at the Laboratoire Pluridisciplinaire des Sciences Ecole Normale Supérieure de Libreville, Gabon. The resins (500 g) were hydrodistilled for 3 h using a Clevenger-type apparatus. The essential oil was dried, after decantation, over anhydrous sodium sulphate.

Analysis: The resin oil was analyzed by GC and GC/MS. GC analyses were performed on a Hewlett-Packard HP 6890 equipped with a split/splitless injector (280EC), a split ratio 1:10, using a HP-5 capillary column (25 m×0.25 mm, film thickness 0.25 μm). The oven temperature was programmed from 50-300°C at a rate of 5°C min⁻¹. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 mL min⁻¹. The injection of each sample consisted of 1.0 μL of oil diluted to 10% (v/v) with acetone.

GC/MS analyses were carried out on a Hewlett-Packard 5973/6890 system operating in EI mode (70 eV) using two different columns: a fused silica HP-5 MS capillary column (25 m×0.25 mm, film thickness 0.25 μm) and a HP-Innowax capillary column (60 m×0.25 mm, film thickness 0.25 μm). The temperature program for HP-5MS column was 50°C (5 min) rising to 300°C at a rate of 5°C min⁻¹ and for the HP-Innowax column, 50-250°C at a rate of 5°C min⁻¹. Helium was used as the carrier gas at a flow rate of 1.1 mL min⁻¹. The oil components were identified by comparison of their mass spectra and their retention indices with those of reference compounds or with literature data (Adams, 2001; Joulain and König, 1998; McLafferty and Stauffer, 1989; Van Den Dool and Kratz, 1963).

2, 2-diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) assay: The free radical scavenging activity of essential oil was determined according to the method described by Burits and Bucar (2000).

β-carotene-linoleic acid assay: The antioxidant ability of the essential oil was determined according to the method previously described by Dapkevicius *et al.* (1998).

Micro organisms: The reference microbial strains used were: *Bacillus cereus* LMG 13569, *Enterococcus faecalis* CIP 103907, *Escherichia coli* CIP 105182, *Listeria innocua* LMG 113568, *Salmonella enterica* CIP 105150, *Shigella dysenteriae* CIP 5451, *Staphylococcus aureus* ATCC 9244, *Proteus mirabilis* 104588 CIP, *Staphylococcus carnosus* LMG 13567, *Candida albicans* ATCC 10231 and *Candida albicans* ATCC 90028.

Clinical microbial strains: *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* and *C. albicans*. They were kindly provided by the St. Camille Hospital of Ouagadougou, Burkina Faso.

Antimicrobial activity assay: A broth microdilution method was used to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC), the Minimum Bactericidal Concentration (MBC) and the Minimum Fungicidal Concentration (MFC) (Bassole *et al.*, 2003). All tests were performed in Mueller-Hinton Broth (Becton Dickinson, USA). A serial doubling dilution of each essential oil was prepared in 96 wells plates over the range 0.03-8% (v/v). The broth was supplemented with tween 80 at a concentration of 0.1% in order to enhance essential oil solubility. The tween 80 was at a final concentration of 0.001% (v/v).

Overnight broth cultures of each strain were prepared in Nutrient Broth (Diagnostic Pasteur, France) and the final concentration in each well was adjusted to 5×10⁵ cfu mL⁻¹ following inoculation. The concentration of each inoculum was confirmed by viable count on Plate Count Agar (Merck, Germany). Positive and negative growth controls were included in every test. The tray was incubated aerobically at 30°C (Gram-negative strains) or 37°C (Gram-positive strains) and MICs were determined. MIC was recorded as lowest concentration of essential oil demonstrating no visible growth in the broth. To determine MBC values, 10 μL⁻¹ of bacterial suspension were removed from each well and inoculated in Mueller-Hinton Agar for 24 h at 30 or 37°C. MBC was defined as a lowest concentration of essential oil killing 99.9% of bacterial inocula (Michel-Briand, 1986). All tests were performed in triplicate.

Statistical analysis: Data were expressed as mean±SEM. A one way variance was used to analyse data. p<0.01 represented significant difference between means (Duncan's multiple range test).

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical analyses: The hydrodistillation of the resins of *Dacryodes edulis* gave a mobile oil in 6.78% yield (w/w). The compounds identified in the oil are shown in Table 1. A total of 29 components were identified (98.52%). The oil contains exclusively monoterpenoids with hydrocarbons (72.25%) being predominant. The oxygenated compounds accounted for (25.11%) of the constituents of the oil. Among the hydrocarbons, five monoterpenoids were dominant: α-pinene (17.47%),

Table 1: Chemical composition of the essential oil of *Dacryodes edulis* G. Don

Peak	RI	Constituents	%
1	927	α -Thujene	1.55
2	935	α -Pinene	17.47
3	951	Camphene	0.24
4	975	Sabinene	21.76
5	979	β -pinene	4.27
6	1001	Menth-3-ene	0.37
7	1007	α -phellandrene	0.22
8	1009	δ -3-carene	0.23
9	1018	α -terpinene	1.22
10	1026	p-cymene	11.29
11	1031	Limonene	5.72
12	1032	β -phellandrene	0.99
13	1034	1,8-cineole	0.68
14	1060	γ -terpinene	5.84
15	1072	Cis sabinene hydrate	1.08
16	1086	Terpinolene	1.08
17	1091	p-cymenene	tr
18	1102	Trans sabinene hydrate	0.39
19	1119	β -thujone	tr
20	1127	Cis p-menth-2-en-1-ol	0.40
21	1138	Terpinen-1-ol	tr
22	1142	Trans sabinol	tr
23	1145	Trans p-menth-2-en-1-ol	0.37
24	1148	Camphre	tr
25	1184	Terpinen-4-ol	19.79
26	1189	p-cymene-8-ol	0.13
27	1197	α -terpineol	3.01
28	1211	Trans piperitol	0.20
29	1257	Piperitone	0.22

RI: Retention Indices according to HP-5 column elution, tr: Trace percentage<0.1%

Table 2: Minimum inhibitory concentration, minimum bactericidal concentration data (%v/v) obtained by microdilution method.

Reference strains	Origin	MIC (%)	MBC (%)
<i>Bacillus cereus</i> LMG13569	LMG	1	1
<i>Enterococcus faecalis</i> CIP103907	CIP	4	4
<i>Escherichia coli</i> CIP NCTC11602	CIP	1	1
<i>Listeria innocua</i> LMG1135668	LMG	4	4
<i>Proteus mirabilis</i> 104588 CIP	CIP	4	4
<i>Salmonella enterica</i> CIP105150	CIP	2	2
<i>Shigella dysenteriae</i> CIP5451	CIP	4	4
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC9244	ATCC	1	1
<i>Staphylococcus camorum</i> LMG13567	LMG	2	2
Hospital strains			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Faecal	2	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Vaginal liquid	16	16
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaginal liquid	8	8
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Vaginal liquid	16	16
Fungal strains			
<i>Candida albicans</i> ATCC10231	ATCC	8	8
<i>Candida albicans</i> ATCC90028	ATCC	16	16
<i>Candida albicans</i> (n = 2)	Uro-vaginal liquid	8	8

Each value represents mean of three different observations

sabinene (21.76%), p-cymene (11.29%), γ -terpinene (5.84%), limonene (5.72%). Among the oxygenated compounds (26.27%), four monoterpenoids were present, with 1,8-cineole (0.68%), cis-sabinene hydrate (1.08%), terpinen-4-ol (19.79%) and α -terpineol (3.01%) as the major compounds. Finally, no phenolic compound has been detected in this essential oil.

Antioxidant and DPPH free radical scavenging activities: The result of DPPH free radical scavenging activity is shown in Fig. 1. The essential oil obtained

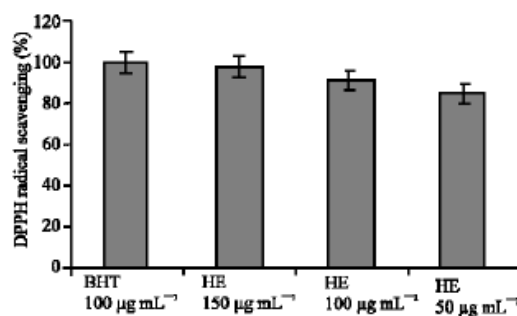


Fig. 1: DPPH radical scavenging activity of *Dacryodes edulis* essential oil

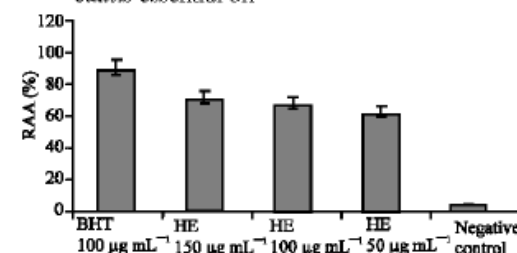


Fig. 2: Antioxidant activity by-β-carotene bleaching test of *Dacryodes edulis* essential oil

from resin exhibited a better scavenging effect at 100 µg mL⁻¹, however it showed a weak scavenging activity in comparison to the activity of a BHT 100 µg mL⁻¹ concentration. In the case of the linoleic acid system, the essential oil possessed a good antioxidant capacity for preventing the linoleic acid per oxidation, but this effect was significantly lower than that of BHT at 100 µg mL⁻¹ (Fig. 2). The high antioxidant and DPPH radical scavenging activities of *Dacryodes edulis* essential oil can be attributed to the presence of some major components that have antioxidant activity: α -pinene, (Houghton, 2004) and terpinen-4-ol (Lee and Shibamoto, 2001).

Antimicrobial activity: In this present study, MICs, MBCs and MFCs varied from 1 to 16% for all micro organisms tested (Table 2). In order to elucidate the antimicrobial effect, MBC/MIC ratios were calculated. When the ratio value was lower than 1, essential oil exhibited a bactericidal effect. The better MICs were observed with *Bacillus cereus* LMG13569, *Escherichia coli* CIP NCTC11602, *Salmonella enterica* CIP105150, *Staphylococcus aureus* ATCC9244, *Staphylococcus camorum* LMG13567, *Enterococcus faecalis*. However, in the most cases the MIC was equivalent to the MBC and indicated a bactericidal action of the oil. The essential oil was bactericidal for *Bacillus cereus* LMG13569, *Escherichia coli* CIP NCTC11602, *Staphylococcus aureus*

ATCC9244 and *Enterococcus faecalis*. The most resistant strains with high MIC and MBC were *Pseudomonas aeruginosa* and *Streptococcus pyogenes*.

However, The essential oil possessed no antifungal action, *Candida albicans* ATCC90028 was the most resistant. The antibacterial activity of *Dacryodes edulis* may be attributed to the presence of the main components in the resin essential oil: p-cymene, γ -terpinene (Sonboli *et al.*, 2005).

CONCLUSION

These data have provided a wealth information on the essential oil composition, antioxidant and antibacterial activities of the *Dacryodes edulis* G. Don resin. The essential oil is bactericidal for certain strains tested, its antibacterial spectrum is middle and the oil possesses a good antioxidant activity. *Dacryodes edulis* may help to prevent oxidative damage in the human body, such as lipid peroxidation which is associated with cancer, prematuring aging, atherosclerosis and diabetes. In other hand, the essential oil of *Dacryodes edulis* may be use in meat and poultry products to prevent or slow oxidative rancidity of fats that cause browning and deterioration. These results show that the essential oil could be used as a potential natural antioxidant and antibacterial agent.

REFERENCES

Adams R.P., 2001. Identification of Essential oils Components by Gas Chromatography-Quadrupole Mass Spectrometry. 1st Edn., Allured Publishing Corp., Carol Stream, Illinois, USA., ISBN: 978-1-932633-21-4 .

Bassolé, I.H.N., A.S. Ouattara, R. Nebie, C.A.T. Ouattara, Z.I. Kaboré and S.A. Traoré, 2003. Chemical composition and antibacterial activities of essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora*. *Phytochemistry*, 62: 209-2112.

Bruneton, J., 1987. *Eléments de Phytochimie et Pharmacognosy*. 1st Edn., Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France, ISBN: 2-85206-405-7 .

Burits, M. and F. Bucar, 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytother. Res.*, 14: 323-328.

Dapkevicius, A., R. Venskutonis, T.A. Van Beek and J.P.H. Linssen, 1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *J. Sci. Food Agric.*, 77: 140-146.

Houghton, P.J., 2004. Activity and constituents of sage relevant to the potential treatment of symptoms of Alzheimer's disease. *Herbal Gram.*, 61: 38-54.

Ibe, A.E. and M.I. Nwifo, 2005. Identification, collection and identification of medicinal plants in southeastern Nigeria. *Afr. Dev.* 30: 66-77.

Joulain, D. and W.A. König, 1998. *The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons*. 1st Edn., E. B. Verlag, Hamburg, ISBN: 3-930826-48-8.

Kengue, J., 1994. The Safou Tree. In: *First Data on Morphology and Biology*. Don, G. and H.J. Lam (Eds.). ORSTOM, Paris, pp: 154.

Lee, K.G. and T. Shibamoto, 2001. Antioxidant activities of volatile components isolated from *Eucalyptus* species. *J. Sci. Food Agric.*, 81: 1573-1579.

McLafferty, F.W. and D.B. Stauffer, 1989. *The Wiley NBS registry of Mass Spectral Data*. 2nd Edn., J. Wiley and Son, New York, ISBN: 10:0471628867 .

Michel-Briand, Y., 1986. *Molecular Mechanisms of Antibiotics Action*. 21st Edn., Collections de Biologie Moléculaire, Paris, New York, Barcelone Masson, ISBN: 2-225-80769-8 pp: 370.

Sonboli, A., P. Salehi, M.R. Kanani and S.N. Ebrahimi, 2005. Antibacterial and antioxidant activity and essential oil composition of *Grammosciadium scabridum* Boiss. from Iran. *Z. Naturforsch.*, 60c: 534-538

Van Den Dool, H. and P.D. Kratz, 1963. A generalization of the retention index system inclg linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *J. Chromatog. A*, 11: 463-471.