

MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DU MALI

Un peuple-Un but-Une foi

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB)



Faculté de Pharmacie



Année universitaire 2019-2020

Thèse N° :

TITRE

**ETUDE PHYTOCHIMIQUE ET ACTIVITE
ANTIRADICALAIRE DE FRUIT DE *Kigelia africana*
Lam Benth (Bignoniaceae)**

Présentée et soutenue publiquement le 16 /07/2020 devant le jury de la Faculté de
Pharmacie Par Monsieur

Amadou YARA

Pour obtenir le Grade de Docteur en Pharmacie (Diplôme d'Etat)

JURY

Président du jury Professeur Drissa DIALLO (Faculté de Pharmacie)
Membres Docteur Boubacar S. I. DRAME (Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie)
Docteur Mamadou L. DIARRA (Faculté de Pharmacie)
Co-directeur Docteur Mahamane HAIDARA (Faculté de Pharmacie)
Directrice Professeur Rokia SANOGO (Faculté de Pharmacie)

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE PHARMACIE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018-2019

ADMINISTRATION

Doyen : Boubacar TRAORE, Professeur

Vice-doyen : Sekou BAH, Maitres de conférences

Secrétaire principal : Seydou COULIBALY, Administrateur Civil

Agent comptable : Famalé DIONSAN, Contrôleur des Finances

LES PROFESSEURS HONORAIRES

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Boubacar Sidiki	CISSE	Toxicologie
2	Mahamadou	CISSE	Biologie
3	Daouda	DIALLO	Chimie Générale et Minérale
4	Kaourou	DOUCOURE	Physiologie
5	Boukassoum	H Aidara	Législation
6	Ousmane	DOUMBIA	Chimie Thérapeutique
7	Gaoussou	KANOUTE	Chimie Analytique
8	Alou A.	KEÏTA	Galénique
9	Mamadou	KONE	Physiologie
10	Mamadou	KOUMARE	Pharmacognosie
11	Bréhima	KOUMARE	Bactériologie et Virologie
12	Abdourahamane S.	MAÏGA	Parasitologie
13	Elimane	MARIKO	Pharmacologie

DER : SCIENCES BIOLOGIQUES ET MEDICALES

1. PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Mounirou	BABY	Hématologie
2	Bakary Mamadou	CISSE	Biochimie
3	Abdoulaye	DABO	Biologie /Parasitologie
5	Mahamadou	DIAKITE	Immunologie-Génétique
4	Alassane	DICKO	Santé Publique
6	Amagana	DOLO	Parasitologie-Mycologie

7	Akory Ag	IKNANE	Santé Publique-Nutrition
8	Ousmane	KOITA	Biologie Moléculaire
9	Boubacar	TRAORE	Parasitologie-Mycologie

2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Flabou	BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
2	Abdoulaye	DJIMDE	Parasitologie-Mycologie
3	Aldjouma	GUINDO	Hématologie
4	Kassoum	KAYENTAO	Santé Publique-Biostatistique
5	Issaka	SAGARA	Biostatistique
6	Mahamadou Soumana	SISSOKO	Biostatistique
7	Bourèma	KOURIBA	Immunologie chef de DER
8	Ousmane	TOURE	Santé Publique/Santé Environnement

3. MAITRES ASSISTANTS/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Mohamed	AG BARAIKA	Bactériologie-Virologie
2	Charles	ARAMA	Immunologie
3	Boubacar Tiétiè	BISSAN	Biologie clinique
4	Djibril Mamadou	COULIBALY	Biologie clinique
5	Seydou Sassou	COULIBALY	Biologie clinique
6	Antoine	DARA	Biologie moléculaire
7	Souleymane	DAMA	Parasitologie-Mycologie
8	Djénéba Koumba	DABITAO	Biologie moléculaire
9	Laurent	DEMBELE	Biotechnologie Microbienne
10	Klétigui Casimir	DEMBELE	Biochimie clinique
11	Seydina S.A.	DIAKITE	Immunologie
12	Yaya	GOITA	Biochimie clinique
13	Ibrahima	GUINDO	Immunologie
14	Aminatou	KONE	Biologie moléculaire
15	Birama Apho	LY	Santé Publique

16	Almoustapha Issiaka	MAIGA	Bactériologie-Virologie
17	Dinkorma	OUOLOGUEM	Biologie cellulaire
18	Fanta	SANGHO	Santé publique/Santé communautaire
19	Oumar	SANGHO	Epidémiologie

4. ASSISTANTS/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Djénéba	COULIBALY	Nutrition/Diététique
2	Issa	DIARRA	Immunologie
3	Fatou	DIAWARA	Epidémiologie
4	Merepen dit Agnes	GUINDO	Immunologie
5	Falaye	KEITA	Santé Publique/Santé Environnement
6	N'Deye Lallah Nina	KOITE	Nutrition
7	Amadou Birama	NIANGALY	Parasitologie-Mycologie
8	Djakaridia	TRAORE	Hématologie

DER : SCIENCES PHARMACEUTIQUES

1. PROFESSEURS/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Drissa	DIALLO	Pharmacognosie
2	Saïbou	MAÏGA	Législation
3	Rokia	SANOGO	Pharmacognosie Chef de DER

2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
-	Néant	-	-

3. MAITRES ASSISTANTS/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Loséni	BENGALY	Pharmacie Hospitalière
2	Bakary Moussa	CISSE	Galénique
3	Yaya	COULIBALY	Législation
4	Issa	COULIBALY	Gestion
5	Balla Fatogoma	COULIBALY	Pharmacie Hospitalière
6	Mahamane	HAIDARA	Pharmacognosie
7	Hamma Boubacar	MAIGA	Galénique
8	Moussa	SANOGO	Gestion
9	Adiaratou	TOGOLA	Pharmacognosie

4. ASSISTANTS/CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Seydou Lahaye	COULIBALY	Gestion Pharmaceutique
2	Daouda Lassine	DEMBELE	Pharmacognosie
3	Adama	DENOU	Pharmacognosie
4	Sékou	DOUMBIA	Pharmacognosie
5	Assitan	KALOGA	Législation
6	Ahmed	MAÏGA	Législation
7	Aichata Ben Adam	MARIKO	Galénique
8	Aboubacar	SANGHO	Législation
9	Bourama	TRAORE	Législation
10	Karim	TRAORE	Sciences Pharmaceutiques
11	Sylvestre	TRAORE	Gestion Pharmaceutique

12	Aminata Tièba	TRAORE	Pharmacie Hospitalière
13	Mohamed dit Sarmoye	TRAORE	Pharmacie Hospitalière

DER : SCIENCES DU MEDICAMENT

1. PROFESSEURS/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Benoît Yaranga	KOUMARE	Chimie Analytique, Chef DER
2	Ababacar I.	MAÏGA	Toxicologie

MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Sékou	BAH	Pharmacologie

2. MAITRES ASSISTANTS/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Dominique Patomo	ARAMA	Pharmacie Chimique
2	Mody	CISSE	Chimie thérapeutique
3	Ousmane	DEMBELE	Chimie thérapeutique
4	Tidiane	DIALLO	Toxicologie
5	Hamadoun Abba	TOURE	Bromatologie

4. ASSISTANTS/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Mahamadou	BALLO	Pharmacologie
2	Dalaye Bernadette	COULIBALY	Chimie Analytique
3	Blaise	DACKOUO	Chimie Analytique
4	Fatoumata	DAOU	Pharmacologie
5	Abdourahamane	DIARA	Toxicologie

6	Aiguerou dit Abdoulaye	GUINDO	Pharmacologie
7	Madani	MARIKO	Chimie Analytique
8	Mohamed El Béchir	NACO	Chimie Analytique
9	Mahamadou	TANDIA	Chimie Analytique
10	Dougoutigui	TANGARA	Chimie Analytique

DER : SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Mouctar	DIALLO	Biologie/Chef DER
2	Cheick F.	TRAORE	Biologie/Entomologie
3	Mahamadou	TRAORE	Génétique

2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Lassana	DOUMBIA	Chimie Appliquée

3. MAITRES ASSISTANTS/CHARGE DE RECHERCHE

N°	PRENOM	NOM	SPECIALITE
1	Mamadou Lamine	DIARRA	Botanique-Biologie Végétale
2	Abdoulaye	KANTE	Anatomie
3	Boureima	KELLY	Physiologie médicale

4. ASSISTANTS/ATTACHE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Seydou Simbo	DIAKITE	Chimie Organique
2	Modibo	DIALLO	Génétique
3	Moussa	KONE	Chimie Organique
4	Massiriba	KONE	Biologie Entomologie

CHARGES DE COURS (VACATAIRES)

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Cheick Oumar	BAGAYOKO	Informatique
2	Babou	BAH	Anatomie
3	Abdourahamane	COULIBALY	Anthropologie Médicale
4	Souleymane	COULIBALY	Psychologie
5	Bouba	DIARRA	Bactériologie
6	Modibo	DIARRA	Nutrition
7	Moussa I.	DIARRA	Biophysique
8	Babacar	DIOP	Chimie
9	Atimé	DJIMDE	Bromatologie
10	Yaya	KANE	Galénique
11	Boubacar	KANTE	Galénique
12	Aboubakary	MAIGA	Chimie Organique
13	Massambou	SACKO	SCMP/SIM
14	Modibo	SANGARE	Anglais
15	Sidi Boula	SISSOKO	Histologie-Embryologie
16	Mme Fatoumata	SOKONA	Hygiène du Milieu
17	Fana	TANGARA	Mathématique
18	Abdel Kader	TRAORE	Pathologies Médicales
19	Djénébou	TRAORE	Sémiologie et Pathologie médicale
20	Boubacar	ZIBEIROU	Physique

DEDICACES ET REMERCIEMENTS

DEDICACES

Au nom d'Allah, Le Clément, Le Miséricordieux

« Gloire à Toi ! Nous n'avons de savoir que ce que tu nous as appris. Certes c'est toi l'Omniscient, le Sage ».

Prière et bénédictions d'Allah sur le prophète Mohamed, Paix et Salut sur lui, le sceau des prophètes, ainsi que ces compagnons, pour nous avoir apporté une religion comme l'Islam.

A la mémoire de mon père

Grace à qui mon existence sur terre a été possible. Tu te souciais toujours des études de tes enfants. J'aurais voulu que tu sois là aujourd'hui pour voir ce que je suis devenu, mais DIEU en a voulu autrement. Je suis sûr que vous êtes très fier de moi. Que DIEU vous accorde son paradis. Amen !!!

A ma Maman

Il n'existe pas de mots pour exprimer mes sentiments. Je te dédie ce travail qui est la récompense de tes prières et de tes sacrifices. Ta vertu de mère attentionnée, courageuse, persévérante nous servent encore. Merci mère de nous avoir tant donné. Que Dieu vous prête longue vie maman !

Je vous aime !!!

Chers parents, sans vos conseils, vos sacrifices, vos encouragements, vos prières et vos bénédictions ; ce travail n'aurait jamais pu être réalisé.

A mes frères et sœurs

En reconnaissance de vos soutiens moraux, fraternel, financier dont j'ai bénéficié tout au long de ce travail. Par cela, vous avez chacun apporté votre pierre à cet édifice.

A ma femme chérie

Merci pour ton respect, ta patience et tes encouragements. Ton amour envers moi est sincère. Qu'Allah bénisse notre union et nous donner des descendants pieux. Amen !

REMERCIEMENTS

Au corps professoral de la FMOS et FAPH

Pour la qualité de l'enseignement que j'ai reçu. Je suis heureuse de l'occasion qui m'est offerte de pouvoir vous exprimer mes sentiments de gratitude. L'enseignement que vous nous avez dispensé avec dévouement restera un précieux souvenir qui guidera notre vie professionnelle. Veuillez mes chers maîtres, agréer l'expression de mes sentiments et hommage de notre respectueuse reconnaissance.

Aux personnels de la pharmacie « Le GOURMA »

Tonton Batini TRAORE, docteur KAMIAN Kadiatou, docteur COULIBALY Chaka, TRAORE Chaka, MAIGA Bourehima et BOCOUM Alaye. Pour leurs aides et conseils. Que Dieu exhausse vos vœux les meilleurs.

Mes remerciements vont à l'endroit du docteur Moussa K. FOFANA et Gaoussou FOFANA de m'avoir accepté dans leurs officine (pharmacie NOGOYA de Diéma) durant mon stage. Grand merci pour vos conseils.

A mes camarades thésards du DMT

Issiaka F BAGAYOKO, Mariam BAGAYOKO, Oumar COUMARE, Kayatou DAO, Oumou K DEMBELE, Zoumana DEMBELE, Fatoumata DIALLO, Fatoumata DIAMOYE, Salimata DIARRA, Mariam FOMBA, Fatoumata GORO, Claire KONE, Mohamed NIAMASSOUNOU, Harouna NIANGALY, Kansa Amadou ONGOIBA, Moumini OUATTARA, Mamadou SANGARE, Mamoutou SANGARE, Mamadou SANOU, Fatoumata SIDIBE, Souleymane I SIDIBE, Aissa TEMBELY, Marie H TIENOU, Aliza Sanata TOURE, Moustapha TRAORE.

Retrouvez ici ma profonde considération et mes sincères remerciements pour les moments agréables et inoubliables passés ensemble. Que Dieu nous aide à prospérer tout au long de notre carrière.

A mes amis de la faculté

Issiaka F BAGAYOGO, Alassane DJIRE, Siné DIAKITE, Hampata DICKO, Lazare Dédé YALKOUYE, Abdoulaye CAMARA.

Vos compagnies de tous les jours ont rendus agréable ma vie. Courage et persévérance, la vie estudiantine n'est que le début.

A la promotion Feu Pr Moussa HARAMA

Nous sommes des frères restons donc unis. Continuons dans la voie de la consolidation de nos liens d'amitié et de fraternité. Gardons toujours l'esprit d'équipe. Puisse Dieu nous donner plus d'opportunité à partager des instants de bonheur.

Brillante carrière professionnelle à tous !!!

Mes remerciements vont également à l'endroit de tous les personnels du centre de santé communautaire de Diéma (**CSCom Diéma**) et l'association de santé communautaire de l'Hippodrome (**ASACOHI 1**). Grand merci pour vos conseils.

Remerciement à tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail ; qui m'ont aidé et soutenu tout au long de mes études, trouvez ici l'expression de mes sincères remerciements.

MENTION SPECIALE

Au Professeur Rokia SANOGO

Pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail. Votre dynamisme, votre disponibilité constante, votre rigueur scientifique, votre amour pour le travail bien fait, votre grande détermination pour notre formation font de vous un maître exemplaire.

Nous garderons de vous le souvenir d'un maître disponible, toujours à l'écoute de ces élèves.

Au Dr Mahamane HAIDARA

Pour votre aide, votre disponibilité, votre simplicité, votre participation active dans notre formation et vos encouragements. Que Dieu vous donne longue vie.

Aux docteurs : Adama DENOU, Daouda DEMBELE, Mamadou Lamine DIARRA, Sekou DOUMBIA, Birema DIARRA, Amadou DIAKITE

Nous avons eu le privilège de bénéficier de votre aide et de vos conseils tout au long de ce travail. Veuillez recevoir en retour nos sentiments de profonde reconnaissance.

Aux personnels du Département de Médecine Traditionnelle : Tonton Fagnan SANOGO, Tante Nandi, N'Golo BALLO, Adama CAMARA, Seydou DEMBELE et tonton OUOLOGUEME. Merci pour votre aide et votre sympathie tout au long de ce travail.

**HOMMAGES AUX
MEMBRES DU
JURY**

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DU JURY

Professeur Drissa DIALLO

- ✓ Professeur de Pharmacognosie
- ✓ Responsable des cours de Pharmacognosie à la FAPH
- ✓ Ancien Secrétaire générale au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
- ✓ Professeur associé à l'Université d'Oslo (Norvège)
- ✓ Expert de l'OMS de l'OOAS pour la médecine traditionnelle
- ✓ Prix Galien de la recherche au Mali
- ✓ Chevalier de l'Ordre National du Burkina Faso
- ✓ Chevalier de l'Ordre National du Mali

Honorable Maitre,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury de thèse malgré vos multiples occupations. Nous avons admiré vos qualités scientifiques, pédagogiques et humaines tout le long de notre formation. Nous avons apprécié votre rigueur et votre dévouement dans le travail bien fait. Vos qualités exceptionnelles de formateur, jointes à votre modestie font de vous un homme de référence. Veuillez agréer, cher maître, l'expression de notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Docteur Boubacar Sidiki Ibrahim DRAME

- ✓ Médecin biologiste
- ✓ Maître-assistant en biochimie clinique à la FMOS
- ✓ Chef de service du laboratoire d'analyse de biologie médicale et anatomopathologie de l'hôpital du Mali
- ✓ Expert en biosécurité et biosûreté (Association malienne de biosécurité et biosûreté)

Cher Maître,

Nous sommes très touchés par l'intérêt que vous avez porté à ce travail et aussi par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de le juger. Cher maître, nous vous exprimons nos sincères remerciements.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Docteur Mamadou Lamine DIARRA

- ✓ Assistant en Botanique-Biologie végétale USTTB, faculté de pharmacie

Cher Maître,

Votre abord facile, votre simplicité, votre rigueur dans le travail, votre disponibilité, nous ont profondément impressionnés. Nous gardons de vous l'image d'un maître soucieux de la formation de ses élèves. Permettez-nous, cher maître, de vous réitérer toute notre reconnaissance et veuillez trouver ici notre profond respect et nos sincères remerciements.

A NOTRE MAITRE ET CO-DIRECTEUR DE THESE

Docteur Mahamane HAIDARA

- ✓ PhD en pharmacognosie
- ✓ Maître - Assistant en Pharmacognosie à la FAPH
- ✓ Enseignant-chercheur à la FAPH
- ✓ 2^{èmes} meilleurs communicateurs lors des 16^{èmes} et 18^{èmes} journées Scientifiques annuelles de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM) respectivement à Abidjan (Côte d'Ivoire) du 03 – 06 Août 2015 et à Dakar (Sénégal) du 08 – 11 Août 2017.
- ✓ Lauréat du prix PASRES de la SOACHIM dans la thématique Chimie des substances biologiquement actives (1^{er} Prix de la meilleure communication Post - Doctorale) lors des 20^{èmes} Journées Scientifiques Annuelles de la SOACHIM ; du 06 – 09 Août 2019 à Bamako, Mali.

Cher Maître,

Vous nous faites un immense honneur en acceptant de codiriger ce travail.

Vos critiques et suggestions ont été d'un apport inestimable pour la réalisation de ce document.

Votre sens élevé du travail bien fait, votre disponibilité constante et surtout votre patience font de vous un maître respectable et admiré. Trouvez ici toute notre admiration ainsi que notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTRICE DE THESE

Professeur Rokia SANOGO

- ✓ Docteure en Pharmacie PhD en Pharmacognosie
- ✓ Professeur Titulaire du CAMES
- ✓ Enseignante chercheure de Pharmacognosie, Phytothérapie et Médecine Traditionnelle
Coordinatrice de formation doctorale de l'Ecole Doctorale de l'USTTB
- ✓ Enseignement de la Médecine Traditionnelle en Médecine et Pharmacie des
Universités de Ouagadougou Joseph Ki ZERBO (Burkina Faso), Abdou Moumouni de
Niamey (Niger), Felix Houphouët BOIGNY.
- ✓ Chef de DER des Sciences Pharmaceutiques de la Faculté de Pharmacie
- ✓ Chef de Département Médecine Traditionnelle de l'INRSP ;
- ✓ Experte de l'Organisation Ouest Africaine de Santé (OOAS), espace CEDEAO depuis
2009 ;
- ✓ Présidente du comité scientifique interne et membre du comité scientifique et
technique de l'INRSP de 2013 à 2019 ;
- ✓ Lauréate du tableau d'honneur de l'Ordre National des Pharmaciens (CNOP) du Mali
et lauréate du Caducée de la Recherche du SYNAPPO en 2009 et Membre de la
commission scientifique de l'ordre des Pharmaciens du Mali ;
- ✓ Membre du comité technique spécialisé de Médecine et Pharmacie du CAMES pour
l'évaluation des dossiers des enseignant chercheurs du CAMES depuis 2015 ;
- ✓ Lauréate du Prix Scientifique Kwame Nkrumah de l'Union Africaine pour les femmes
scientifiques, édition 2016 ;
- ✓ Tableau d'honneur au 08 mars 2017 et SADIO 2017 pour la Science par le Ministère
de la promotion de la femme et partenaires ;
- ✓ Membre du Comité de Pilotage du Réseau Francophone en Conseil Scientifique,
2017 ;
- ✓ Membre titulaire de l'Académie des Sciences du Mali, avril 2018 ;
- ✓ Membre du jury du concours d'agrégation du CAMES pour la Pharmacie en 2018 ;
- ✓ Experte du programme régional d'Afrique subsaharienne Oréal-UNESCO Pour les
Femmes et la Science en 2019 ;
- ✓ Lauréate du Prix Next Einstein Forum (NEF) pour la meilleure femme en recherche en
Pharmacie, Médecine et santé, édition 2019.

- ✓ Coordinatrice du PTR Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaines du CAMES, 2019
- ✓ Membre de la commission scientifique d'évaluation des projets soumis dans le cadre de la lutte contre la maladie à coronavirus (COVID-19), 21 mai 2020, Ministère en charge de recherche ;
- ✓ Membre du comité régional d'experts de l'OMS sur la médecine traditionnelle dans la riposte contre la covid-19, juillet 2020.

Cher Maître,

Nous sommes très honorés de vous avoir comme directrice de thèse. Votre courtoisie, votre spontanéité font de vous un maître exemplaire. Nous sommes fiers d'avoir bénéficié de votre formation. Nous garderons de vous le souvenir d'un excellent maître, d'un professionnel digne de respect et de considération. Soyez assuré de notre gratitude.

Veillez accepter le témoignage de nos marques de considérations les plus respectueuses tout en vous remerciant de votre disponibilité et de votre générosité.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Pied de <i>Kigelia africana</i>	10
Figure 2: Fleurs de <i>Kigelia africana</i>	11
Figure 3: Feuilles de <i>Kigelia africana</i>	12
Figure 4: Photo de l'herbier (DMT) (feuilles de <i>Kigelia africana</i>)	13
Figure 5 : Distributions géographiques natives de <i>Kigelia africana</i> en Afrique	14
Figure 6 : Structures chimiques de quelque molécules isolées (Eyong et coll., 2012).	18
Figure 7: Photo du DMT	23
Figure 8: Etuve de déshydratation.....	26
Figure 9: Rotavapor pour la concentration des extraits.....	30
Figure 10 : Radical DPPH.....	38
Figure 11 : Fruits de <i>Kigelia africana</i>	39
Figure 12 : Poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i>	40
Figure 13 : Eléments microscopiques identifiés dans la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> .42	
Figure 14 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> révélé par le réactif de Godin.	46
Figure 15 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> révélé par le FeCl ₃ à 10%.....	48
Figure 16 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> révélé par le réactif de Dragendorff	50
Figure 17 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> révélé par le DPPH.....	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Les résultats des caractères organoleptiques	40
Tableau II : Résultat des différents dosages concernant le contrôle de qualité de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i>	43
Tableau III : Résultats des réactions de caractérisations en tube réalisé sur la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i>	44
Tableau IV : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> migré dans le B.A.W (40 :10 :50) puis révélé avec le réactif de Godin (Figure 14).....	45
Tableau V : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> dans le Acoet-M E C-AF-H ₂ O (50-30-10-10-), puis révélé par le FeCl ₃ (Figure 15).....	47
Tableau VI : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> dans le Eth P-Acoet (1-1) puis révélé par le réactif de Dragendorff (Figure 16).....	49
Tableau VII : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de <i>Kigelia africana</i> dans Acoet-M E C-AF-H ₂ O (50-30-10-10-), puis révélé par le DPPH (Figure 17).....	51

ABREVIATIONS ET SYMBOLES

ABREVIATIONS

C.C.M : Chromatographie sur Couche Mince

D.M.T : Département de Médecine Traditionnelle

E.O.A : Espèces Oxygénés Activés

K. africana : *Kigelia africana*.

M.S.T : Maladie Sexuellement Transmissible

M.T.A : Médicaments Traditionnels Améliorés

O.M.S : Organisation Mondial de la Santé

U.V : Ultra-violet

SYMBOLES

μL : Microlitre

μmol/L : Micromole par litre

CI₅₀ : Concentration Inhibitrice 50

DL₅₀ : Dose Létale 50

DPPH : 1, 1-diphényl 1-2-picrylhydrazyle

FeCl₃ : Chlorure ferrique

HCl : Acide chlorhydrique

mg/Kg : Milligramme par kilogramme

mg/mL : Milligramme par millilitre

mL : Millilitre

mn : Minute

Rf : Facteur de rétention

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. MOTIVATIONS.....	2
3. OBJECTIFS.....	2
3.1 OBJECTIF GENERAL	2
3.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES	2
PREMIERE PARTIE : Revues de la littérature	3
1. STRESS OXYDANT	4
1.1 Définition.....	4
1.2 Origines du stress oxydant.....	4
1.3 Les principales sources d'antioxydants.....	5
1.4 Les plantes sources d'antioxydants naturels.....	7
2. MONOGRAPHIE : <i>Kigelia africana</i> (Lam) Benth.....	8
2.1 Données botaniques.....	8
➤ Nom : <i>Kigelia africana</i> (Lam) Benth.....	8
➤ Famille : Bignoniaceae	8
➤ Synonyme : <i>Kigelia pinnata</i> (Jacq) DC, <i>Kigelia aethiopica</i> Decne	8
➤ Systématique (APG III)	8
➤ Noms en langue locale :	8
➤ Description botanique (prota)	8
➤ Répartition géographique et habitat (prota).....	14
2.2 Utilisations.....	15
➤ Utilisations en médecine traditionnelle.....	15
➤ En cosmétologie	16
➤ Autres utilisations.....	16
2.3 Données phytochimiques.....	16
2.4 Données pharmacologiques	19
2.5 Données toxicologiques	20
1. MATERIELS ET METHODES	22
1.1 Lieu d'étude	22
1.2 Matériel végétal :	24

1.3	Contrôle de qualité	24
➤	Contrôle botanique	24
➤	Détermination des teneurs et substances extractibles par l'eau et l'éthanol 70%	25
1.4	Extractions	29
1.5	Réactions colorées et de précipitation en tube	31
1.6	Chromatographie sur couche mince (CCM)	36
➤	Définition et appareillage	36
➤	Principe	36
➤	Mode opératoire	36
➤	Calcul de <i>R_f</i> (Rapport frontal)	37
1.7	Activité antiradicalaire	38
➤	Principe	38
➤	Mode opératoire	38
2.	RESULTATS	39
2.1	Contrôle de qualité	39
➤	Qualité botanique	39
➤	Détermination des teneurs et les substances extractibles par l'eau et l'éthanol 70% ...	43
2.2	Réactions colorées et de précipitation en tube :	44
2.3	Chromatographie sur couche mince (CCM)	45
2.4	Activité antiradicalaire	51
3.	COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS	53
	CONCLUSION	55
	RECOMMANDATIONS	56
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	57
	ANNEXES	62

1. INTRODUCTION

Depuis le début de l'humanité, la préoccupation de l'homme a été la satisfaction de ses besoins alimentaires. Il a développé ainsi une relation intime avec le milieu qui l'entourait. Pour se nourrir et se soigner, il a appris à ses dépens à discerner les ressources végétales et animales nécessaires à sa survie. Pour cela il s'est inspiré des mœurs des animaux, de son expérience et parfois de son imagination. C'est pour cela que souvent les utilisations de plantes se sont révélées tragiques (**POUSSET, 1989**).

L'usage de la médecine traditionnelle est très répandu en Afrique. Son accessibilité, sa disponibilité et sa popularité ne font d'ombre d'aucun doute, dans la mesure où environ 80% d'africain y ont recours pour leurs besoins de santé. Par ailleurs, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), près de 6377 espèces de plantes sont utilisées en Afrique, ce qui constitue 90% de la médecine traditionnelle en Afrique (**OMS, 2003**).

Ces dernières années, plusieurs molécules isolées des plantes sont devenues des médicaments efficaces : citons par exemple le taxol issu de *Taxus baccata* L. (*Taxaceae*) pour ses propriétés anticancéreuses remarquables et de l'artémisinine isolée de *Artemisia annua* L. (*Asteraceae*) pour ses propriétés antipaludiques (**Hostettmann, 2001**).

Kigelia africana est une plante médicinale largement répandue en Afrique. Les différentes parties de la plante sont utilisées dans le traitement de nombreuses maladies (**Ogbeche et coll., 2002**). Par exemple, les fruits sont utilisés en médecine traditionnelle dans le traitement du diabète, l'hypertension artérielle et du cancer (**Musa et Coll., 2011**). Dans l'industrie cosmétique, les extraits de fruit de *Kigelia africana* sont utilisés dans la fabrication de produits de beauté anti-âge cutané et pommade pour la peau, utilisée contre l'eczéma et le psoriasis en raison de ses propriétés antimicrobiennes (**Singh et coll., 2010**).

Ces utilisations traditionnelles sont corroborées par les propriétés antidiabétiques (**Fagbohun et coll., 2020**), antihypertensives (**Atawodi et coll., 2014 ; Ajayi et coll., 2019**) et anticancéreuses (**Arkhipov et coll., 2014**).

Au Mali, aucune étude n'a été menée sur *Kigelia africana* pour valider ses utilisations traditionnelles. D'où la présente étude qui a pour but d'étudier la phytochimie et l'activité antiradicalaire des fruits de *Kigelia africana* récoltés au Mali dans l'optique de mettre au point un médicament traditionnel amélioré (MTA).

2. MOTIVATIONS

Ce travail est motivé par :

- Le souci de valoriser et de promouvoir les plantes médicinales du Mali, en vue de faciliter l'accès des populations à des médicaments traditionnels améliorés ;
- La connaissance des éléments chimiques des plantes afin d'améliorer leur utilisation.

Pour ce faire, nous nous sommes fixés les objectifs suivants :

3. OBJECTIFS

3.1 OBJECTIF GENERAL

Etudier la phytochimie et l'activité antiradicalaire des extraits de fruit de *Kigelia africana* Lam Benth récolté à Téguedo (Mali).

3.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES

Déterminer la qualité botanique de la poudre de fruit de *Kigelia africana* ;

Déterminer les teneurs et les substances extractibles par l'eau et l'éthanol 70% de la poudre de fruit de *Kigelia africana* ;

Identifier les différents groupes chimiques présents dans la poudre de fruit de *Kigelia africana* ;

Déterminer l'activité antiradicalaire des extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana*.



PREMIERE PARTIE :
Reuves de la littérature

1. STRESS OXYDANT

1.1 Définition

- **Stress oxydant :**

Le stress oxydant est communément défini comme un déséquilibre entre les systèmes oxydants (productions des radicaux libres comme l'anion superoxyde (O_2^-), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) etc.) et les capacités antioxydantes d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire. **(Barouki, 2006).**

- **Radical libre**

Les radicaux libres sont des molécules intrinsèquement instables en raison de la présence d'électrons non appariés. En conséquence, ils peuvent être très réactifs, bien que cela varie de radical à radical, réagissant localement pour accepter ou donner des électrons à d'autres molécules pour atteindre un état plus stable **(Rodrigo et coll., 2011).**

- **Antioxydant**

Les antioxydants sont définis comme toute substance qui, présente à faible concentration par rapport au substrat oxydable, est capable de ralentir ou inhiber l'oxydation de ce dernier. **(Rodrigo et coll., 2011).**

1.2 Origines du stress oxydant

Le stress oxydant résulte d'une situation où l'organisme ne contrôle plus la présence excessive de radicaux oxygénés toxiques. Il est potentiellement impliqué dans le développement de nombreuses pathologies comme le vieillissement, maladies cardio-vasculaires, neuro-dégénératives, cancer, diabète, dégénérescence musculaire, asthme **(Haleng et coll., 2007).**

➤ **Les origines sont multiples (Haleng et coll., 2007)**

Mode de vie

- Tabagisme
- Faible consommation en fruits et légumes
- Alcool
- Médicaments `
- Pilule contraceptive
- Exposition au soleil
- Exercice intense ou mal géré

Environnement

- Pollution
- Ozone
- Amiante
- Radiations
- Contacts avec des substances cancérigènes

Mécanismes biochimiques

- Xanthine-oxydase (ischémie-reperfusion)
- Inflammation
- Altération de la fonction endothéliale
- Surcharge en fer
- Oxydation de l'hémoglobine
- Altérations mitochondriales
- Biosynthèse des prostaglandines
- Interventions chirurgicales (Circulation extra-corporelle, transplantations).

Le stress oxydant n'est pas une maladie mais un mécanisme physiopathologique. Un excès d'espèces réactives mal maîtrisé qui favorisera une maladie ou un vieillissement accéléré. **(Mercan, 2010).**

1.3 Les principales sources d'antioxydants

❖ Les antioxydants internes

Les antioxydants endogènes se composent d'enzymes (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase), de protéines (ferritine, transferrine, céruléoplasmine, albumine) et de systèmes de réparation des dommages oxydatifs comme les endonucléases **(Haleng et coll., 2007).**

❖ Les antioxydants externes (Adiza, 2006)

Elles sont d'origine

➤ Médicamenteuse

Les médicaments constituent aussi une source importante d'antioxydants. Actuellement, les agents thérapeutiques tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens, les anti-hyperlipoprotéïnémiques, les bêta-bloquants et autres antihypertenseurs ont été évalués pour leurs propriétés antioxydantes ; comme exemples nous pouvons citer :

- **Le probucol®** (Lurselle) : qui fait baisser le taux sanguin du cholestérol et prévient l'athérogénèse en agissant comme antioxydant et en supprimant la modification oxydative des lipoprotéines de basse densité (LDL).
- **La N –acétylcystéine** : c'est une molécule qui agirait de manière significative dans la régénération du glutathion (antioxydant) en pénétrant les cellules.

Elle peut également être utile dans le traitement des blessures de poumons dues à des espèces réactives de l'oxygène.

Certains médicaments utilisés contre l'hypertension artérielle tels que : le captopril, l'hydralazine, le Terazosin, favoriseraient dans certaines conditions la production d'enzymes antioxydantes.

➤ **Alimentaire**

L'alimentation apporte à l'organisme des substances naturelles antioxydantes. Il s'agit notamment des vitamines E, C et caroténoïdes. Ils contribueraient de manière significative à la prévention des maladies comme le cancer et les maladies cardiaques.

- **La vitamine C** (acide ascorbique) : isolée et identifiée par Szent-Györgyi au début du XX^e siècle. L'apport alimentaire en acide ascorbique se réalise par les légumes verts et les agrumes. C'est un puissant réducteur et joue un rôle important dans la régénération de la vitamine E.
- **Le β-carotène** qui, outre l'activité pro vitaminique A, possède la capacité de capter l'oxygène singulet. Il est retrouvé dans les légumes verts, les épinards, la salade, les carottes, l'abricot, la papaye et d'autres fruits jaunes.
- **Le sélénium** : oligoélément le plus « à la mode » pour ses propriétés antioxydantes avérées. Jadis comme un toxique, ses effets bénéfiques sur l'organisme ne sont connus que depuis un quart de siècle. Il neutralise les métaux toxiques (plomb, mercure), prévient le vieillissement. Il aurait aussi une action préventive sur certains cancers.

1.4 Les plantes sources d'antioxydants naturels

L'intérêt porté aux antioxydants d'origine naturelle ne cesse de croître ces dernières années. En effet, on trouve dans la littérature de plus en plus de publications sur des composés naturels aux propriétés antioxydantes. Les mécanismes d'action sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulet, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la complexation d'ions et de métaux de transition.

Cet intérêt a plusieurs origines. En tant que constituants alimentaires, ces antioxydants d'origine naturelle semblent contribuer de manière significative à la prévention de maladies telles que le cancer ou encore les maladies cardiovasculaires. Les procyanidines du thé vert et du thé noir et les polyphénols du vin rouge ont été particulièrement étudiés dans cette optique. En ce qui concerne les plantes médicinales bien connues et économiquement importantes, nous pouvons citer l'ail (*Allium sativum* L. Liliaceae) et le ginkgo (*Ginkgo biloba* L., Ginkgoaceae) qui sont très utilisées dans le traitement de problèmes cérébrovasculaires et circulatoires dus à la vieillesse. Les antioxydants naturels sont également étudiés dans le but de trouver de nouvelles structures modèles pour le développement des médicaments thérapeutiques ou protecteurs. Ils représentent une alternative à l'utilisation d'antioxydants synthétiques tels que le butylhydroxytoluène (B H T) ou le butylhydroxyanisol (B H A). Depuis ces dernières années, la découverte des composés ayant des propriétés antioxydantes ne cesse d'augmenter.

Les antioxydants sont présents dans toutes les plantes supérieures et dans toutes les parties de la plante. Ce sont pour la plupart des composés phénoliques. On définit par composé phénolique tout composé possédant un noyau aromatique contenant un ou plusieurs substituants hydroxyles, incluant différents groupes fonctionnels dérivés (esters glucidiques, etc.). Ils sont largement répandus parmi les plantes alimentaires et sont régulièrement consommés par un grand nombre de personnes. Parmi ces composés, les flavonoïdes représentent la classe de substances la plus étudiée. N'oublions cependant pas de mentionner d'autres classes de substances telles que les xanthones, les coumarines, les caroténoïdes, les dérivés de l'acide hydroxycinnamique, les tanins et les lignanes pour lesquelles on a également pu établir des activités antioxydantes (**Adiza, 2006**).

2. MONOGRAPHIE : *Kigelia africana* (Lam) Benth

2.1 Données botaniques

- **Nom** : *Kigelia africana* (Lam) Benth
- **Famille** : Bignoniaceae
- **Synonyme** : *Kigelia pinnata* (Jacq) DC, *Kigelia aethiopica* Decne
- **Systématique (APG III)**
 - **Règne** : Plantae
 - **Clade** : Angiospermes
 - **Clade** : Dicotylédones vrais
 - **Clade** : Astéridées
 - **Clade** : lamidées
 - **Clade** : Lamiales
 - **Famille** : Bignoniaceae
 - **Genre** : *Kigelia*
 - **Espèce** : *africana*
- **Noms en langue locale** :

Banbara : Sinjamba, limbi, lombe

Peuhl : Sindjaawi

Français : Saucissonnier, faux baobab

Anglais : sausage tree, cucumber tree

➤ **Description botanique (prot)**

Arbre semi-caducifolié, de petite à moyenne taille, jusqu'à 25 à 35 m de haut ; tronc jusqu'à 60 cm de diamètre, portant des ramifications longues et basses ; écorce grise, lisse ou écaillée ; cime arrondie.

Les feuilles sont opposées ou verticillées, habituellement en verticilles de 3, généralement rassemblées vers l'extrémité des branches, imparipennées, jusqu'à 60 cm de long stipules absentes ; pétiole jusqu'à 15 cm de long, rachis jusqu'à 25 à 29 cm de long ; folioles 5-13, les folioles latérales subopposées, subsessiles, excepté la foliole terminale, ovales, elliptiques, obovales à arrondies, de 3,5-17,5(-22,5) cm x 2,5-11 cm, base arrondie à cunéiforme, plus ou moins asymétrique, apex arrondi ou rétus ou plus ou moins en pointe, à bord entier, dentées en scie, dentées ou ondulées, papyracées à coriaces, glabres à plus ou moins poilues sur les deux faces, avec (4-)6-13 paires de nervures latérales.

Inflorescence : panicule très lâche, terminale, pendante, jusqu'à 100(-150) cm de long, avec un long pédoncule.

Les fleurs sont bisexuées, de très grande taille ; pédicelle jusqu'à 11(-13,5) cm de long, recourbé vers le haut à l'extrémité ; calice légèrement tubulaire à campanulé, long de 2-4,5 cm, irrégulièrement 4-5-lobé. La corolle est en forme de coupe large, longue de 6-12 cm, tube cylindrique à la base s'élargissant brusquement et s'incurvant vers le haut. Le limbe a 2 lèvres, la lèvre supérieure bi-lobée, l'inférieure tri-lobée et recourbée, lobes arrondis, d'abord jaunâtre, devenant plus tard rougeâtre à violacé avec des stries plus foncées ; étamines 4, didynames, adnées au tube de la corolle, longues de 4-7,5 cm, et un staminode ; disque annulaire, épais ; ovaire supère, à une loge, jusqu'à 1,5 cm de long, avec 2 placentas pariétaux, style filiforme, jusqu'à 7 cm de long.

Fruit : grande baie, pendante, en forme de saucisse, jusqu'à 100 cm × 18 cm, et pesant jusqu'à 12 kg, avec un pédoncule jusqu'à 100 cm de long, indéhiscente, à paroi ligneuse, sa surface fortement marquée par des lenticelles, gris brun à maturité, contenant un grand nombre de graines. Graines obovoïdes, d'environ 10 mm × 7 mm, à tégument coriace, logées dans une pulpe fibreuse.

Le port et la morphologie foliaire de *Kigelia africana* sont extrêmement variables. Ceci a mené à la distinction d'une dizaine d'espèces séparées. Actuellement, on admet généralement que *Kigelia africana* constitue une seule espèce polymorphe. Malgré la reconnaissance actuelle d'une espèce unique, des synonymes sont continuellement utilisés dans la littérature. Les spécimens se développant dans la forêt ont tendance à avoir des folioles plus grandes avec des apex plus aigus, des bords entiers et un indument dense par rapport aux spécimens de la savane. Des études récentes maintiennent au moins 2 taxons subgénériques en Afrique de l'Est, occupant des milieux de savane et de forêt qui se recoupent.



Photo par YARA Amadou

Figure 1: Pied de *Kigelia africana*



Photo par YARA Amadou

Figure 2: Fleurs de *Kigelia africana*



Photo par YARA Amadou

Figure 3: Feuilles de *Kigelia africana*

➤ Numéro d'herbier au niveau du DMT : spécimen herbier N° 2925/DMT

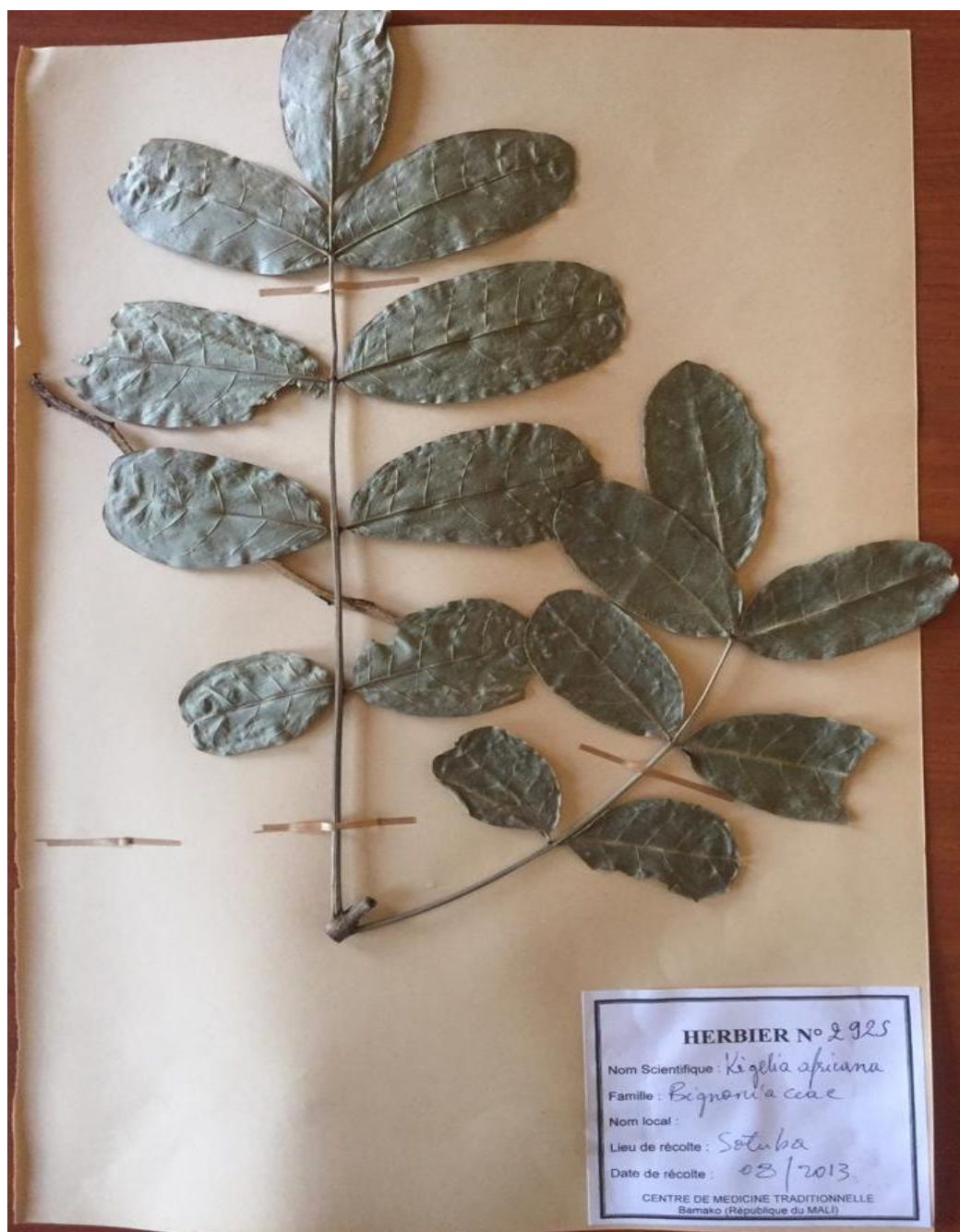


Figure 4: Photo de l'herbier (DMT) (feuilles de *Kigelia africana*)

➤ **Répartition géographique et habitat (prota)**

Kigelia africana est présent partout en Afrique tropicale, particulièrement dans les régions sèches. On le trouve aussi en Afrique du Sud (Province du Nord, Kwazulu-Natal) et au Swaziland, mais pas en Mauritanie, São Tomé-et-Principe, ni dans les îles de l'océan Indien. Il a été introduit à des fins ornementales au Cap-Vert et à Madagascar, ainsi qu'en Iraq, au Pakistan, en Inde, en Chine, en Asie du Sud-Est, en Australie, à Hawaii et en Amérique centrale et du Sud.

Kigelia africana est présent le long des cours d'eau, dans les franges des rivières, dans les forêts alluviales et ouvertes, la savane à forte pluviosité, la brousse et les forêts pluviales. On le trouve sur des sols rouges limono-argileux, quelquefois rocailleux, humides ou tourbeux, depuis le niveau de la mer jusqu'à 3000 m d'altitude.



Figure 5 : Distributions géographiques natives de *Kigelia africana* en Afrique

2.2 Utilisations

➤ Utilisations en médecine traditionnelle

Kigelia africana a une longue histoire d'utilisation par les communautés rurales, en particulier pour ces propriétés médicinales. Ces propriétés se retrouvent dans toutes les parties de l'arbre, telles que les fruits, les écorces, les racines et les feuilles, qui sont utilisées à des fins médicales (Saini et coll., 2009). La plante possède de nombreux usages en médecine traditionnelle et certaines vertus thérapeutiques ont été confirmées comme anticancéreux, antiulcéreux, anti-âge, antioxydant et antipaludique (Siddiqui et coll., 2015).

Kigelia africana est largement utilisée dans le traitement des infections génitales, des troubles gynécologiques, des affections rénales, des évanouissements, de l'épilepsie, des rhumatismes, de la drépanocytose, du psoriasis, de l'eczéma, des dépressions du système nerveux central, des affections respiratoires, des lésions de la peau et contre la faiblesse corporelle (Siddiqui et coll., 2015).

L'écorce de *Kigelia africana* est pelée à l'Est et à l'Ouest de l'arbre et haché avec la racine de *Acalypha vilacaulus*. Une poignée du matériel végétal est bouillie avec de l'eau juste couvrant le matériel végétal jusqu'à ce que l'eau tombe au même niveau de la matière végétal. Le décocté est pris à la posologie d'une demi tasse trois (3) fois par jour, pour induire la lactation chez la nouvelle mère juste après l'accouchement (De Wet et Ngubane, 2014).

Une décoction de fruit de *Kigelia africana* est utilisée contre le cancer en association avec les feuilles de *Calotropis procera*, graines de *Garcinia kola*, feuilles / graines de *Xylopiya aethiopica* plus l'extrait de maïs fermenté, par voie orale en raison d'une tasse trois (3) fois par jour (Erinoso et Aworinde, 2012 ; Ashidi et coll., 2010).

Le fruit bouilli dans du lait est utilisé comme aphrodisiaque pour les hommes et contre les MST (Setshogo et Mbereki, 2011).

La pâte de fruit de *Kigelia africana* est utilisée en application locale contre la tumeur de sein, une décoction de fruit contre l'hypertension et les diabètes par voie orale (Musa et coll., 2011). Les écorces, les graines, et les racines de *Kigelia africana* sont utilisées en décoction par voie orale comme purgatif, contre les ulcères, les diabètes et les maladies de la peau (Jeruto et coll., 2008).

Une décoction d'écorce de *Kigelia africana* est utilisée en inhalation contre le rhume et la grippe (Kareru et coll., 2007).

Les feuilles et l'écorce en décoction sont utilisées contre le paludisme par voie orale (Muthaura et coll., 2007).

➤ **En cosmétologie**

Kigelia africana est largement utilisé en cosmétologie, Certaines préparations contiennent de l'extrait d'une ou de plusieurs parties de la plante, principalement le fruit, l'écorce de tige ou le pendule. Typiquement, la préparation contient 50% d'extrait mélangé avec un support, des excipients et des colorants. Les extraits aqueux ou alcoolisés sont idéaux pour les produits cosmétiques à base d'eau tels que les gels, les lotions, les émulsions d'eau ou d'huile et les crèmes. La plante est utilisée pour fabriquer des produits de soins de la peau anti-âge et régénérants, des cosmétiques raffermissants tels que des produits raffermissants pour le buste. Les agents anti-inflammatoires, antioxydants et antibactériens sont d'autres produits fabriqués commercialement à partir de *Kigelia africana* (Atawodi et coll., 2015).

➤ **Autres utilisations**

Le Bois blanc à cœur brun est utilisé pour la fabrication des pirogues, tambours, tabourets, mortiers et poteaux (Arbonnier, 2009).

2.3 Données phytochimiques

Environ 145 phytoconstituants ont été isolés de différentes parties de la plante notamment des iridoïdes, naphthoquinones et flavonoïdes constituent la principale classe des composées. Des coumarines, des terpènes, des stéroïdes ont également été détectés et des composés appartenant à ces classes de phytoconstituants ont été identifiés chez *Kigelia africana* (Bello et coll., 2016 ; Houghton et Jäger, 2002).

• **Fruit**

Micheli et collaborateur ont mis en évidence dans l'extrait éthanolique de fruit la présence de stérols, flavonoïdes et iridoïdes (Micheli et coll., 2019).

Les extraits méthanoliques de fruit de *Kigelia africana* ont montré la présence de nouveau dérivé de furanone de formule 3-(2'-hydroxyéthyl) -5- (2''hydroxypropyl) - dihydrofuran-2 (3H) -one et quatre nouveaux iridoïdes nommés 7-hydroxyvidoïde II, acide 7-hydroxyeucommique, 7-hydroxy-10-désoxyeucommiol et le 10-désoxyeucommiol ont été isolés avec sept iridoïdes connus, le jiofurane, le jioglutolide, 1-déshydroxy-3,4-dihydroaucubigénine, des-*p*-hydroxybenzoyle kisasagénol B, ajugol, verminoside et 6-*trans*-caffeoyle ajugol (Gouda et coll., 2003). Le même type d'extrait a servi pour l'isolement et l'élucidation structurelle d'un nouveau dérivé phénylpropanoïdes identifié comme étant le 6-*p*-coumaroylsucrose avec dix dérivés phénylpropanoïdes et phényléthanoïdes connus et un flavonoïde glycoside (Gouda et coll., 2006). L'analyse chimique d'un extrait polaire de fruit de *K. africana* a indiqué la présence de verminoside, un iridoïdes, comme constituant majeur et d'une série de polyphénols comme le verbascoside (Picerno et coll., 2005).

- **Feuilles et fleurs**

Un criblage phytochimique sur les plantes utilisées dans la prise en charge du cancer effectué au département médecine traditionnelle (DMT) a montré la présence des flavonoïdes, tanins, saponosides, coumarines, oses et holosides, stéroïdes et triterpènes dans les feuilles de *K. africana* (**Diakité, 2015**).

Les travaux de Nasiru et Oluwasegun réalisés sur les différents extraits des feuilles de *Kigelia africana* ont montré la présence de glycosides, de composés phénoliques (tanins hydrolysables), d'alcaloïdes, de flavonoïdes et du sucre réducteur (**Nasiru et Oluwasegun, 2014 ; Mobark et coll., 2019**).

Vingt-cinq composés volatils ont été identifiés dans l'huile de feuille, 13 étaient terpénoides représentant 22,5% dont le plus important était l' α -pinène (12,28%) alors que les composés non terpénoides représentent 52,70% de l'extrait total avec deux composés majeurs acide hexadécanoïque (21,91%) et linoléate d'éthyle (21,73%). L'huile de fleur contient neuf composés, la composante principale était acide hexadécanoïque (57%). Deux monoterpènes sont également présents le terpinolène (8,26%) et linalol (6,71%) (**Asekun et coll., 2007**).

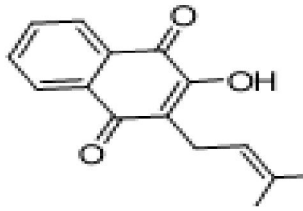
- **Ecorce de tronc**

Les extraits éthanoliques et dichlorométhanes des écorces et fruits de *Kigelia africana* contiennent des agents cytotoxiques tels que le lapachol (considéré comme un anticancéreux potentiel), norviburtinal, kigelinone et γ -sitostérol parmi tant d'autres. (**Momekov et coll., 2012**).

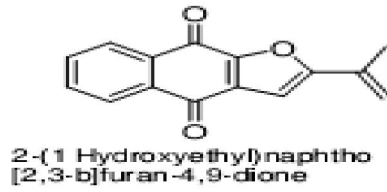
- **Racine**

L'étude phytochimique de la racine de *Kigelia africana* a montré la présence des tanins, des flavonoïdes, des stéroïdes, des phlobatannins, des anthraquinones, des terpénoides et des saponines (**Atolani et coll., 2011**).

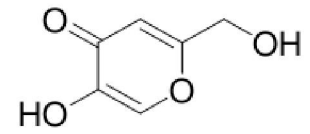
Binutu et collaborateurs ont isolé à partir des extraits méthanoliques de la racine de *Kigelia africana* des naphthoquinones kigelinones, isopinatales, dehydro-a-lapachone, lapachol et le phénylpropanoïde acide p-coumarique et acide férulique (**Binutu et coll., 1996**).



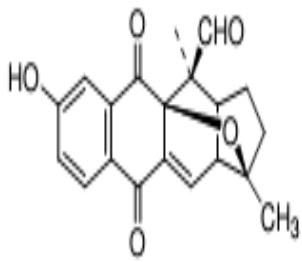
Lapachol



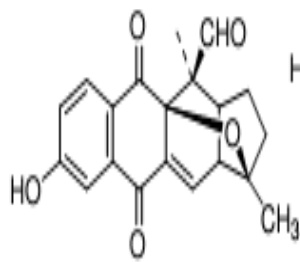
2-(1-Hydroxyethyl)naphtho
[2,3-b]furan-4,9-dione



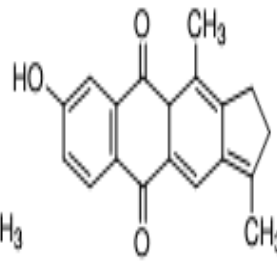
Acide kojique



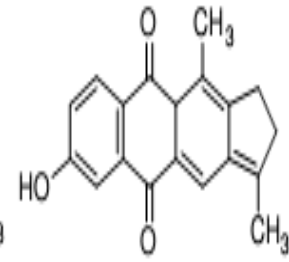
Pinnatal



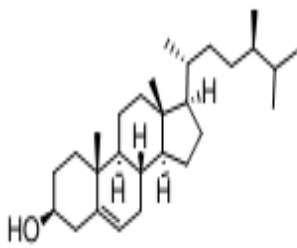
Isopinatal



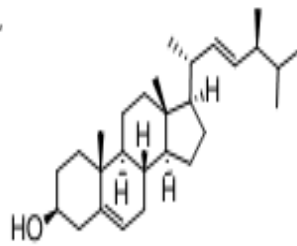
Kigelinol



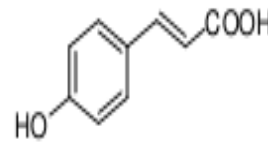
Isokigelinol



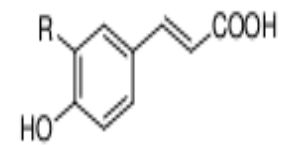
beta-sitosterol



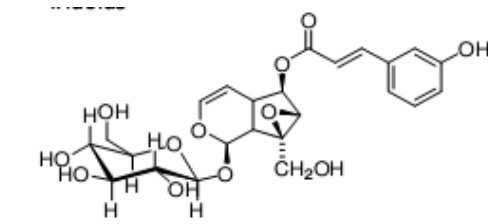
stigmasterol



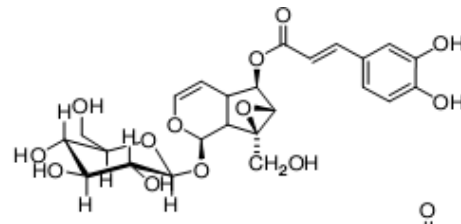
P-coumaric acid



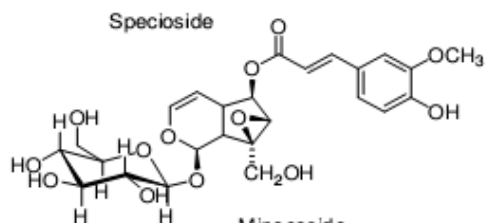
ferulic acid: R= OH
caffeic acid: R=OMe



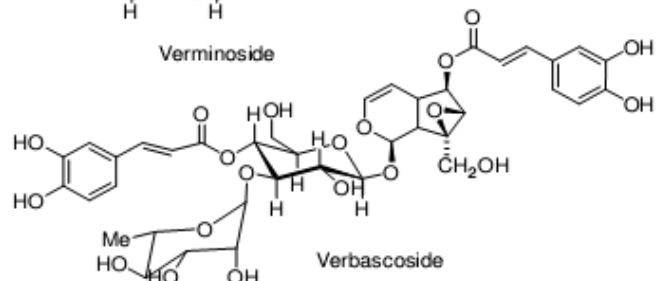
Specioside



Verminoside



Minecoside



Verbascoside

Figure 6 : Structures chimiques de quelque molécules isolées (Eyong et coll., 2012).

2.4 Données pharmacologiques

Des études pharmacologiques ont confirmé les propriétés anti-inflammatoires, antalgiques, activité antioxydante et anticancéreuse de l'extrait de différentes parties de la plante (**Bello et coll., 2016**).

➤ Activité antibactérienne et antifongique

Les extraits de racine et de fruit de *Kigelia africana* ont montré une activité antibactérienne et antifongique sur *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium diphtheria*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Candida albicans* et *Pullularia pullularis* avec une concentration minimale inhibitrice comprise entre 50-200 µg/mL et 100-400 µg/mL respectivement (**Binutu et coll., 1996 ; Grace et coll., 2001 ; Owolabi et coll., 2007 ; Arkhipov et coll., 2014**).

➤ Activité antiplasmodique

Spécicoside, 2β, 3β, 19α-trihydroxyurs-acide 12-en-28-oïque, et l'atranorine ont montré une bonne activité antiplasmodique sur les différentes souches de parasites chloroquinorésistant W-2 et deux isolats de terrain de *Plasmodium falciparum* avec $CI_{50} < 5 \mu M$. Le spécicoside a présenté l'activité la plus élevée sur W-2 ($CI_{50} = 1,5 \mu M$) (**Atawodi et Olowoniyi, 2015**).

Selon Weiss et coll, le 2 - (1-hydroxyéthyl) naphtho [2,3-b] furan-4,9-dione isolés de l'écorce de la racine de *Kigelia africana* possède une bonne activité antiplasmodiale *in vitro* sur des souches de *Plasmodium falciparum* T9-96 et K1 avec des CI_{50} respectives de 718 nM et 627 nM (**Weiss et coll., 2000**).

➤ Activité antalgique et antiinflammatoire

Le verminoside isolé des extraits polaires de fruits de la plante a présenté *in vitro* des effets anti-inflammatoires significatifs, inhibant à la fois l'expression d'iNOS et la libération de NO dans la lignée cellulaire de macrophages J774 et autres effets sur des cellules cultivées d'épiderme humain reconstitué (**Picerno et coll., 2005**). L'extrait éthanolique de l'écorce de tronc de *Kigelia africana*, a montré une activité antalgique et antiinflammatoire significative ($p < 0.01$) à la dose de 500 mg / kg de poids corporel chez des souris, avec le pourcentage d'inhibition respective 65,2% et 90,9% (**Owolabi et Omogbai, 2007**).

➤ Activité anticancéreuse

Momekov et collaborateur ont évalué les effets cytotoxiques de l'extrait méthanolique de l'écorce de *Kigelia africana* sur des lignées de cellules tumorales humaines représentatif de certaines maladies néoplasiques importantes, à savoir leucémie lymphoïde aiguë SKW-3 ($CI_{50} : 15.1 \pm 3.4$) et REH ($CI_{50} : 126.0 \pm 9.1$), myéloïde aiguë leucémie HL-60 ($CI_{50} : 90.7 \pm 4.7$),

leucémie myéloïde chronique K-562 ($CI_{50} : 186.0 \pm 9.2$), cellule B lymphome DOHH-2 ($CI_{50} : 101.0 \pm 7.4$), lymphome de Hodgkin HD-MY-Z ($CI_{50} : 124.0 \pm 8.9$), cancer du sein MCF-7 ($CI_{50} : 11.8 \pm 3.8$) et cancer du poumon murin LL ($CI_{50} : 10.2 \pm 2.7$) (Momekov et coll., 2012). Une étude réalisée par Sainadh et collaborateur a montré que l'extrait méthanolique des feuilles de *Kigelia africana* à la dose de 100-200 mg / kg inhibe *in vivo* chez des souris la croissance du carcinome ascite d'Ehrlich et augmente la durée de vie des souris (Sainadh et coll., 2013). L'huile de graines de *Kigelia africana* a précédemment démontré des effets antiprolifératifs sur le cancer du côlon (Caco-2) et des cellules d'épithélium rénale embryonnaire (HEK-293) *in vitro* (Gomes et coll., 2019).

➤ **Activité antidiabétique**

Une étude expérimentale de l'extrait de feuille de *Kigelia africana* réalisée sur les rats à la dose 100–400 mg / kg a normalisé avec succès le niveau glycémique chez les rats diabétique induit par l'alloxane. L'extrait méthanolique (250-500 mg/kg) des fleurs a aussi montré une activité antidiabétique significative (Shah et coll., 2018).

➤ **Activité antioxydante**

L'extrait méthanolique des feuilles de *Kigelia africana* posséderait un pouvoir antiradicalaire très important avec une concentration d'inhibition CI_{50} de $0,32 \pm 0.02 \mu\text{g/mL}$ (Nasiru et Oluwasegun, 2014).

2.5 Données toxicologiques

L'extrait méthanolique de fruit de *Kigelia africana* est bien toléré par les animaux, à la dose de 400 mg / kg pas de signes observables d'effets de toxicité aiguë. Cependant, à 6400 mg / kg, les animaux présentaient des signes de toxicité tels que des saccades et des convulsions avec 60% de mort. A 12 800 mg / kg, il y avait 80% de mort. La DL_{50} a été estimée à 3981,07 mg / kg (Azu et coll., 2010).



DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

1. MATERILS ET METHODES

1.1 Lieu d'étude

Les études expérimentales ont été réalisées au Département de Médecine Traditionnelle (DMT)

Présentation du Département de Médecine Traditionnelle (DMT) :

Le DMT est une structure qui contribue à l'amélioration de l'état de santé de la population par utilisation de ressources locales et d'assuré une bonne collaboration entre les systèmes de médecine traditionnelle et médecine conventionnelle. Le Centre Régional de Médecine Traditionnelle (CRMT) situé à Bandiagara en 5^{ème} Région est rattaché au DMT. Il est composé de trois services :

- **Service de l'Ethnobotanique et de Matières premières :**

Il est chargé de la conception de l'herbier et droguiers, de l'élaboration et de l'entretien du jardin botanique (1 hectare à Bamako et 20 hectares à Siby).

- **Service des Sciences Pharmaceutiques :**

Il s'occupe de la production des Médicaments Traditionnels Améliorés (MTA) en vente au Mali, du contrôle de qualité de la matière première et du produit fini, mais aussi la réalisation des études phytochimiques, pharmacologiques, toxicologiques et galéniques des plantes utilisées en Médecine Traditionnelle.

- **Service des Sciences Médicales :**

Il est composé d'un centre de consultation, de dispensation des MTA et un laboratoire d'analyse biologique. Il assure des consultations et participe à l'évaluation de l'évidence ethnomédicale. Les personnels du DMT sont composés de spécialistes en pharmacognosie, en gastroentérologie, de pharmaciens et médecins généralistes, d'ingénieurs des eaux et forêts, de techniciens de laboratoire et de préparateurs des MTA.



Figure 7: Photo du DMT

1.2 Matériel végétal :

Notre étude a été réalisée sur le fruit de *Kigelia africana*, récolté le 20 Janvier 2019 à Téguedo dans le cercle de Kati. Le fruit a été découpé en petit morceau et séché à la température ambiante à l'ombre dans la salle de séchage du DMT pendant trois semaines. Après séchage la drogue a été pulvérisée en poudre grossière avec un moulin de marque FORPLEX (type F1 N°3139). La poudre obtenue a servi pour le contrôle de qualité, les extractions et les études phytochimiques.

1.3 Contrôle de qualité

➤ Contrôle botanique

- **Détermination des caractères macroscopiques de fruit**

Nous avons décrit la morphologie et déterminé le poids.

- **Détermination des caractères organoleptiques**

L'analyse des caractères organoleptiques a porté sur la détermination de la couleur, de la saveur (le goût), de la granulométrie et de l'odeur de la poudre de fruit

- **La granulométrie**

Elle est déterminée à travers la maille de tamis du moulin utilisé.

- **Test de couleur**

Il s'est effectué avec une petite quantité de drogue pulvérisée, comparée avec les différentes colorations du dictionnaire de couleur. Chaque couleur est désignée par un code dans le dictionnaire.

- **Test de l'odeur**

Il s'est effectué avec une petite quantité de drogue pulvérisée prise entre le pouce et l'index ou dans la paume de la main.

En conclusion, nous avons déterminé le type d'odeur : si elle est caractéristique (c'est-à-dire si on reconnaît la plante rien qu'en sentant l'odeur) ou non.

- **Test de la saveur**

Une petite quantité de drogue en poudre est placée sur la langue et gardée dans la bouche pendant quelques secondes. Ensuite nous avons apprécié le goût (amer, salé, sucré, acide, piquante).

- **Détermination des caractères microscopiques**

Nous avons prélevé une petite quantité de la poudre à l'aide d'une spatule et mise dans un creuset, triturer avec quelque goutte de réactif de **Gadzet** du **Chatelier**. Nous avons monté sur

une lame de verre propre, une petite quantité de ce mélange, recouvrir avec une lamelle et appuyer légèrement pour homogénéiser la préparation. Nous avons ensuite examiné au microscope avec l'**objectif 40** ; puis photographié les éléments microscopiques en utilisant un téléphone portable de marque **Iphone 6**.

➤ **Détermination des teneurs et substances extractibles par l'eau et l'éthanol 70%**

Afin de connaître la qualité du matériel végétal, nous avons déterminé les teneurs en eau, en cendres totales et chlorhydrique.

Les substances extractibles par l'eau et l'éthanol 70% ont été aussi déterminées.

• **Détermination de la teneur en eau**

Méthode gravimétrique

○ **Principe**

Il consiste à déterminer la perte en masse d'une quantité connue de poudre par dessiccation à l'étuve à la température de $103^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ pendant 24 heures.

○ **Mode opératoire**

Nous avons introduit quatre (4) prises d'essai 2g respectivement dans 4 verres de montre préalablement tarés (T_1 à T_4). Les masses des prises d'essai plus les tares ont été notées P_1 à P_4 . Après 24 heures de séjour à l'étuve à la température de $103^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$, nous les avons pesés de nouveau et noté P'_1 à P'_4 . Les prises d'essai ont été placées à l'étuve jusqu'à masse constante.

La masse d'eau contenue dans la poudre de chaque verre de montre notée M est donnée par la formule : **$M = P - P'$**

La masse de la prise d'essai est :

$$M_{PE} = P - T$$

Le pourcentage d'eau contenue dans la poudre est :

$$\% \text{ eau} = \frac{\text{Masse eau}}{M_{PE}} \times 100$$

M_{PE} : Masse de la prise d'essai.

Nous avons déterminé la moyenne des pourcentages d'eau des 4 verres de montre dans les mêmes conditions.



Figure 8: Etuve de déshydratation

- **Détermination de la teneur en cendres**

- ❖ **Cendres totales**

- **Principe :**

Il s'agit d'évaluer la quantité de substances résiduelles non volatiles contenues dans la drogue lorsqu'un échantillon est complètement calciné.

- **Mode opératoire :**

A partir de la poudre de drogue ayant servi au dosage de l'eau, nous avons introduit une prise d'essai de 1 à 5 g dans trois creusets préalablement tarés.

Après avoir calciné au four entre 600° et 800°C pendant 6 heures et laissé refroidir à l'air libre, nous avons pesé et calculé la masse.

Masse drogue essai = masse avant calcination – tare

Masse cendre = masse après calcination – tare

$$\% \text{ Cendres totales} = \frac{\text{Masse cendre}}{\text{Masse drogue essai}} \times 100$$

- ❖ **Teneur en cendre insoluble dans l'acide chlorhydrique à 10%**

- **Principe :**

Il consiste à déterminer la quantité des substances constituées de silices, de sables et de poussières susceptibles de souiller la drogue.

- **Mode opératoire :**

Ajouter aux cendres totales 20 mL de HCl à 10 % puis porter à l'ébullition au bain-marie pendant 15 minutes. Le décocté est filtré à chaud sur un papier filtre sans cendre et le résidu insoluble est rincé par l'eau chaude.

Dans un creuset préalablement taré, transférer le papier filtre contenant le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique à 10 % et faire sécher à l'étuve pendant 24 heures. Introduire ce papier filtre et résidu séché dans le four à 800°C pendant 6 heures puis incinérer et peser de nouveau après refroidissement.

Ainsi nous avons déduit la quantité par différence de deux pesées. La teneur des cendres totales insolubles dans l'acide chlorhydrique à 10 % est donnée par la formule :

$$\% \text{ Cendres insolubles dans HCl à 10 \%} = \frac{\text{Masse cendres}}{\text{Masse drogue essai}} \times 100$$

❖ **Détermination de la teneur des substances extractibles par l'eau**

Pour déterminer le pourcentage des substances solubles par l'eau, nous avons effectué une décoction de 1 g de poudre dans 20 mL d'eau distillée pendant 15 minutes puis laissé refroidir pendant 20 minutes, le filtrat est recueilli dans une capsule préalablement tarée (masse M), a été évaporé à sec à l'étuve et la capsule a été pesée de nouveau (masse M'). Le pourcentage (P) de substances extractibles par l'eau est déterminé par la formule suivante :

$$P = 100 \times (M' - M)$$

❖ **Détermination de la teneur des substances extractibles par l'éthanol 70%**

A 1 g de poudre nous avons ajouté 20 mL d'éthanol 70%. Après macération pendant 24 heures. Le filtrat est recueilli dans une capsule préalablement tarée (masse M), évaporé à sec à l'étuve et la capsule a été pesée de nouveau (masse M'). Le pourcentage (P) de substances extractibles par l'éthanol 70% est déterminé par la formule suivante :

$$P = 100 \times (M' - M)$$

1.4 Extractions

Matériels : compresse, entonnoir, ballon, balance, flacon, plaque chauffante, Rotavapor, tasse, baguette magnétique.

Les solvants utilisés

Nous avons effectué les extractions suivantes :

L'infusion à 10% (**I**), la décoction à 10% (**D**), la macération dans l'eau (**M_{EAU}**) et dans l'éthanol à 70% (**M_{EthOH}**).

❖ Les différents types d'extractions

✓ Infusion à 10% (**I**)

A 10 g de poudre nous avons ajouté 100 mL d'eau bouillante pendant 15 mn après on a filtré sur compresse. Le filtrat a été concentré au Rotavapor à la température de 55°C. L'extrait concentré a été récupéré par le méthanol et conservé dans les flacons propres et secs.

✓ Décoction à 10% (**D**)

A 10 g de poudre nous avons ajouté 100 mL d'eau. Le tout a été porté à ébullition pendant 15 mn à 100°C. Nous avons filtré sur compresse après refroidissement. Le filtrat a été concentré au Rotavapor à la température de 55°C. L'extrait concentré a été récupéré par le méthanol et conservé dans les flacons propres et secs.

✓ Macération dans l'eau (**M_{EAU}**)

A 10 g de poudre nous avons ajouté 100 mL d'eau distillée. Après macération pendant 24 heures, le filtrat a été concentré au Rotavapor à la température de 55°C. L'extrait concentré a été récupéré par le méthanol et conservé dans les flacons propres et secs.

✓ Macération dans l'éthanol à 70% (**M_{EthOH}**)

A 10 g de poudre nous avons ajouté 100 mL d'éthanol 70%. Après macération pendant 24 heures, le filtrat a été concentré au Rotavapor à la température de 55°C. L'extrait concentré a été récupéré par le méthanol et conservé dans les flacons propres et secs.



Figure 9: Rotavapor pour la concentration des extraits

1.5 Réactions colorées et de précipitation en tube

Les réactions de caractérisation ont porté sur la recherche dans la drogue des principaux groupes chimiques. Ces réactions permettent d'avoir des informations sur la composition chimique de la plante.

Les résultats sont classés selon :

Réaction très positive : +++ ;

Réaction positive : ++ ;

Réaction moyennement positive : + ;

Réaction négative : -

❖ Les alcaloïdes

La caractérisation des alcaloïdes met en jeu des réactions de précipitation avec les révélateurs généraux des alcaloïdes : le réactif de Mayer et le réactif de Dragendorff.

Un extrait sulfurique a été préparé à partir de 10 g de poudre de drogue sèche et 50 mL d' H_2SO_4 dilué à 10 %. Après une macération de 24 heures à la température ambiante, le macéré a été filtré sur coton et lavé à l'eau distillée de manière à obtenir 50 mL de filtrat. Dans deux tubes à essai, nous avons introduit 1 mL de filtrat ; ensuite, ajouté au premier, 5 gouttes de réactif de Mayer et au second, 5 gouttes de Dragendorff. S'il y a apparition d'un précipité, la présence d'alcaloïde est confirmée par leur extraction.

❖ Les substances polyphénoliques

Un infusé de 5% a été réalisé en introduisant 5g de drogue dans 100 mL d'eau bouillante pendant 15 minutes après nous avons filtré et rincé avec de l'eau chaude de manière à obtenir 100 mL.

➤ Tanins

Nous avons repris 5 mL d'infusé par 1 mL de $FeCl_3$ dilué à 1%, en présence de tanins, il se développe une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre.

➤ **Flavonoïdes**

✓ **Anthocyane**

Nous avons introduit dans un tube à essais 5 mL d'infusé, 5 mL de H₂SO₄ dilué à 10% et 5 mL de NH₄OH, la présence d'anthocyanes est indiquée par l'accentuation de la coloration en milieu acide puis vire au bleu-violacé en milieu basique.

✓ **Flavonoïdes libres : la réaction de la cyanidine**

A 5 mL d'infusé nous avons ajouté 5 mL d'alcool chlorhydrique, 1 mL d'alcool isoamylique et quelques copeaux de magnésium, l'apparition des colorations suivantes indique :

Rose-orangé : les flavones

Rose-violacé : les flavanones

Rouge : les flavonols et flavanonols.

✓ **Leucoanthocyanes**

Nous avons effectué la réaction de la cyanidine sans ajouter les copeaux de magnésium mais le tube contenant la solution a été chauffée au bain-marie pendant 15 minutes, il se développe une coloration rouge cerise ou violacée en présence des leucoanthocyanes et les catéchols donnent une teinte brun-rouge.

➤ **Recherche des dérivés anthracéniques**

Les composés anthracéniques libres et combinés sont mis en évidence grâce à la réaction de Borntrager.

➤ **Anthracéniques libres**

A 1 g de poudre, ajouter 10 mL de chloroforme, chauffer au bain-marie pendant 3 minutes, filtrer à chaud et compléter à 10 mL si nécessaire. A 1 mL de ce filtrat chloroformique obtenu ajouter 1 mL de NH₄OH dilué au demi et agiter. La coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres.

➤ Anthracéniques combinés

• Les *O*-hétérosides

Préparer un hydrolysât à partir du résidu de la drogue épuisée par le dichlorométhane auquel il faut ajouter 10 mL d'eau, 1 mL d'acide chlorhydrique concentré puis maintenir le tube à essai au bain-marie pendant 15 minutes puis filtrer.

Prendre 5 mL de ce filtrat et agiter doucement avec 5 mL de chloroforme. A la phase organique, ajouter 1 mL de NH₄OH dilué au demi. L'apparition d'une coloration rouge plus ou moins intense indique la présence d'antraquinones sous la forme *O*-hétérosides.

• Les *C*-hétérosides

La solution à analyser est la phase aqueuse obtenue avec la solution à analyser des *O*-hétérosides à laquelle il faut ajouter 10 mL d'eau et 1 mL de FeCl₃ à 10 %. Après chauffage au bain-marie pendant 30 minutes. Refroidir sous un courant d'eau, extraire avec 5 mL de chloroforme (CHCl₃), soutirer la phase organique et ajouter 1 mL de NH₄OH dilué au demi. L'apparition d'une coloration rouge plus ou moins intense indique la présence de génines de *C*-hétérosides.

❖ Stérols et triterpènes

La mise en évidence des stérols et des polyterpènes s'est faite grâce à la réaction de Libermann – Burchard.

L'extrait à tester est obtenu à partir de 1 g de poudre et 20 mL d'éther, laisser en macération pendant 24 heures, filtrer et compléter à 20 mL, servira en plus à la recherche de coumarines et de caroténoïdes.

Evaporer au bain marie jusqu'à sec dans une capsule 10 mL d'extrait, puis dissoudre le résidu dans 1 mL d'anhydride acétique puis 1 mL de chloroforme. Partager dans deux tubes à essai, l'un servira de témoin. Mettre dans le fond du second tube sans agiter à l'aide d'une pipette 1 à 2 mL de H₂SO₄ concentré.

A la zone de contact des deux liquides il y a formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet, la couche surnageante devenant verte ou violette révèle la présence de stérols et triterpènes.

❖ Caroténoïdes

Evaporer à sec 5 mL d'extrait éthéré dans une capsule, ajouter 2 à 3 gouttes de solution saturée de chlorure d'antimoine (SbCl₃) dans du dichlorométhane ou dans le tétrachlorure de carbone (CCl₄). Il se développe en présence de caroténoïdes une coloration bleue devenant rouge par la suite.

❖ Coumarines

5 mL d'extrait éthérique obtenu après une macération de 24 heures sont évaporés à l'air libre, puis repris avec 2 mL d'eau chaude. La solution est partagée entre deux tubes à essai. La présence de coumarines est manifestée après ajout dans l'un des tubes de 0,5 mL de NH_4OH à 25 % et l'observation sous UV à 366 nm. Une fluorescence bleue intense dans le tube où il a été ajouté de l'ammoniaque indique la présence de coumarines.

❖ Les hétérosides cardiotoniques

Nous avons préparé un extrait à partir de 1 g de poudre de drogue et 10 mL d'éthanol à 60° et 5 mL d'une solution d'acétate neutre de plomb à 10 %, chauffé au bain-marie pendant 10 minutes et filtré.

Nous avons extrait ce filtrat avec 10 mL de dichloromethane et partagé la phase organique entre 3 tubes à essai, évaporé le contenu de chaque tube à sec et repris les résidus avec 0,5 mL d'isopropanol avant d'introduire dans :

- Le tube n°1 : 1 mL du réactif de Baljet ;
- Le tube n°2 : 1 mL du réactif de Kedde ;
- Le tube n°3 : 1 mL du réactif de Raymond – Marthoud.

Enfin, nous avons introduit dans chaque tube 5 gouttes d'hydroxyde de potassium (KOH) à 5 % dans l'éthanol fraîchement préparé.

La présence de cardenolides se traduit par une coloration :

- Orange dans le tube n°1 ;
- Rouge-violacée dans le tube n°2 ;
- Violette fugace dans le tube n°3.

❖ Recherche des saponosides

Cette recherche est basée sur la propriété qu'ont les solutions aqueuses contenant des saponosides de mousser après agitation.

La solution à analyser est obtenue par une décoction à 1 % pendant 15 minutes. Dans une série de 10 tubes à essai de 160 x 16 mm, numérotés de 1 à 10, introduire respectivement 1, 2, ..., 10 mL d'extrait et ajuster le volume de chaque tube à 10 mL avec de l'eau distillée.

Nous avons ensuite agité dans le sens de la longueur pendant 15 secondes en raison de deux agitations par seconde, laissé reposer pendant 15 minutes et mesuré la hauteur de la mousse persistante dans chaque tube. Celui dans lequel la hauteur fait 1 cm indique la valeur de l'indice

de mousse (**I**), il est égal à :
$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{1000}}{\mathbf{N}}$$

N est le numéro du tube où la hauteur de mousse est égale à 1 cm.

❖ **Autres recherches**

La solution à analyser est un décocté aqueux 10 % obtenu au bout de 15 minutes.

➤ **Composés réducteurs**

Au résidu d'évaporation de 5 mL de la solution à analyser, ajouter 1 mL du réactif de Fehling. L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence de composés réducteurs.

➤ **Oses et holosides**

A 5 mL de décocté aqueux à 10 % évaporé à sec, nous avons ajouté 2 à 3 gouttes de H_2SO_4 concentré, puis après 5 minutes ajouté 3 à 5 gouttes d'alcool saturé avec le thymol. Le développement d'une coloration rouge révèle la présence d'oses et holosides.

➤ **Mucilages**

L'obtention des précipités floconneux après mélange de 1 mL de décocté à 10 % et 5 mL d'éthanol absolu montre la présence de mucilages.

1.6 Chromatographie sur couche mince (CCM)

➤ Définition et appareillage

La CCM repose principalement sur des phénomènes d'adsorption. La phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants, qui progresse le long d'une phase stationnaire fixée sur une plaque de verre, de métal ou un autre support.

Après le dépôt de l'échantillon sur la phase stationnaire, les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant.

Les principaux éléments d'une séparation chromatographique sur couche mince sont :

- **La cuve chromatographique** : un récipient habituellement en verre, de forme variable, fermé par un couvercle étanche.
- **La phase stationnaire** : une couche de gel de silice ou d'un autre adsorbant est fixée sur une plaque à l'aide d'un liant.
- **L'échantillon** : une solution du mélange à analyser, déposé en un point repère situé au-dessus de la surface de l'éluant.
- **L'éluant** : un solvant pur ou un mélange : il migre lentement le long de la plaque en entraînant les composants de l'échantillon.

➤ Principe

Lorsque la plaque sur laquelle l'échantillon a été déposé est placée dans la cuve, l'éluant monte à travers la phase stationnaire, essentiellement par capillarité. En outre, chaque composant de l'échantillon se déplace à sa propre vitesse derrière le front du solvant. Cette vitesse dépend d'une part, des forces électrostatiques retenant le composant sur la plaque stationnaire et, d'autre part, de sa solubilité dans la phase mobile. Les composés se déplacent donc alternativement de la phase stationnaire à la phase mobile, l'action de rétention de la phase stationnaire étant principalement contrôlée par des phénomènes d'adsorption. Généralement, en chromatographie sur couche mince, les substances de faible polarité migrent plus rapidement que les composants polaires.

➤ Mode opératoire

- **Solutions à analyser**

Nous avons dissous 10 mg des extraits dans 1 mL du mélange méthanol-eau (1-1).

- **Les systèmes de solvant**

La migration s'est faite dans le système des solvants suivants :

Butanol-Acide acétique- Eau (B.A.W) (60-15-25) ;

Acétate d'éthyle – Méthyléthylcétone – Acide formique – Eau (50-30-10-10) ;

Ether de pétrole - Acétate d'éthyle (1-1).

- **Dépôt**

L'échantillon (10 microlitres) est déposé à l'aide d'une micropipette en appuyant légèrement et brièvement l'extrémité de la pipette sur la couche d'adsorbant en prenant soin de ne pas la détériorer.

Les solutions ont été déposées sous forme de point distant de 1,5 cm les uns des autres et situées à environ 1cm de la partie inférieure de la plaque. Chaque dépôt a été séché à l'aide d'un séchoir. La distance du spot est de 8 cm.

- **Migration**

La plaque a été introduite en position verticale dans la cuve de migration restée fermée pendant la migration. Lorsque la position du front du solvant arrive à environ 1 cm de l'extrémité supérieure de la plaque, celle-ci est retirée de la cuve, le niveau atteint par le solvant est marqué au crayon par un trait fin, puis la plaque est séchée à l'air libre. Après séchage les plaques ont été observées à la lampe UV 254 nm et 366 nm. Les taches observées ont été encerclées au crayon, en traits pleins pour les taches détectées à l'UV 254 nm et en traits pointillés pour celles détectées à l'UV 366 nm.

➤ **Calcul de R_f (Rapport frontal)**

$$R_f = \frac{dc}{ds}$$

dc : distance parcourue par le composé (du dépôt jusqu'au centre de la tache)

ds: distance parcourue par le front du solvant

Le rapport frontal des composés détectés à l'UV 254 nm, 366 nm et après révélation a été calculé et les couleurs notées.

NB : le rapport frontal est toujours **inférieur ou égal à 1**.

- **Révélation**

Les plaques ont été révélées par pulvérisation avec les réactifs suivants :

- Réactif de **Godin** révélateur polyvalents,
- Le trichlorure de fer **FeCl₃ à 10%** spécifique des Tanins,
- **Dragendorff** qui est spécifique aux Alcaloïdes,
- Le **DPPH** pour les composés à activité anti-radicalaires.

1.7 Activité antiradicalaire

➤ Principe

Le 1-1 Diphényl 2 picrylhydrazyle (DPPH), un radical libre stable, violet en solution et présentant une absorbance caractéristique à 517 nm. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en Diphényl picrylhydrazine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration (l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons) (**Kouassi et coll 2018**).

➤ Mode opératoire

Le chromatogramme obtenu après migration des extraits dans le système Acoet-M E C-AF-H₂O (50-30-10-10) a été révélé avec une solution méthanolique à 2 mg/ml de 1-1 Diphényl 2 picrylhydrazyle. Les substances actives apparaissent en tache jaune sur fond violet.

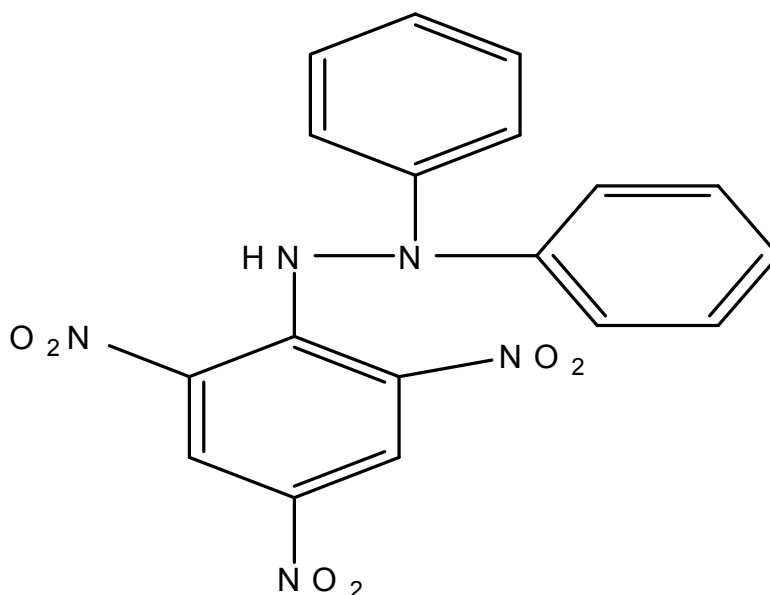


Figure 10 : Radical DPPH

2. RESULTATS

2.1 Contrôle de qualité

- **Qualité botanique**
 - **Caractère macroscopique**

Le fruit est de couleur vert-gris (code couleur #95A595) très caractéristique en forme de saucisson, arrondi aux deux extrémités, portant de nombreuses graines et pesait 2,93 Kg (voir figure 11)



Photo par YARA Amadou

Figure 11 : Fruits de *Kigelia africana*

- **Caractère organoleptique de la poudre de fruit**

Tableau I: Les résultats des caractères organoleptiques

Droque	Granulométrie	Saveur	Couleur	Odeur
Poudre de fruit	Poudre grossière	Arrière-gout sucré peu acide et peu amère	Bistre (#856D4D code dans le dictionnaire de couleur)	Non caractéristique



Figure 12 : Poudre de fruit de *Kigelia africana*

- **Microscopie**

La microscopie nous a permis de mettre en évidence dans la poudre de fruit les différents éléments illustrés par les images suivantes (**voir figure 13**)

A : Xylème ponctué (abondant)

B : Xylème spiralé (abondant)

C : Parenchyme contenant le Xylème (rare)

D : Groupe des Fibres (très abondant)

E : Cristaux d'oxalate de calcium (rare)

F : Poil tecteur unicellulaire (rare)

G : Parenchyme (très abondant)

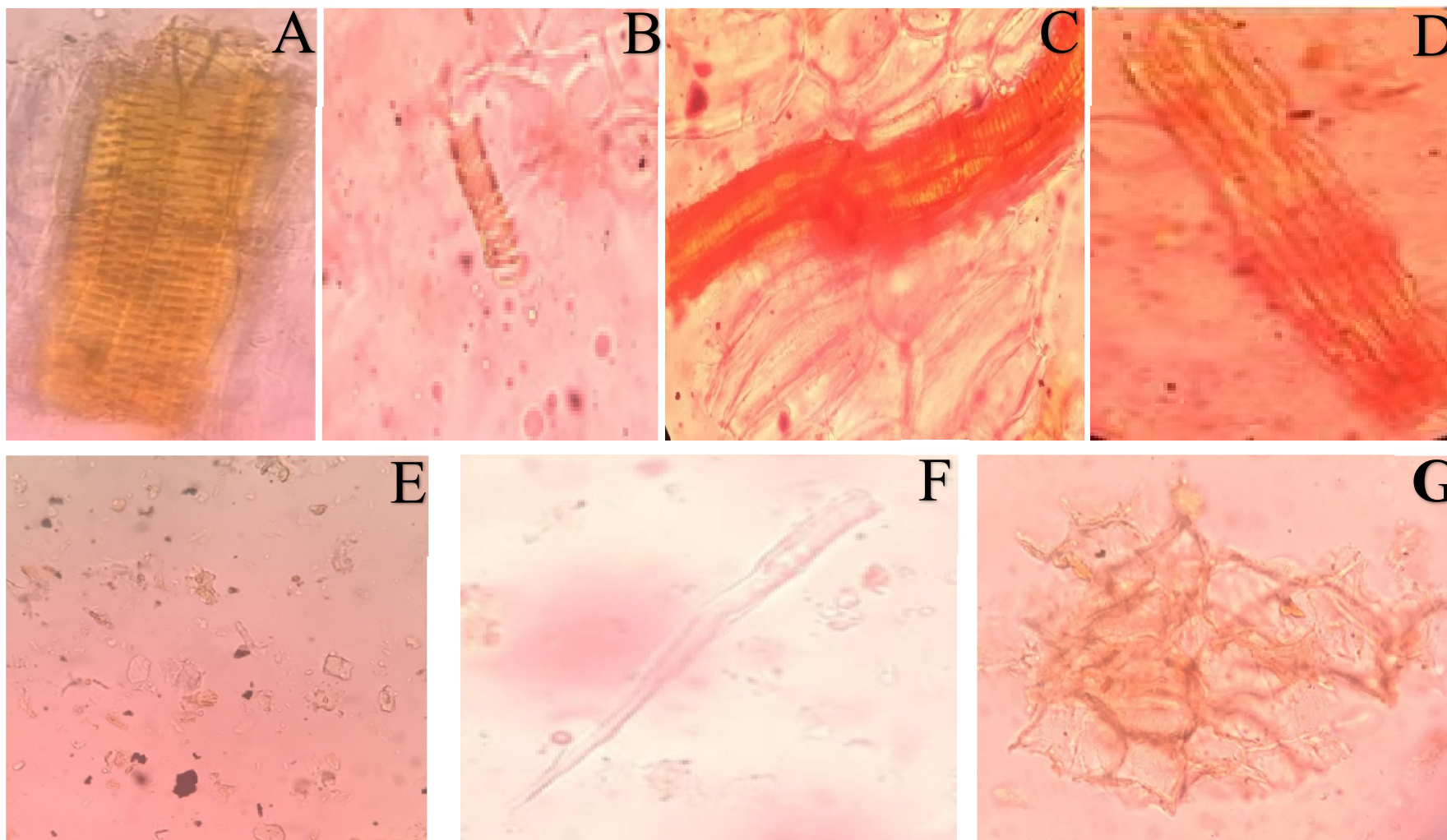


Figure 13 : Eléments microscopiques identifiés dans la poudre de fruit de *Kigelia africana*.

➤ **Détermination des teneurs et les substances extractibles par l'eau et l'éthanol 70%**

Tableau II : Résultat des différents dosages concernant le contrôle de qualité de la poudre de fruit de *Kigelia africana*.

Substances dosées	Résultats (%)
Teneur en Eau	5,6
Cendres totales	4,11
Cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique 10%	0,02
Substances extractibles par l'eau	23
Substances extractibles par l'éthanol à 70%	39

La teneur en eau dans notre échantillon était inférieure à 10%, la teneur en cendre total était de 4,11% et la teneur en cendre insoluble dans l'acide chlorhydrique à 10% était faible (**voir tableau II**).

2.2 Réactions colorées et de précipitation en tube :

Tableau III : Résultats des réactions de caractérisations en tube réalisé sur la poudre de fruit de *Kigelia africana*.

Groupes Chimiques	Résultats
Hétérosides cyanogénétiques	-
Caroténoïdes	-
Coumarines (fluorescence sous U V à 366nm)	+++
Anthracénosides	+++
Flavonoïde	-
Alcaloïdes (Mayer et Dragendorff)	-
Saponosides	-
Tanin	+++
Composés réducteurs	-
Oses et Holosides	-
Mucilages	+++
Stérols et Triterpènes	+
Hétérosides cardiotoniques	-
Anthocyanes	-
Leuco anthocyanes	-

Les tanins, les coumarines, anthracénosides et les stérols et triterpènes ont été mises en évidence dans l'échantillon.

Les réactions ont été négatives pour les alcaloïdes, les flavonoïdes, et les saponosides (**voir tableau III**).

2.3 Chromatographie sur couche mince (CCM)

Les résultats de la chromatographie sur couche mince des extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* sont reportés dans les tableaux (IV, V, VI) et les figures (14, 15, 16) ci-dessous. Chaque tableau comprend les informations sur le facteur de rétention (Rf), l'observation à la lumière UV (à 254 nm, et la fluorescence 366 nm) et les différentes colorations après révélation avec les réactifs de Godin (Polyvalent), Dragendorff spécifique aux alcaloïdes et du FeCl₃ à 10% qui est spécifique aux tanins.

Tableau IV : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* migré dans le B.A.W (40 :10 :50) puis révélé avec le réactif de Godin (**Figure 14**).

Extraits	RF	UV254 nm	UV366 nm	Godin
Décocté	0,25	Marron	Vert	Noir
	0,63	-	-	Bleu-verdâtre
	0,73	-	Violet	-
	0,9	Verdâtre	Bleu	Bleu-verdâtre
Infusé	0,25	Marron	Vert	Noir
	0,58	Bleu clair	-	Vert
	0,72	-	-	-
	0,88	Verdâtre	-	Bleu
Macéré Eau	0,25	Marron	Vert	Noir
	0,57	-	-	-
	0,73	-	Violet	-
	0,86	Bleu	Bleu	Bleu-verdâtre
Macéré Ethanol	0,27	Marron	Vert	Noir
	0,58	Bleu clair	-	Vert
	0,73	-	Violet	-
	0,87	Bleu clair	Bleu	Bleu

Les fluorescences bleues aux Rf : 0,9 ; 0,86 ; et 0,87 à UV366 nm pourraient révéler la présence de coumarines (**voir tableau IV**).

Les taches ayant une coloration verte après révélation par le Godin pourraient révéler la présence des stéroïdes (**voir tableau IV et figure 14**).

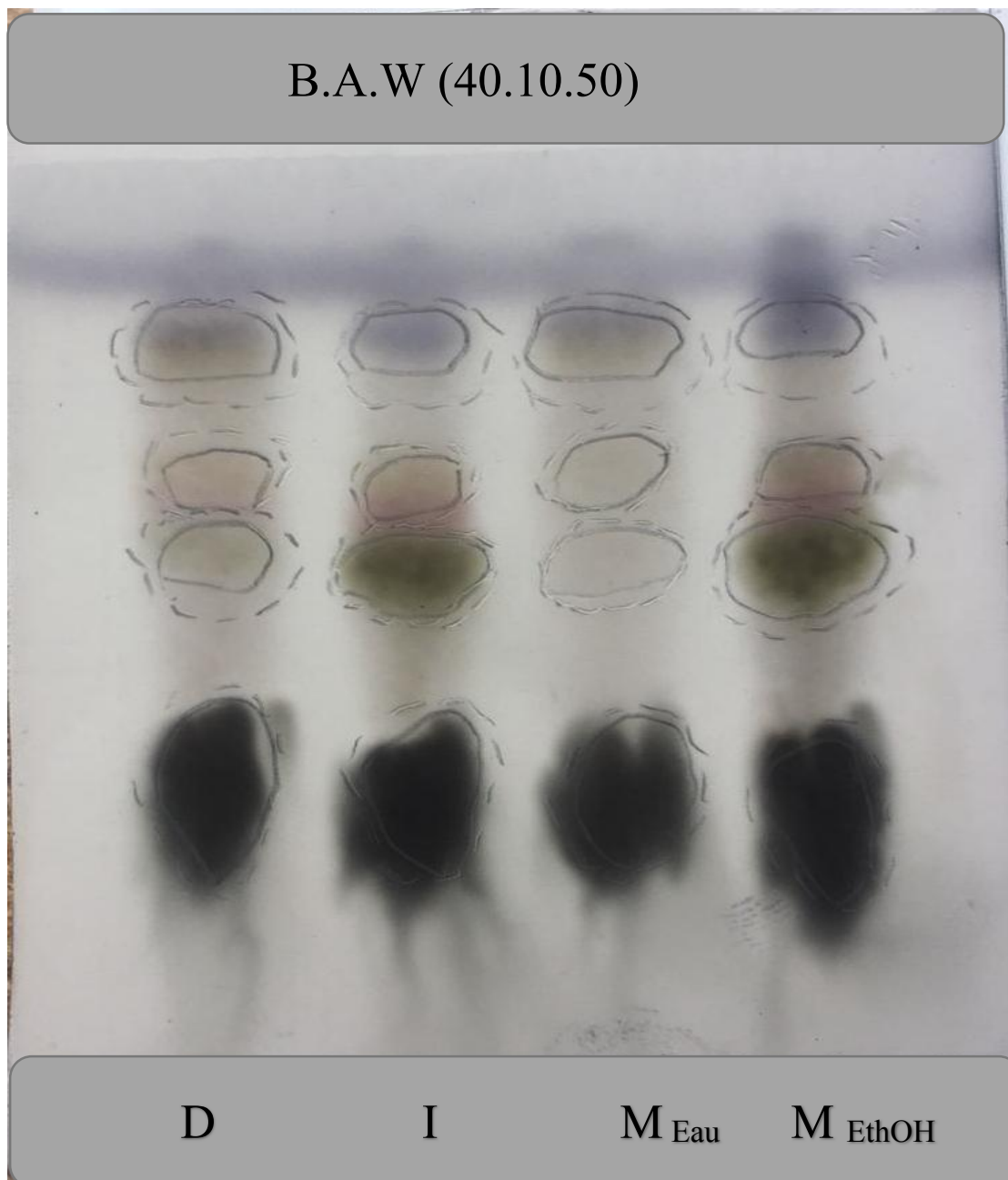


Figure 14 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* révélé par le réactif de Godin.

Tableau V : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* dans le Acoet-M E C-AF-H₂O (50-30-10-10-), puis révélé par le FeCl₃ (**Figure 15**)

Extraits	RF	UV254 nm	UV366 nm	FeCl ₃ 10%
Décocté	0,5	-	Violet	-
	0,68	-	-	-
	0,82	Marron	-	Noir
	0,93	Marron	Bleu	Noir
Infusé	0,05	-	-	-
	0,48	-	Violet	-
	0,63	-	-	-
	0,81	Marron	-	Noir
	0,92	Marron	-	-
	0,98	Marron	Bleu	Noir
Macéré Eau	0,5	-	Violet	-
	0,67	-	-	-
	0,75	-	-	-
	0,83	-	-	-
	0,93	Marron	-	-
	0,98	-	Bleu	Noir
Macéré Ethanol	0,05	-	-	-
	0,5	-	Violet	-
	0,66	-	-	-
	0,82	Marron	-	Noir
	0,97	Marron	-	Noir

Les fluorescences bleues aux Rf : 0,93 et 0,98 à UV366 nm pourraient révéler la présence de coumarines (**voir tableau V**).

Les taches ayant une coloration noire aux Rf : 0,81 ; 0,82 ; 0,93 ; 0,97 et 0,98 après révélation par le FeCl₃ à 10% pourrait révéler la présence des tanins (**voir tableau V et figure 15**).

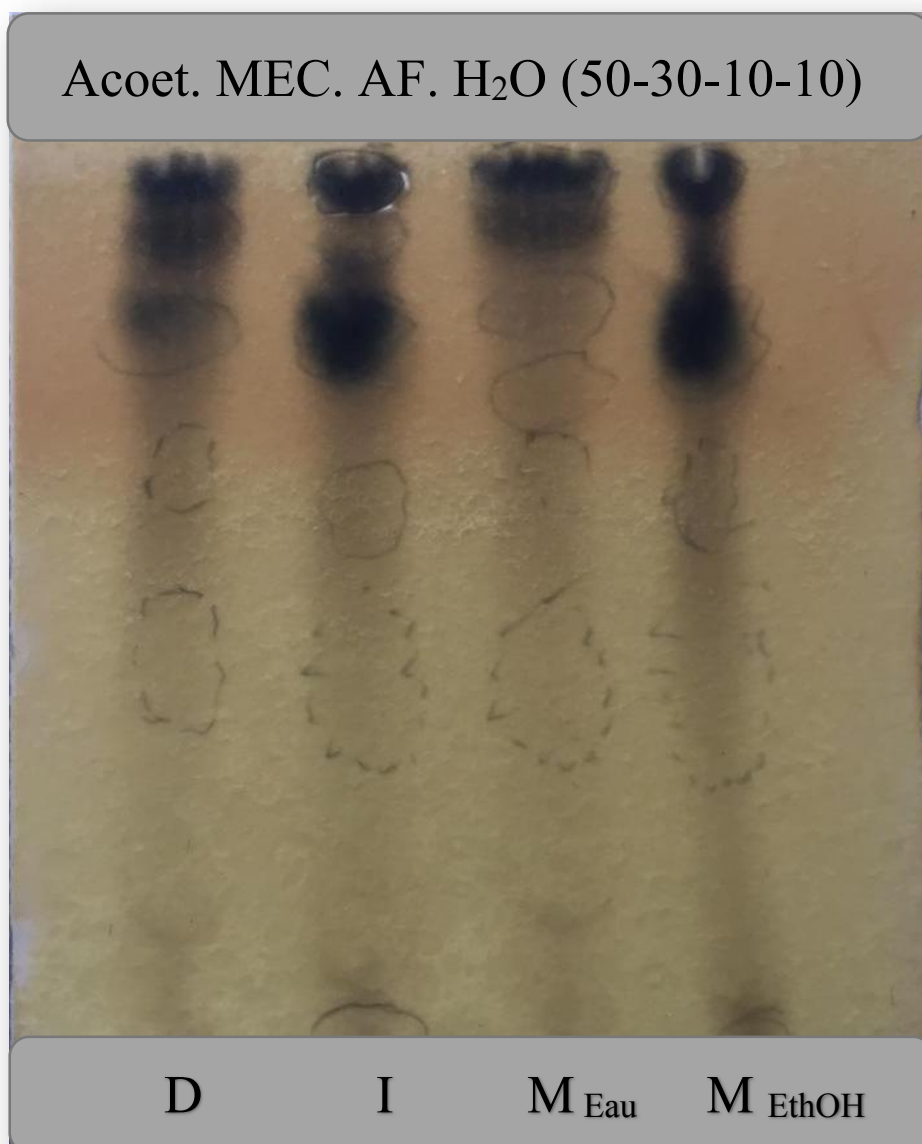


Figure 15 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* révélé par le FeCl₃ à 10%

Tableau VI : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* dans le Eth P-Acoet (1-1) puis révélé par le réactif de Dragendorff (**Figure 16**).

Extraits	RF	UV254 nm	UV366 nm	Dragendorff
Décocté	0,13	Marron	Vert	-
	0,31	Marron	Bleu	-
	0,46	-	-	-
Infusé	0,12	Marron	Vert	-
	0,31	Marron	Bleu	-
	0,43	-	-	-
Macéré Eau	0,13	Marron	Vert	-
	0,31	Marron	Bleu	-
	0,43	-	-	-
Macéré Ethanol	0,12	Marron	Vert	-
	0,31	Marron	Vert	-
	0,47	-	-	-

La révélation de chromatogramme par le réactif de Dragendorff n'a pas révélé la présence des alcaloïdes « coloration rouge brunâtre » (**voir tableau VI et Figure 16**)



Figure 16 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* révélé par le réactif de Dragendorff

2.4 Activité antiradicalaire

Les données de chromatogramme révélés par la solution de DPPH pour la mise en évidence des composés antiradicalaires sont reportées dans le **tableau VII** et **figure 17** ci-dessous.

Tableau VII : Résultats de la chromatographie sur couche mince de différents extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* dans Acoet-M E C-AF-H₂O (50-30-10-10-), puis révélé par le DPPH (**Figure 17**)

Extraits	RF	UV254 nm	UV366 nm	DPPH
Décocté	0,28	-	Violet	-
	0,31	-	Violet	-
	0,67	-	-	-
	0,82	-	-	Jaune
	0,97	Bleu	Vert	Jaune
Infusé	0,23	-	Violet	-
	0,5	-	Violet	-
	0,72	-	Marron	-
	0,8	-	-	Jaune
	0,88	-	-	Jaune
	0,96	Bleu	-	Jaune
Macéré Eau	0,48	-	-	-
	0,76	-	Violet	-
	0,85	-	Bleu	-
	0,97	Bleu	Vert	Jaune
Macéré Ethanol	0,28	-	Violet	-
	0,46	-	Violet	-
	0,57	-	-	-
	0,81	-	Marron	Jaune
	0,96	-	Marron	Jaune

La présence des taches ayant une coloration jaune aux Rf correspondants après révélation par le DPPH, pourrait expliquer l'activité anti-radicalaire des extraits (**tableau VII et Figure 17**).

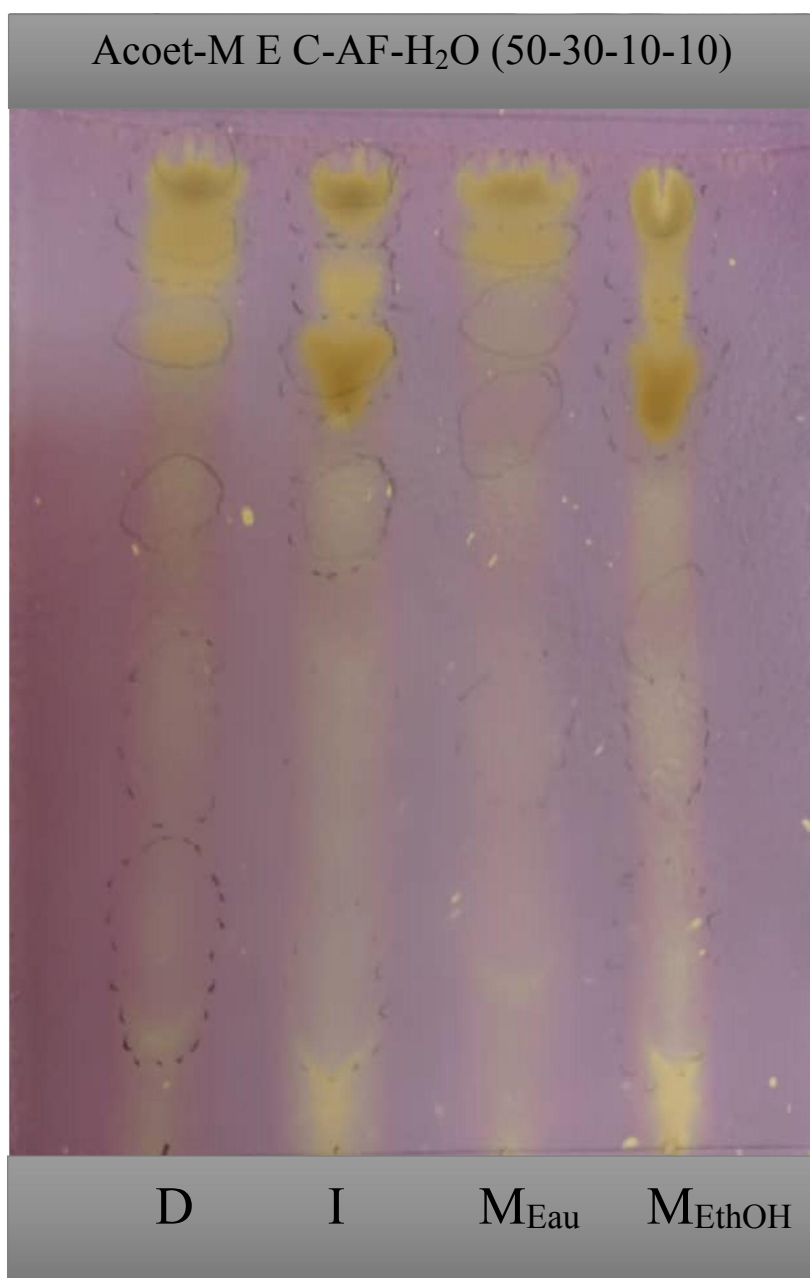


Figure 17 : Chromatogramme des extraits de la poudre de fruit de *Kigelia africana* révélé par le DPPH.

3. COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

Ce travail avait pour but d'étudier la phytochimie et l'activité antiradicalaire des fruits de *Kigelia africana* dans l'optique de mettre au point un MTA au Mali.

Les caractéristiques macroscopiques, organoleptiques et microscopiques caractérisés dans la poudre de fruit de *Kigelia africana* permettent de définir les normes de qualité de botanique permettant d'identifier un bon échantillon des fruits afin d'éviter les falsifications.

La teneur en eau (5,6%) par méthode gravimétrique était inférieure à 10% répondant ainsi aux normes recommandées par les pharmacopées. En effet une teneur en eau supérieure à 10% favorise les réactions d'oxydation, de fermentation ainsi que la formation de moisissures qui sont des phénomènes pouvant altérer la qualité du principe actif lors du stockage pendant une longue période (**Evans, 2009**).

La teneur en cendres insolubles dans HCl 10% était relativement faible (< 0,05%). Ce résultat suggère une faible contamination de la poudre des fruits par les éléments siliceux tels que le sable et la poussière. La teneur en cendres totales était de 4,11%. Ce résultat suggère que la poudre des fruits n'est très riche en éléments minéraux (**Evans, 2009**).

La teneur en substance extractible par l'éthanol 70% (39%) était supérieure à celle extractible par l'eau (23%). Ce résultat suggère que plus de constituants passent dans l'éthanol 70% que dans l'eau.

Le criblage phytochimique a permis de mettre en évidence la présence des tanins, anthracénosides, coumarines, mucilages, stérols et triterpènes dans la poudre des fruits de *Kigelia africana* par les réactions colorées et par la CCM. Par contre les anthocyanosides, flavonoïdes, saponosides, composés réducteurs, glycosides cardiotoniques et alcaloïdes étaient absents. Ces résultats sont différents de ceux de **Azu et collaborateur en 2010** qui ont trouvé en plus des tanins et anthracénosides, la présence des alcaloïdes, anthocyanosides, flavonoïdes, saponosides, glycosides cardiotoniques et composés réducteurs (**Azu et coll.,2010**).

L'absence de flavonoïde dans la poudre de fruit de *Kigelia africana* est contraire au résultat trouvé par Micheli et collaborateur en 2019 (**Micheli et coll., 2019**).

La présence de certains constituants chimiques (tanins, stérols et triterpènes, mucilages) dans les fruits de *Kigelia africana* pourraient être bénéfique dans la prise en charge de certaines maladies. En effet, **les tanins** sont utilisés pour drainer les sécrétions excessives, comme dans la diarrhée et pour retendre les tissus souples. Ils permettent de lutter contre les infections et stopper les hémorragies (**Iserin, 2001**). Les tanins sont également reconnus pour leur pouvoir de fixation aux protéines avec une tendance à l'imperméabilité des couches externes et la

protection des couches sous-jacentes, leurs effets antiseptiques et leurs propriétés de renouvellement des tissus pourraient expliquer l'utilisation traditionnelle de la plante dans les affections cutanées (**Bruneton, 1993**).

Les stérols et triterpènes sont souvent expectorants et facilite l'absorption des aliments. La structure chimique des stérols est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (œstrogène, cortisone) (**Iserin, 2001**). Quant à Bruneton, il confère au triterpène les propriétés antiinflammatoire (**Bruneton, 1993**). Ce qui pourrait justifier utilisation traditionnelle de la plante dans la grippe, les douleurs du rhumatisme les inflammations et contre la stérilité chez l'homme et la femme.

Les mucilages absorbent de grande quantité d'eau, produisant une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés (peau sèche et irritée ou la paroi des intestins enflammée et douloureuse) (**Iserin, 2001**).

Tous les extraits (infusé, décocté, macéré éthanolique et aqueux) ont présenté une activité antiradicalaire DPPH. Cependant, l'infusé à 10% a présenté plus de constituant antiradicalaire. L'activité antiradicalaire des extraits pourrait être due à la présence des tanins dans nos extraits. En effet selon Bruneton les tanins sont doués de propriétés antiradicalaires (**Bruneton, 1993**). De nombreuses études ont montré l'activité antiradicalaire des extraits des fruits de *Kigelia africana* (**Azu et coll., 2010 ; Atolani et coll., 2011**).

Cette activité antiradicalaire pourrait être bénéfique dans la prise en charge de nombreuses maladies telles que les maladies cardiovasculaires et le cancer. En effet de nombreuses études ont démontré l'implication des radicaux libres dans la pathogenèse des maladies cardiovasculaires et du cancer (**Haleng et coll., 2007 ; Defraigne et Pincemail, 2008**).

Des travaux antérieurs ont démontré la sécurité d'emploi des extraits des fruits de *Kigelia africana* (**Carey et coll., 2008 ; Azu et coll., 2010**). De nombreuses études ont démontrés aussi les propriétés antidiabétiques (**Fagbohun et coll., 2020**), anticancéreuses (**Arkhipov et coll., 2014**) antalgiques et antiinflammatoires (**Carey et coll., 2008**) des extraits des fruits de *Kigelia africana* validant ainsi les nombreuses utilisations traditionnelles des fruits.

CONCLUSION

Cette étude a permis de déterminer les caractéristiques microscopiques de la poudre de fruit de *Kigelia africana* notamment des xylènes (ponctué et spiralé), parenchyme, groupe des fibres, poil tecteur unicellulaire et des cristaux d'oxalate de calcium. La teneur en cendres totales est faible. Les teneurs en substances extractibles ont été de 23% pour l'eau et de 39% pour l'éthanol à 70%. Les principaux constituants chimiques des fruits de *Kigelia africana* sont des polyphénols notamment des tanins, des coumarines, des mucilages, des saponosides, des stérols et triterpènes. Les extraits aqueux ont été les plus riches en constituants antiradicalaires pouvant être responsable des activités antioxydantes, antidiabétiques, anticancéreuses, antalgiques et antiinflammatoires des fruits de la plante qui valident les utilisations traditionnelles et pouvant être bénéfique dans la prise en charge de nombreuses maladies.

Nos résultats couplés aux données de la littérature vont contribuer à la rédaction de la monographie de la plante et la mise au point de nouveaux médicaments traditionnels améliorés à usages multiples.

RECOMMANDATIONS

➤ **Au DMT**

- Mettre au point un nouveau MTA sous forme de tisane à usage multiple à base de fruit de *Kigelia africana*
- Constituer le dossier d'autorisation de mise sur le marché.
- Approfondir les investigations sur les autres extraits du fruit et d'autres organes de la plante.

➤ **Aux Ministères de la santé et de la recherche scientifique**

- Renforcer les capacités du DMT en ressources humaines, en équipements et en matériel et réactifs.
- Investir davantage pour la valorisation de la médecine traditionnelle, l'un de nos patrimoines culturels.

➤ **Aux populations**

- Faire un usage rationnel des produits de la biodiversité

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ajayi, T. O., Moody, J. O., & Anthony, C. S. (2019).** Ethnobotanical Survey of Plants used in the Management of Hypertension in Ibadan North Local Government Area of Oyo State, Nigeria. *Nigerian Journal of Pharmaceutical Research*, 15(1), 61-73.
- Amadou Adiza (2006).** Etude d'une recette traditionnelle des écorces de tronc de *Sclerocarya birrea* Hosch et de *Uapaca togoensis* Pax utilisées dans le traitement du diabète. Thèse de pharmacie .141p. USTTB, Mali.
- Arbonnier M. (2009).** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest. (Quae Muséum national d'histoire naturelle). F-75005 Paris.
- Arkhipov, A ; Sirdarta, J ; Rajan, P ; McDonnell, PA et Cock, IE. (2014).** An examination of the antibacterial, antifungal, anti-Giardial and anticancer properties of *Kigelia africana* fruit extracts. *Pharmacognosy Communications*, 4(3).
- Asekun, Olayinka Taiwo., Olusegun, Ekundayo., Adebola, Oyedeji. (2007).** The volatile constituents of the leaves and flowers of *Kigelia africana* Benth. *Flavour and fragrance journal*, 22(1), 21-23.
- Ashidi, J.S., P.J Houghton, P. J. Hylands, T. Efferth (2010).** Ethnobotanical survey and cytotoxicity testing of plants of South-western Nigeria used to treat cancer, with isolation of cytotoxicity constituents from *Cajanus cajan* Millsp. Leaves. *Journal of Ethnopharmacology* 128, 501-512. (Ashidi, J.S. et col 2010).
- Atawodi, S. E. O., Olowoniyi, O. D., & Daikwo, M. A. (2014).** Ethnobotanical survey of some plants used for the management of hypertension in the Igala speaking area of Kogi State, Nigeria. *Annual Research & Review in biology*, 4535-4543.
- Atawodi, Sunday Ene-Ojo et Olowoniyi, Olufunsho Dayo. (2015).** Pharmacological and therapeutic activities of *Kigelia africana* (Lam.) Benth. *Annual Research & Review in Biology*, 5(1), 1.
- Atolani, Olubunmi., Adeyemi, Stephen O., Akpan, Essiet., Adeosun, Charles B et Olatunji, Gabriel A. (2011).** Chemical composition and antioxidant potentials of *Kigelia pinnata* root oil and extracts. *Excli Journal*, 10, 264.
- Azu, O. O., Duru, F. I. O., Osinubi, A. A., Noronha, C. C., Elesha, S. O., & Okanlawon, A. O. (2010).** Preliminary study on the antioxidant effect of *Kigelia africana* fruit extract (Bignoniaceae) in male Sprague-Dawley rats. *African journal of Biotechnology*, 9(9).

- Azu, O. O., Francis, I., Abraham, A., Crescie, C., Stephen, O., & Abayomi, O. (2010).** Protective agent, *Kigelia africana* fruit extract, against cisplatin-induced kidney oxidant injury in Sprague–Dawley rats. *Asian J Pharma Clin Res*, 3(2), 84-8.
- Barouki, R. (2006).** Stress oxydant et vieillissement. *Médecine/sciences*, 22(3), 266-272.
- Binic, I., Lazarevic, V., Ljubenovic, M., Mojsa, J., Sokolovic, D. (2013).** Skin ageing : natural weapons and strategies. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.
- Binutu, Oluwatoyin A ; Adesogan, Kayode E ; Okegun, Joseph I. (1996).** Antibacterial and antifungal compounds from *Kigelia pinnata*, *Planta Medica*, 62(04), 352-353.
- Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales, Edition Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 915 p.
- Carey, M. W., Babu, M. J. D., Rao, V. N et Mohan, G. K (2008).** Anti-inflammatory activity of the fruit of *Kigelia africana* DC. *Pharmacologyonline*,2,234-245.
- De Wet, H., & Ngubane, S. C. (2014).** Traditional herbal remedies used by women in a rural community in northern Maputaland (South Africa) for the treatment of gynaecology and obstetric complaints. *South African Journal of Botany*, 94, 129-139.
- Defraigne, J. O., & Pincemail, J. (2008).** Stress oxydant et antioxydant : mythes et réalités. *Revue médicale de Liège*,63,10-19.
- Diakité Kadiatou, (2015).** Etude phytochimique et l'activité antiradicalaire de quatre plantes utilisées en médecine traditionnelle dans la prise en charge des cancers au Mali. Thèse de pharmacie. 105p.
- Erinoso, S. M., & Aworinde, D. O. (2012).** Ethnobotanical survey of some medicinal plants used in traditional health care in Abeokuta areas of Ogun State, Nigeria. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6(18), 1352-1362.
- Evans, W. C. (2009).** *Trease and Evans Pharmacognosy, International Edition* E-Book. Elsevier Health Science. 614 p.
- Eyong, K. O., Ambassa, P., Yimdjo, M. C., Sidjui, L. S., & Folefoc, G. L. (2012).** A new source of kojic acid isolated from *Kingella africana* : A possible precursor for quinine biosynthesis. *Rasayan journal of chemistry*, 5(4), 477-480.
- Fagbohun, O.F., Awoniran, P. O., Babalola, O. O., Agboola, F. K., & Msagati, T. A. (2020).** Changes in the biochemical, hematological and histopathological parameters STZ-induced diabetic rats and the ameliorative effect of *Kigelia africana* fruit extract. *Heliyon*, 6(5), e03989.

- Gomes, M.N ; Augustine, T.N ; Moyo, D ; Chivandi, E. (2019).** Differential response of breast cancer cell lines to *Kigelia africana*, *Ximenia caffra* and *Mimusops zeyheri* seed oils. *South African Journal of Botany*, 121, 463-469.
- Gouda, Yaser G., Abdel-baky, Afaf M., Darwish, Faten M., Mohamad, Khaled M., Kasai, Ryoji., Yamasaki, Kasuo. (2003).** Iridoids from *Kigelia pinnata* DC. *Fruits. Phytochemistry*, 63(8), 887-892.
- Gouda, Yaser G., Abdel-baky, Afaf M., Mohamad, Khaled M., Darwish, Faten M., Kasai, Ryoji., Yamasaki, Kasuo. (2006).** Phenylpropanoid and phenylethanoid derivatives from *Kigelia pinnata* DC. *Fruits. Natural product research*, 20(10), 935-939.
- Grace, OM ; Light, ME ; Lindsey, KL ; Mulholland, DA ; Van Staden, J ; Jager, AK et Eloff, JN. (2002).** Antibacterial activity and isolation of active compounds from fruit of the traditional African medicinal tree *Kigelia africana*. *South African Journal of Botany*, 68(2),220-222.
- Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J-O., Charlier, C., Chapelle, J-P. (2007).** Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*. 10(62), 628-38.
- Hostettmann K. (2001).** Tout savoir sur les plantes médicinales des montagnes. Ed. Fabre S A, Lausanne, Suisse, 121 p
- Houghton, P. J., & Jäger, A. K. (2002).** The sausage tree (*Kigelia pinnata*) : ethnobotany and recent scientific work. *South African Journal of Botany*, 68(1), 14-20.
- Idris Bello, Mustapha W. Shehu, Mustapha Musa, Mohd. Zaini Asmawi and Roziahanim Mahmud, (2016).** *Kigelia africana* (Lam.) Benth. (Sausage tree): Phytochemistry and pharmacological review of a quintessential African traditional medicinal plant, [Journal of ethnopharmacology](#). 189:253-276.
- Iserin, P. (2001).** Larousse encyclopédie des plantes médicinales. *Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersley Limited, Londres*.
- Jeruto, P., Lukhoba, C., Ouma, G., Otieno, D., & Mutai, C. (2008).** An ethnobotanical study of medicinal plants used by the Nandi people in Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(2), 370-376.
- Kareru, P. G., Kenji, G. M., Gachanja, A. N., Keriko, J. M., & Mungai, G. (2007).** Traditional medicines among the Embu and Mbeere people of Kenya. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 4(1), 75-86.
- Khursheed Siddiqui, Avijit Mazumder, Gunosindhu Chakraborty. (2015).** A Review on Phytopharmacological Profile of *Kigelia pinnata* (Jacq.). *International Journal of Pharma Research & Review*. 4(9):34-38 ISSN: 2278-60704.

- Kouassi, E. K., Ouattara, S., Seguin, C., Fournel, S., et Frich, B. (2018).** Etude de quelques propriétés biologiques de *Ocimum gratissimum* L., Une Lamiaceae récolté à Daloa (Côte d'Ivoire).
- Mercan D, (2010).** Le stress Oxydatif, A R L, Lausanne, Unilabs.
- Mobark, R., Mohammed, O., & Mustafa, K. T. O. (2019).** Phytochemical Investigation of Antimicrobial Activity Leaves Extract of *Kigelia africana*. *Journal of Mathematics*, 6(4).
- Momekov, G., Momekova, D., Pencheva, I., & Konstantinov, S. (2012).** Antineoplastic activity of a methanolic extract from *Kigelia pinnata* DC stem bark. *Journal of cancer therapeutics and research*, 1(1), 17.
- Musa, M. S., Abdelrasool, F. E., Elsheikh, E. A., Ahmed, L. A., Mahmoud, A. L. E., & Yagi, S. M. (2011).** Ethnobotanical study of medicinal plants in the Blue Nile State, South-eastern Sudan. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 4287-4297.
- Muthaura, C. N., Rukunga, G. M., Chhabra, S. C., Mungai, G. M., & Njagi, E. N. M. (2007).** Traditional phytotherapy of some remedies used in treatment of malaria in Meru district of Kenya. *South African Journal of Botany*, 73(3), 402-411.
- Nasiru, A et Oluwasegun, A. (2014).** In vitro free radical scavenging activity and total phenolic content of *Kigelia africana* (LAM). *International Journal of Science and Research*, 3(1), 368-70.
- Ogbeche, KA., Ogunbiyi, YO., Duru, FIO. (2002).** Effect of methanol extract of *Kigelia africana* on sperm motility and fertility in rats. *Nigerian Journal of Health and Biomedical Sciences*, 1(2), 113-116.
- Owolabi, O. J., & Omogbai, E. K. (2007).** Analgesic and anti-inflammatory activities of the ethanolic stem bark extract of *Kigelia africana* (Bignoniaceae). *African Journal of Biotechnology*, 6(5), 582-585.
- Owolabi, Omonkhelin J ; Omogbai, Eric KI ; Obasuyi, Osahon. (2007).** Antifungal and antibacterial activities of the ethanolic and aqueous extract of *Kigelia africana* (Bignoniaceae) stem bark. *African Journal of Biotechnology*, 6 (14), 1677-1680.
- Picerno P, Autore G., Marzocco, S Meloni M, Sanogo R., Aquino RP (2005).** Anti-inflammatory activity of verminoside from *Kigelia africana* and evaluation of cutaneous irritation in cell cultures and reconstituted human epidermis *J Nat Prod.*;68(11):1610-4. doi: 10.1021/np058046z. PMID: 16309308 DOI: 10.1021/np058046z
- Pousset, J. L. (1989).** *Plantes médicinales africaines. Utilisation pratique.* Ellipses. 160 p.
- RODRIGO, R., GONZALEZ, J., & PAOLETTO, F. (2011).** The role of oxidative stress in the pathophysiology of hypertension. *Hypertension Research*, 34(4), 431.

Roux, D. et Catier, O. (2007). Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. Wolters Kluwer France.

Sainadh NS, Nagarathna PKM, Vasantha KC, Kulkarni SC. (2013). Evaluation of Anti-cancer Activity of *Kigelia africana* on EAC Induced Solid Tumors, Research and Reviews, Journal of Pharmacological studies, Vol 1, n°1.

Saini Sangita, Kaur Harmeet, Verma Bharat, Singh SK. (2009). *Kigelia africana* (Lam.) Benth. —an overview. Natural Product Radiance. 8 (2): 190-197.

Setshogo, M. P., & Mbereki, C. M. (2011). Floristic diversity and uses of medicinal plants sold by street vendors in Gaborone, Botswana. African Journal of Plant Science and Biotechnology 5, 69-74.

Shah, M. A., Keach, J. E., & Panichayupakaranant, P. (2018). Antidiabetic naphthoquinones and their plant resources in Thailand. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 66(5), 483-492.

Veronica Micheli, Rokia Sanogo, Maria Alessandra Mobilia & Francesco Occhiuto. (2019) : Effects of *Kigelia africana* (Lam.) Benth. Fruits extract on the development and maturation of the reproductive system in immature male rats, Natural Product Research, DOI : 10.1080/14786419.2019.1579809.

Weiss C R, Moideen S V K, Croft S L, Houghton P J, (2000). Activity of extracts and isolated naphthoquinones from *Kigelia pinnata* against plasmodium fal, Journal of Natural, products, vol. 63 N° 9 pp.1306-1309.

(<http://www.code-couleur.com/dictionnaire/couleur-b.html>) consulté le 06/07/2019

(<http://www.plantlist.org>) consulté le 10/05/2019

(<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-317427>) consulté le 10/05/2019

[https://uses.plantnet-project.org/fr/Kigelia_africana_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Kigelia_africana_(PROTA)), Consulté le 05/04/2019

ANNEXES

➤ **Matériels techniques :**

Nous avons utilisé les matériels suivants :

Examen Microscopique :

- Microscope
- Lame
- Lamelle
- Creuset
- Spatule

Phytochimie :

- Tubes à essai
- Plaque chauffante
- Bain-marie
- Entonnoir
- Erlenmeyer
- Coton
- Ampoule à décanter
- Balance de précision
- Plaques aluminium 60 F 254
- Cuve pour la migration
- Pulvérisateur
- Séchoir électrique
- Micropipettes pour le dépôt des spots sur les plaques
- Lampe ultraviolette

- Lunettes pour observer les taches à la lampe ultraviolette

Extraction

- Eprouvette graduée
- Entonnoir
- Erlenmeyer
- Plaque chauffante
- Bain-marie
- Bécher
- Rotavapor
- Ballon d'extraction
- Agitateurs magnétiques
- Lyophilisateur
- Congélateur
- Compresses stériles 40× 40

➤ **Les solvants et systèmes de solvants :**

Nous avons utilisé les solvants et systèmes de solvants suivants :

- Eau distillée
- Ethanol dilué à 70°
- Ethanol 95°
- Ether de pétrole
- Dichlorométhane

-Méthanol

- Ether de pétrole- Acide acétique (1-1)

- Butanol-Acide acétique- Eau (60-15-25)

-Acide acétique Méthyle Ethyle Cétone-Acide formique-Eau (50-30-10-10)

➤ **Réactifs de phytochimie**

Réactif pour les tanins :

Solution de chlorure ferrique (FeCl_3) à 10% dans le méthanol à 50%

Réactif de Baljet

Acide Picrique.....1 g

Ethanol à 50° alcoolique q s p100 mL

Réactif de Kedde

Acide dinitro 3,5 benzoïque.....1 g

Ethanol à 95 ° alcoolique q s p.....100 mL

Réactif de Raymond - Marthoud

1,3 dinitrobenzène.....1 g

Ethanol à 96° alcoolique q s p.....100 mL

Réactif de Mayer

Iodure de Potassium.....25 g

Chlorure mercurique.....6,77g

Eau distillée q s.....50 mL

Réactif de Dragendorff

Nitrate de bismuth Pulvérisé.....20,80 g

Iode.....38,10 g

Iodure de sodium

Anhydre.....200 g

Eau distillée q s p.....1000 mL

Agiter pendant 30 mn

Réactif de Fehling

Solution A :

CuSO₄35 g

Eau distillée.....500 mL

H₂SO₄5 mL

Laisser refroidir et compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

Solution B :

Sel de Seignette.....150 g

Eau distillée.....500 mL

Refroidir et ajouter 300 mL de lessive non carbonatée à 1 litre avec de l'eau distillée.

NB : Mélanger les deux solutions à volume égal au moment de l'emploi.

Réactif de Godin

Solution A :

Vanilline1 g

Ethanol à 95°

Alcoolique.....1000 mL

Solution B :

Acide perchlorique.....3 mL

Eau distillée.....100 mL

Mélanger les deux solutions au moment de l'emploi, ensuite pulvériser sur les plaques CCM avec une solution de H₂SO₄ à 4 %.

Réactif de Guignard (Papier picrosodé)

Acide picrique.....1 g

Carbonate de Sodium10 g

Eau distillée q s p.....100 mL

➤ **Réactif utilisé pour la microscopie**

Réactif de **Gadzet** du **Chatelier**

FICHE SIGNALÉTIQUE

NOM : YARA

PRENOM : Amadou

NATIONALITE : Malienne

TITRE DE LA THESE : ETUDE PHYTOCHIMIQUE ET ACTIVITE ANTIRADICALAIRE DE FRUIT DE *KIGELIA AFRICANA* Lam Benth

ANNEE : 2019 – 2020

VILLE DE SOUTENANCE : Bamako

PAYS D'ORIGINE : Mali

LIEU DE DEPOT : Bibliothèque de la Faculté de Médecine, d'Odonto-Stomatologie et de la Faculté Pharmacie (**FMOS et FAPH**).

SECTEUR D'INTERET : Pharmacognosie, Médecine traditionnelle

RESUME

Ce travail a porté sur l'étude de la phytochimie et l'activité antiradicalaire de la poudre de fruit de *Kigelia africana* qui est une plante de la famille de Bignoniaceae.

Après avoir contrôlé la qualité de la matière végétale nous avons caractérisé les différents groupes chimiques par des réactions colorées en tubes et par chromatographie sur couche mince (CCM) et enfin l'activité antiradicalaire a été déterminée par le principe de la réduction du radical DPPH sur la plaque de CCM.

Les caractéristiques microscopiques de la poudre de fruit de *Kigelia africana* sont des xylèmes (ponctué et spiralé), parenchyme, groupe des fibres, poil tecteur unicellulaire et des cristaux d'oxalate de calcium. La teneur en cendres totales est faible. Les teneurs en substances extractibles ont été de 23% pour l'eau et de 39% pour l'éthanol à 70%. Les principaux constituants chimiques des fruits de *Kigelia africana* sont des polyphénols notamment des tanins, des coumarines, des mucilages, des saponosides, des stérols et triterpènes. Les extraits aqueux ont été les plus riches en constituants antiradicalaires pouvant être responsable des activités antioxydantes, antidiabétiques, anticancéreuses, antalgiques et antiinflammatoires des fruits de la plante qui valident les utilisations traditionnelles et pouvant être bénéfique dans la prise en charge de nombreuses maladies.

Nos résultats couplés aux données de la littérature vont contribuer à la rédaction de la monographie de la plante et la mise au point de nouveaux médicaments traditionnels améliorés à usages multiples.

Mots clés: *Kigelia africana*, Caractères botaniques, Substances polyphénoliques, activité antiradicalaire, constituants antiradicalaires.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

NAME: YARA

FIRST NAME: Amadou

NATIONALITY: Malian

THESIS TITLE: PHYTOCHEMICAL STUDY AND ANTIRADICAL ACTIVITY OF
KIGELIA AFRICANA FRUIT Lam Benth

YEAR: 2019 - 2020

SUPPORT CITY: Bamako

COUNTRY OF ORIGIN: Mali

PLACE OF DEPOSIT: Library of the Faculty of Medicine, Odonto-Stomatology and the
Faculty of Pharmacy (FMOS and FAPH).

SECTOR OF INTEREST: Pharmacognosy, Traditional medicine

ABSTRACT

This work focused on the study of phytochemistry and the anti-free radical activity of the fruit powder of *Kigelia africana* which is a plant of the family of Bignoniaceae.

After controlling the quality of the plant material, we characterized the different chemical groups by colored reactions in tubes and by thin layer chromatography (TLC) and finally the anti-radical activity was determined by the principle of reduction of the DPPH radical on the TLC plate.

The microscopic characteristics of *Kigelia africana* fruit powder are xylenes (punctate and spiral), parenchyma, group of fibers, unicellular covering hair and calcium oxalate crystals. The total ash content is low. The extractable contents were 23% for water and 39% for 70% ethanol. The main chemical constituents of the fruits of *Kigelia africana* are polyphenols, in particular tannins, coumarins, mucilages, saponosides, sterols and triterpenes. The aqueous extracts were the richest in anti-free radical constituents which may be responsible for the antioxidant, anti-diabetic, anti-cancer, analgesic and anti-inflammatory activities of the fruits of the plant which validate traditional uses and may be beneficial in the management of numerous diseases.

Our results, coupled with data from the literature, will contribute to the drafting of the plant monograph and the development of new and improved traditional medicines for multiple uses.

Key words: *Kigelia africana* Botanical characters Polyphenolic substances, anti-free radical activity anti-free radical constituents.

SERMENT DE GALIEN

Je jure en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer dans l'intérêt de la Santé Publique ma profession, avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

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

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

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

Je le jure !