

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

REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple- Un But -Une Foi

**UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES ET
DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO**



FACULTE DE PHARMACIE

Année Universitaire : 2019-2020

Thèse N °.....

TITRE

**ETUDE PHYTOCHIMIQUE ET DE L'ACTIVITE
ANTIRADICALAIRE DE LA PULPE DE FRUITS DE
ZIZIPHUS MAURITIANA LAM (RHAMNACEAE)**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 29/07/2020

Devant le jury de la Faculté de Pharmacie

Par : Mme DAO Kayatou

Pour obtenir le Grade de Docteur en Pharmacie (DIPLOME D'ETAT)

Jury

Président Professeur Benoît Yaranga KOUMARE (Faculté de Pharmacie)

Membres Docteur Djénéba COULIBALY (Faculté de Pharmacie)

Professeur Mouctar COULIBALY (IPR/IFRA) Invité

Co-directeur Docteur Mamadou Lamine DIARRA (Faculté de Pharmacie)

Directrice Professeur Rokia SANOGO (Faculté de Pharmacie)

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE PHARMACIE



**LISTE DES
ENSEIGNANTS DE
LA FACULTE DE
PHARMACIE**

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

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple-Un But-Une Foi



FACULTE DE PHARMACIE

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE PHARMACIE ANNEE UNIVERSITAIRE 2019-2020

ADMINISTRATION

Doyen : Boubacar TRAORE, Professeur

Vice-doyen : Sékou BAH, Maître de Conférences

Secrétaire principal : Seydou COULIBALY, Administrateur Civil

Agent comptable : Ismaël CISSE, Contrôleur des Finances.



PROFESSEURS HONORAIRES

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Flabou	BOUGOUDOGO	Bactériologie-Virologie
2	Boubacar Sidiki	CISSE	Toxicologie
3	Mahamadou	CISSE	Biologie
4	Daouda	DIALLO	Chimie Générale et Minérale
5	Souleymane	DIALLO	Bactériologie - Virologie
6	Kaourou	DOUCOURE	Physiologie
7	Ousmane	DOUMBIA	Chimie thérapeutique
8	Boukassoum	HAÏDARA	Législation
9	Gaoussou	KANOUTE	Chimie analytique
10	Alou A.	KEÏTA	Galénique
11	Mamadou	KONE	Physiologie
12	Mamadou	KOUMARE	Pharmacognosie
13	Brehima	KOUMARE	Bactériologie/Virologie
14	Abdourahamane S.	MAÏGA	Parasitologie
15	Saïbou	MAÏGA	Législation
16	Elimane	MARIKO	Pharmacologie
17	Sékou Fantamady	TRAORE	Zoologie

DER : SCIENCES BIOLOGIQUES ET MEDICALES

1. PROFESSEURS/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Mounirou	BABY	Hématologie
2	Bakary Mamadou	CISSE	Biochimie
3	Abdoulaye	DABO	Biologie/Parasitologie
4	Mahamadou	DIAKITE	Immunologie-Génétique
5	Alassane	DICKO	Santé Publique
6	Abdoulaye	DJIMDE	Parasitologie-Mycologie
7	Amagana	DOLO	Parasitologie-Mycologie
8	Akory Ag	IKNANE	Santé Publique/Nutrition
9	Ousmane	KOITA	Biologie-Moléculaire
10	Boubacar	TRAORE	Parasitologie-Mycologie

2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Aldjouma	GUINDO	Hématologie
2	Kassoum	KAYENTAO	Santé publique/ Bio-statistique
3	Bourèma	KOURIBA	Immunologie Chef de DER
4	Issaka	SAGARA	Bio-statistique
5	Mahamadou Soumana	SISSOKO	Bio-statistique
6	Ousmane	TOURE	Santé Publiq/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	Biochimie clinique
5	Seydou Sassou	COULIBALY	Biochimie Clinique
6	Antoine	DARA	Biologie Moléculaire
7	Souleymane	DAMA	Parasitologie -Mycologie
8	Djénéba Koumba	DABITAO	Biologie moléculaire
9	Laurent	DEMBELE	Biotechnologie Microbienne
10	Kléligui Casimir	DEMBELE	Biochimie Clinique
11	Seydina S. A.	DIAKITE	Immunologie
12	Yaya	GOÏTA	Biochimie Clinique
13	Ibrahima	GUINDO	Bactériologie virologie
14	Aminatou	KONE	Biologie moléculaire
15	Birama Apho	LY	Santé publique
16	Almoustapha Issiaka	MAÏGA	Bactériologie-Virologie
17	Dinkorma	OULOQUEM	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 Agnès	GUINDO	Immunologie
5	Falaye	KEÏTA	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	Rokia	SANOGO	Pharmacognosie Chef de DER

2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE 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	HAÏDARA	Pharmacognosie
7	Hamma Boubacar	MAÏGA	Galénique
8	Moussa	SANOGO	Gestion
9	Adiaratou	TOGOLA	Pharmacognosie

4. ASSISTANTS/ATTACHE 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	Aïchata Ben Adam	MARIKO	Galénique
8	Aboubacar	SANGHO	Législation
9	Bourama	TRAORE	Législation
10	Karim	TRAORE	Sciences pharmaceutiques
11	Sylvestre	TRAORE	Gestion pharmaceutique
12	Aminata Tiéba	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
2	Ababacar I.	MAÏGA	Toxicologie

2. MAITRES DE CONFERENCES/MAITRE DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Sékou	BAH	Pharmacologie Chef de DER

3. 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	Madani	MARIKO	Chimie Analytique
6	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	DACKOUCO	Chimie Analytique
4	Fatoumata	DAOUCO	Pharmacologie
5	Abdourahmane	DIARA	Toxicologie
6	Aiguerou dit Abdoulaye	GUINDO	Pharmacologie
7	Mohamed El Béchir	NACO	Chimie analytique
8	Mahamadou	TANDIA	Chimie Analytique
9	Dougoutigui	TANGARA	Chimie analytique

DER : SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS/DIRECTEUR DE RECHERCHE

N°	PRENOMS	NOM	SPECIALITE
1	Mouctar	DIALLO	Biologie/ Chef de DER
2	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°	PRENOMS	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	Souleymane	COULIBALY	Psychologie
4	Yacouba	COULIBALY	Droit commercial
5	Bouba	DIARRA	Bactériologie
6	Moussa I	DIARRA	Biophysique
7	Babacar	DIOP	Chimie organique
8	Aboubakary	MAÏGA	Chimie organique
9	Massambou	SACKO	SCMP/SIM
10	Modibo	SANGARE	Anglais
11	Satigui	SIDIBE	Pharmacie vétérinaire
12	Sidi Boula	SISSOKO	Histologie-embryologie
13	Fana	TANGARA	Mathématiques
14	Djénébou	TRAORE	Sémiologie et Pathologie médicale
15	Mamadou B	TRAORE	Physiologie
16	Boubacar	ZIBÉÏROU	Physique



Bamako, le 3 juin 2020

**P/Le Doyen/PO
Le Secrétaire Principal**

Seydou COULIBALY
Administrateur Civil

A decorative blue scroll frame with rounded corners and a small circular element at the top right, containing the title text.

DEDICACES ET REMERCIEMENTS

DEDICACES

Je dédie ce travail

A ALLAH, le tout Puissant, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux et son Prophète Mohamed (Paix et Salut sur lui).

A mon Père : Amadou DAO

Papa, je ne pourrais jamais finir de vous remercier pour avoir pris l'initiative de m'inscrire à l'école. Vos conseils, vos encouragements, votre soutien, votre amour pour vos enfants et ceux d'autrui et surtout vos bénédictions ont fait que je suis arrivée là où je suis aujourd'hui. Que Dieu vous donne longue vie et bonne santé auprès de vos enfants.

A ma Mère : Mariam TRAORE

Maman, vous avez fait tout ce qu'une Mère doit faire pour que son enfant réussisse ; vos bénédictions, vos conseils et vos encouragements m'ont accompagné, guidé et encouragé durant tout le parcours. Merci infiniment Maman pour votre soutien moral, pour votre amour profond pour vos enfants et surtout d'avoir encouragé mes Frères à me soutenir jusqu'à bout dans mes études. Ce travail est aussi le vôtre. Que Dieu vous donne longue vie et bonne santé auprès de vos enfants.

A mes Frères : Ousmane, Seydou et Alassane

Je ne pourrais jamais assez- vous remercier pour votre soutien pour mes études. Vous avez été des Grands Frères infatigables depuis au Burkina jusqu'à l'université au Mali. Que Dieu vous bénisse.

A mon Mari : Mr. Lamine DEMBELE

Pour la patience, le soutien, les encouragements et pour tout le reste.

REMERCIEMENTS

A nos Maîtres et Professeurs de la FAPH ET FMOS :

Pour le savoir que vous nous avez transmis.

A mes sœurs : Safiatou, Abi et Sita

A Mon Directeur d'école fondamentale au Burkina : Monsieur Sibiri COULIBALY

Pour ton encouragement, ta solidarité et ton soutien.

A la famille BARRO à Orodara (Burkina Faso)

De m'avoir hébergé pendant sept années pour les études du collège et du lycée.

A la famille DIARRA à Bamako (Faladiè Séma)

De m'avoir accueilli pour les études universitaires au Mali.

A mon cousin Adama DAOU et son ami Appolinaire TRAORE

Pour le soutien.

A tous les membres de ma belle- famille.

A mes enfants : Mamadou et Mariame.

A mes amies de la FAPH ET FMOS

Pour la franche collaboration.

A mes camarades thésards au DMT

Pour le partage de connaissances. Que Dieu nous aide à prospérer tout au long de notre carrière.

A toute la 11^{ème} promotion du numéris clausus.

Pour la collaboration et le partage de connaissance. Que Dieu nous aide durant notre carrière.

A tous ceux qui m'ont apporté leur aide directement ou indirectement pour la réalisation de ce travail.

MENTION SPECIALE

Au Professeur **Rokia Sanogo**, merci Professeur pour votre accueil, votre patience, votre soutien, votre compréhension, votre rigueur dans le travail bien fait et l'enseignement de haute qualité, dont vous avez fait preuve tout au long de ce travail, merci pour tout, merci d'avoir été là pour nous, que Dieu vous accorde une longue vie, pleine de santé, de bonheur, de prospérité et surtout de succès dans toutes vos actions et faits de tous les jours.

Au Docteur HAIDARA Mahamane, Docteur DIARRA Mamadou Lamine, Docteur DIAKITE Amadou, Docteur DEMBELE Daouda L., Docteur DENOU Adama, Docteur DIARRA Birama et Docteur DOUMBIA Sekou, merci pour tous vos conseils et suggestions, votre disponibilité et toute l'attention que vous nous avez accordée tout au long de cette thèse. Que Dieu vous bénisse et vous garde longtemps près de nous.

Aux personnels du Département de Médecine Traditionnelle : Tonton Fagnan Sanogo, Tante Nandi, N'Golo Ballo, Seydou Dembélé, Tonton Adama Camara et tonton Ouologuème merci pour votre aide tout au long de ce travail.



HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY

HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE JURY

Professeur Benoît Yaranga KOUMARE

- **Pharmacien, Professeur Titulaire Chimie analytique/Bromatologie à l'USTTB ;**
- **Chef de DER des Sciences du Médicament FAPH ;**
- **Directeur Général du Laboratoire National de la Santé ;**
- **Spécialiste :**
 - Assurance qualité et contrôle de qualité des médicaments,
 - Pharmacothérapie (Prescription rationnelle des médicaments),
 - Neuropharmacologie.
- **Expert analyste et Pharmacologue au sein de la Commission Nationale d'Autorisation de Mise sur le Marché des Médicaments au Mali (CNAM) ;**
- **Expert-Qualité du Comité Régional du Médicament Vétérinaire au sein de l'UEMOA ;**
- **Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM) ;**
- **Vice-Président du Forum pour la Qualité des Médicaments en Afrique (AMQF) au sein de l'Union Africaine ;**
- **Médaillé, Chevalier du Mérite de la Santé au Mali.**

Honorable Maître,

C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury malgré vos multiples et importantes occupations.

Votre rigueur pour le travail bien fait et votre souci de transmettre vos immenses connaissances font de vous un maître respecté.

Recevez à travers ces lignes notre profonde reconnaissance.

A notre Maître et juge

Docteur Djénéba COULIBALY

- **Assistante en nutrition à la faculté de pharmacie (FAPH)/DERSP,**
- **Ancien Directeur Technique de Centre (DTC) de santé communautaire de Dougouolo,**
- **Ancien médecin d'appui au point focal Nutrition de la région de Ségou.**

Cher Maître,

C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce modeste travail malgré votre emploi du temps chargé.

Nous sommes très touchés par la gentillesse avec laquelle vous nous avez toujours reçus. Votre rigueur et votre amour pour le travail bien fait et surtout votre disponibilité, font de vous un maître exemplaire et admirable.

Veillez croire cher maître l'expression de notre profonde gratitude.

A notre Maître et juge

Professeur Mouctar COULIBALY

- **Ph.D Biochimie, Nutrition, MPH, Maître de conférences**
- **IPR/IFRA de Katibougou, chargé de cours de Biochimie, de Nutrition et des Technologies de transformation des produits agroalimentaires.**
- **Responsable chargé de la recherche du DER des Sciences Fondamentales et de Bases**
- **Responsable chargé des cours de Master-Nutrition à la FMOS.**

Cher maître,

C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce modeste travail malgré vos multiples occupations.

Nous sommes très touchés par la gentillesse avec laquelle vous nous avez reçus. Votre amour pour le travail bien fait et surtout votre disponibilité, font de vous un maître exemplaire et admirable.

Veillez croire cher maître l'expression de notre profonde gratitude.

A notre maître et co-directeur de thèse

Docteur Mamadou Lamine DIARRA

- **Docteur en Pharmacie PhD en Botanique-Biologie Végétale**
- **Maître assistant en Botanique-Biologie Végétale à la faculté de Pharmacie.**

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. Nous avons apprécié vos qualités humaines et scientifiques tout au long de ce travail. 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

- **Docteur en Pharmacie PhD en Pharmacognosie**
- **Professeur Titulaire des Universités du CAMES**
- **Enseignante chercheuse 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, 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 enseignants 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.**

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.

Veillez trouver ici cher maître, l'expression de notre profonde gratitude.



SOMMAIRE

Table des matières

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE PHARMACIE	II
DEDICACES	IX
REMERCIEMENTS	X
HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY.....	XIII
LISTE DES TABLEAUX.....	XXIII
LISTE DES FIGURES.....	XXIV
SIGLES ET ABREVIATIONS	XXVI
INTRODUCTION.....	2
OBJECTIFS	5
OBJECTIF GENERAL.....	5
OBJECTIFS SPECIFIQUES.....	5
1. GENERALITES.....	7
1.1. RAPPEL SUR LA MALNUTRITION	7
1.1.1. DEFINITION	7
1.1.2. CLASSIFICATION (OMS, 2018)	7
1.1.3. EPIDEMIOLOGIE.....	8
1.1.4. CAUSES DE LA MALNUTRITION (www.unicef.org).....	9
1.1.5. CONSEQUENCES DE LA MALNUTRITION	9
1.1.6. DIAGNOSTIC	9
1.1.7. COMPLICATIONS	10
1.1.8. PRISE EN CHARGE DE LA MALNUTRITION.....	10
1.2. LE STRESS OXYDANT	13
1.2.1. Définitions :.....	13
1.2.2. Origine du stress oxydant (Favier, 2003).	13
1.2.3. Sources des radicaux libres	14
1.2.4. Conséquences du stress oxydant	14
1.2.5. Prévention du stress oxydant.....	14
1.2.6. Sources des Antioxydants	15
1.2.8. Rôle du stress oxydant dans la malnutrition.....	16
1.3. MONOGRAPHIE DE ZIZIPHUS MAURITIANA LAM.....	17
1.3.1. DONNEES BOTANIQUES :.....	17
1.3.2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE	19
1.3.3 .HABITAT	19

1.3.4. UTILISATIONS TRADITIONNELLES	19
1.3.5. UTILISATIONS ALIMENTAIRES :	20
1.3.6. AUTRES UTILISATIONS	21
1.3.7. DONNEES PHYTOCHIMIQUES	21
1.3.8. DONNEES PHARMACOLOGIQUES	22
2. METHODOLOGIE	25
2.1. CADRE D'ETUDE	25
2.2. MATERIEL ET METHODES	26
2.2.1. MATERIEL	26
2.2.1.1. MATERIEL VEGETAL	26
2.2.1.2. AUTRES MATERIELS	26
2.2.2. METHODES	27
2.2.2.1. CONTROLE DE QUALITE BOTANIQUE	27
2.2.2.2. DETERMINATION DES TENEURS	27
2.2.2.3. EXTRACTIONS	30
2.2.2.4. CARACTERISATION DES CONSTITUANTS CHIMIQUES	30
2.2.2.4.1. Réactions en tubes	31
2.2.2.4.2. Caractérisation par Chromatographie sur couche mince (CCM)	35
2.2.2.5. DETERMINATION DE L'ACTIVITE ANTI-RADICALAIRE	36
3. RESULTATS	38
3.1. QUALITE BOTANIQUE	38
3.2. LES TENEURS	42
3.3. CONSTITUANTS CHIMIQUES	42
3.4. ACTIVITE ANTIRADICALAIRE:	49
COMMENTAIRE ET DISCUSSION	51
CONCLUSION	54
RECOMMANDATIONS	55
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56



LISTES DES TABLEAUX ET DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau I: Teneurs en eau, en cendres et en substances extractibles par l'eau et par l'éthanol à 70% (exprimée en pourcentage) :.....</i>	<i>42</i>
<i>Tableau II: Constituants chimiques identifiés par les réactions en tubes:</i>	<i>42</i>
<i>Tableau III: CCM des extraits des échantillons de Mopti et Nioro révélés par FeCl₃ avec Acoet-MEC-AF-H₂O (50-30-10-10):</i>	<i>45</i>
<i>Tableau IV : CCM des extraits des échantillons de Ségou et Sikasso révélés par FeCl₃ avec Acoet-MEC-AF-H₂O (50-30-10-10):</i>	<i>46</i>
<i>Tableau V: CCM des extraits des échantillons de Mopti et Nioro révélés par Godin avec BAW (40-10-50):</i>	<i>47</i>
<i>Tableau VI: CCM des extraits des échantillons de Ségou et Sikasso révélés par Godin avec BAW (40-10-50):</i>	<i>48</i>

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1: structure de la vitamine C (fr.wikipedia.org).	15
Figure N° 2 : structure de la vitamine E (α -Tocophérol) (fr.wikipedia.org).....	15
Figure N°3 : Feuilles et fruits non murs de <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam. (Photo prise par DAO Kayatou).	18
Figure N° 4: Photo d'un pied de <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam. (Photo prise par DAO Kayatou)	19
Figure N° 5 : Photo du DMT.....	26
Figure N° 6: Radical DPPH	36
Figure N° 7: Fruits de <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam. (Photo prise par DAO Kayatou)	38
Figure N° 8: Pulpe de fruits de <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam. après pulvérisation. (Photo prise par DAO Kayatou)	39
Figure N° 9: Eléments microscopiques identifiés dans la pulpe de fruits de <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.....	41
Figure N° 10 : Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système acétate d'éthyle-méthyléthylcétone-Acide Formique-Eau (50-30-10-10) puis révélés avec FeCl ₃	43
Figure N° 11: Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système butanol-acide acétique-eau (40-10-50) puis révélés avec Godin.	44
Figure N° 12: Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système acétate d'éthyle-méthyléthylcétone-acide formique-eau puis révélés par une solution de radical DPPH.....	49



SIGLES ET ABREVIATIONS

SIGLES ET ABREVIATIONS

ATM : African Traditional Medicine

ATPE : Aliment Thérapeutique Prêt à l'Emploi

BAW : Butanol acetic-Acid Water (Butanol acide acétique eau).

CCl₄: Tétrachlorure de carbone

CCM : Chromatographie sur couche mince

CHCl₃ : Trichlorométhane ou le chloroforme

cm : Centimètre

DMT : Département de Médecine Traditionnelle

DPPH : 2,2-diphényl-2-picrylhydrazil

FeCl₃ : Chlorure ferrique

g : gramme

H₂O : Eau

H₂SO₄ : Acide sulfurique

HCl : Acide chlorhydrique

Kg : Kilogramme

KOH : Hydroxyde de potassium

m² : Mètre carré

MAS : Malnutrition Aigüe Sévère.

mg : Milligramme

ml : Millilitre

mm : Millimètre

mn : minute

NaOH : Hydroxyde de sodium

NH₄OH : Ammoniaque

PCIMA : Prise en Charge Intégrée de la Malnutrition Aiguë.

PCIME : Prise en charge intégrée des maladies de l'enfant.

Rf : Rapport frontal

SbCl₃ : Trichlorure d'antimoine

SMART : Standardized Monitoring and Assessment of Relief and Transition

UI : Unité internationale

URENAM : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Ambulatoire Modérée.

URENAS : Unité de Récupération et d'Education Nutritionnelle Ambulatoire Sévère.

UV : Ultra-violet.



INTRODUCTION

INTRODUCTION

En Afrique de l'ouest, les plantes sauvages ou de cueillette sont utilisées comme aliment pendant les périodes de soudures, comme médicament et comme potentielle source de revenus pour les communautés locales. Dans la plupart des pays sahéliens, les populations rurales font recours aux produits de cueillette pour remédier aux problèmes de carence en vitamines (Kouyaté et al., 2009) et pour contribuer à la nutrition du monde (Diarra et al., 2016).

Parmi les principales plantes de cueillette figure le *Ziziphus mauritiana* Lam, communément appelé le jujubier, originaire de l'Asie tropicale (Lucien, 2012). C'est une espèce ligneuse bien connue des paysans sahéliens et soudano-sahéliens. Il est rencontré à l'état spontané dans les zones soudaniennes et sahéliennes du Burkina Faso, du Cameroun, de la Gambie, de la Guinée, du Mali, du Niger et du Sénégal (Koné et al., 2009). Les fruits sont considérés comme des suppléments alimentaires importants dans la région sahélienne pour augmenter la qualité de l'alimentation journalière des populations rurales (Diarra et al., 2016). Une étude menée au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal a révélé que cette espèce figurait parmi les 10 les plus prisées par les agriculteurs. Il est préservé dans les champs, principalement pour ses fruits nourrissants. Le principal produit issu du jujubier est le fruit, dont la pulpe est consommée fraîche ou séchée et dont on extrait également le jus (Kalinganire et Koné, 2011).

Au Mali, différentes études ont permis de recenser le jujubier dans le Gourma au Nord comme une des plantes à fréquence d'utilisation élevée (Berge et al., 2005) et très cité comme plantes sauvages alimentaires dans les régions de Kayes, Koulikoro, Sikasso et Ségou (Diarra et al., 2016).

Les fruits sont vendus à frais ou transformés en beignets qui sont très appréciés par les consommateurs (Coulibaly et al., 2012). Les propriétés nutritionnelles de la pulpe de jujube sont largement reconnues. Elle est riche en vitamines (C et A), en éléments minéraux (phosphore et le calcium) et en molécules anti-oxydantes. Ce qui donne à la pulpe de fruit une grande valeur nutritionnelle (Lucien, 2012). Les jujubes sont donc très énergétiques, apportant jusqu'à environ 80 calories pour 100g (Lakhdari, 2017). Les fruits sont utilisés contre le rachitisme, l'anorexie, la kwashiorkor, le scorbut (Koné et al., 2009).

Dans le cadre de l'étude de plantes alimentaires du Mali, la présente étude a pour but de contribuer à la valorisation de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana*, comme sources de vitamines, de micronutriments et de constituants antiradicalaires pour contribuer à la prise en charge de la malnutrition qui est un problème de santé publique.

L'objectif de la présente étude est de caractériser les constituants chimiques et d'évaluer l'activité anti-radicalaire de différents échantillons de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam de quatre localités du Mali.



OBJECTIFS

OBJECTIFS

OBJECTIF GENERAL

Caractériser les constituants chimiques et évaluer l'activité anti-radicalaire de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Déterminer la qualité botanique de la pulpe de fruits.
- Déterminer les teneurs et les substances extractibles par les solvants de la pulpe de fruits.
- Caractériser les constituants chimiques de la pulpe de fruits.
- Déterminer l'activité anti-radicalaire des extraits de la pulpe de fruits.



GENERALITES

1. GENERALITES

1.1. RAPPEL SUR LA MALNUTRITION

1.1.1. DEFINITION

Par «malnutrition», on entend les carences, les excès ou les déséquilibres dans l'apport énergétique et/ou nutritionnel d'une personne (OMS, 2018).

1.1.2. CLASSIFICATION (OMS, 2018)

Les différentes formes de malnutrition sont :

➤ La dénutrition

Il existe 4 grands types de dénutrition : **l'émaciation, le retard de croissance, l'insuffisance pondérale et les carences en vitamines et en minéraux**. Les personnes souffrant de dénutrition, et les enfants en particulier, sont beaucoup plus susceptibles de tomber malades et de mourir.

On qualifie d'«émaciation» un faible rapport poids/taille. Il est souvent le signe d'une perte de poids récente et grave due au fait qu'une personne n'a pas ingéré assez d'aliments et/ou qu'elle a été atteinte d'une maladie infectieuse, par exemple la diarrhée, qui lui a fait perdre du poids. Un jeune enfant souffrant d'émaciation modérée ou sévère présente un risque accru de décès, mais cette affection peut être traitée.

Le retard de croissance est un faible rapport taille/âge. Il résulte d'une sous nutrition chronique ou récurrente à laquelle sont habituellement associés plusieurs facteurs: des conditions socioéconomiques défavorisées, un mauvais état de santé et une mauvaise nutrition de la mère, des maladies fréquentes, et/ou une alimentation et des soins non adaptés du nourrisson et du jeune enfant. Le retard de croissance empêche les enfants de réaliser leur potentiel physique et cognitif.

Les enfants présentant un faible rapport poids/âge souffrent d'insuffisance pondérale. Un enfant en insuffisance pondérale peut présenter un retard de croissance et/ou souffrir d'émaciation.

Malnutrition en matière de micronutriments

On peut regrouper l'insuffisance des apports en vitamines et en minéraux, à savoir en micronutriments. Les micronutriments permettent au corps de produire des enzymes, des hormones et d'autres substances essentielles à une bonne croissance et un bon développement. L'iode, la vitamine A et le fer sont les plus importants pour la santé publique à l'échelle mondiale. Les carences dans ce domaine représentent une menace majeure pour la santé et le

développement des populations du monde entier, en particulier pour les enfants et les femmes enceintes dans les pays à revenu faible.

➤ **Surpoids et obésité**

Une personne est en surpoids et/ou obèse lorsque son poids est trop élevé par rapport à sa taille. Une accumulation anormale ou excessive de graisse peut avoir des conséquences néfastes pour la santé.

L'indice de masse corporelle (IMC) met en rapport le poids d'une personne et sa taille, et il est habituellement utilisé pour déterminer le surpoids et l'obésité. Il est défini comme le poids en kilogrammes divisé par la taille en mètres au carré (kg/m²). Chez les adultes, le surpoids est défini comme un IMC supérieur ou égal à 25 alors que l'obésité intervient à partir d'un IMC à 30.

Le surpoids et l'obésité découlent d'un déséquilibre entre l'énergie consommée (excès) et l'énergie dépensée (déficit). Ainsi, les personnes consomment des aliments et des boissons plus caloriques (à forte teneur en sucre et en graisses) et ont une activité physique plus réduite.

➤ **Maladies non transmissibles liées à l'alimentation**

Les maladies non transmissibles liées à l'alimentation comprennent les maladies cardiovasculaires (par exemple **les infarctus du myocarde** et les **accidents vasculaires cérébraux**, qui ont souvent un lien avec l'hypertension), **certaines cancers** et le **diabète**. Une mauvaise alimentation et une mauvaise nutrition font partie des principaux facteurs de risque pour ces maladies à l'échelle mondiale.

1.1.3. EPIDEMIOLOGIE

En 2014, environ 462 millions d'adultes dans le monde souffraient d'insuffisance pondérale, alors que 1,9 milliard étaient en surpoids ou obèses (OMS, 2018).

En 2016, on estimait à 155 millions le nombre d'enfants âgés de moins de 5 ans qui présentaient un retard de croissance, alors que 41 millions étaient en surpoids ou obèses. La dénutrition joue un rôle dans environ 45 % des décès d'enfants âgés de moins de 5 ans. Ces décès interviennent principalement dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (OMS, 2018).

En Afrique, selon le rapport de la FAO en 2018, au moins 5 millions d'enfants sont menacés de malnutrition (www.antenna-france).

Au Mali en 2019, la prévalence de la malnutrition aiguë modérée était de 7,3% et celle de la malnutrition aiguë sévère était de 2% ; chez les enfants âgés de 6 à 59 mois, la prévalence de la malnutrition aiguë basée sur le périmètre brachial (PB) global était de 3% et chez les

femmes en âge de procréer (âgées de 15 à 49 ans), elle était de 3,8% basée sur le (PB < 230 mm) (SMART, 2019).

1.1.4. CAUSES DE LA MALNUTRITION (www.unicef.org)

L'UNICEF décrit trois grandes causes de la malnutrition :

➤ **Causes immédiates**

Les deux principales sont **l'inadéquation de la ration alimentaire et la maladie**. Leur interaction tend à créer un cercle vicieux: l'enfant malnutri résiste moins bien à la maladie, il tombe malade, et de ce fait la malnutrition empire.

➤ **Causes sous-jacentes**

L'insécurité alimentaire des ménages, l'insuffisance des services de santé et d'assainissement, et la mauvaise qualité des soins apportés aux enfants et aux femmes.

➤ **Causes fondamentales**

Tous les efforts des familles pour assurer une bonne nutrition peuvent être battus en brèche par des facteurs politiques, juridiques et culturels ; le système politique et économique déterminant la distribution du revenu et des avoirs; enfin, les idéologies et les politiques gouvernant les secteurs sociaux.

En d'autres termes, C'est la volonté politique qui détermine les plans et politiques de santé (Dolo, 2014).

1.1.5. CONSEQUENCES DE LA MALNUTRITION

La malnutrition est un obstacle au développement humain. Elle peut causer des maladies chroniques, cardiovasculaires, ou métaboliques, des retards de croissance. Elle réduit aussi les capacités intellectuelles et d'apprentissage. Elle réduit également les capacités physiques et la productivité économique. Elle peut surtout être cause de morbidité, de mortalité et d'handicap (slideplayer.fr).

1.1.6. DIAGNOSTIC

Le diagnostic de la malnutrition repose essentiellement sur quatre méthodes à savoir la méthode clinique, la méthode anthropométrique, la méthode des apports alimentaires et la méthode biologique (www.fantaproject.org).

La méthode clinique permet de connaître l'identité, la situation socio-économique, les signes fonctionnels et physiques du patient. La méthode anthropométrique est la mesure des paramètres du corps afin de faire des calculs pour déterminer le statut nutritionnel d'un individu. En ce qui concerne la méthode des apports alimentaires, elle permet de comparer l'apport d'un individu à un besoin normal afin de déterminer le statut nutritionnel de cet individu.

Quant à la méthode biologique, elle permet par les analyses biologiques de connaître les paramètres biologiques tels que le taux de certains minéraux et vitamines circulants dans le sang.

1.1.7. COMPLICATIONS

Les complications de la malnutrition peuvent se manifester par :

La diarrhée, des infections, l'anémie, des troubles cardiaques, l'hypoglycémie, l'hypothermie, l'hypocalcémie, les troubles de la minéralisation et quelque fois des lésions oculaires (Koné, 2015).

1.1.8. PRISE EN CHARGE DE LA MALNUTRITION

La prise en charge de la malnutrition aiguë (PCIMA-Mali, 2017) :

- **Prise en charge de la malnutrition aiguë modérée à l'URENAM :**

TRAITEMENT NUTRITIONNEL

Pour la prise en charge de la malnutrition aiguë modérée, nous devons de plus en plus mettre l'accent sur la promotion et l'utilisation des produits locaux. Il s'agit des :

-Farines industrielles améliorées en complexes minéralo-vitaminiques répondant aux normes internationales (Supercerealplus = CSB++, Supercereal= CSB+),

-Farines locales enrichies.

-Aliments Supplémentaires prêts à l'emploi (ASPE) : Pâte à base de lipides (Exemple, « Supplementary Plumpy » ou PlumpySup).

TRAITEMENT / PREVENTION MEDICALE

- ❖ Prévention de la carence en Vitamine A

- Vérifier sur la fiche de croissance si l'enfant a reçu de la Vitamine A il y a plus de 2 mois ;
- Si oui ou si l'information n'est pas documentée, lui administrer en une seule dose la Vitamine A selon les directives nationales :
 - Nourrissons de 6 à 11 mois (6 à 8 Kg) : 100 000 UI ;
 - Enfants de 12 à 59 mois (ou de plus de 8 kg) : 200 000 UI.

- ❖ Déparasitage de l'enfant et de la femme enceinte :

Avec de l'Albendazole ou la Mébendazole.

Donner du fer et de l'acide folique.

- ❖ Examen médical :

En cas d'admission d'un enfant dans le programme MAM, réaliser un examen médical systématique, vérifier le calendrier vaccinal et le mettre à jour ; envoyer en consultation

prénatale la femme enceinte qui n'a pas fait de visites prénatales ou qui présente des problèmes de santé.

SUIVI DE L'ETAT NUTRITIONNEL

Le suivi du patient se fait selon le schéma suivant :

- 1er mois : 1 fois par semaine ;
- 2ème et 3ème mois : 1 fois toutes les 2 semaines.

➤ **Prise en charge de la malnutrition aiguë sévère sans complications médicales à l'URENAS :**

TRAITEMENT NUTRITIONNEL

Sensibiliser la mère sur l'importance de l'allaitement maternel et sur le fait que l'enfant doit toujours être allaité et à la demande avant qu'on lui donne des ATPE ;

Expliquer à la personne en charge comment donner les ATPE à domicile :

TRAITEMENT MEDICAL SYSTEMATIQUE

➤ Aucun autre nutriment ne doit être donné

Les ATPE contiennent déjà tous les nutriments requis pour traiter le patient malnutri (en supposant que l'accompagnant donne suffisamment d'ATPE à l'enfant ; lors de l'admission dans le programme, il faut informer l'accompagnant sur la nécessité de donner suffisamment d'ATPE à l'enfant et de ne pas le partager²⁰).

➤ Antibiothérapie systématique

Administrer systématiquement des antibiotiques aux patients souffrant de malnutrition sévère, même s'ils ne présentent pas des signes cliniques d'infection systémique. Malgré l'absence de signes cliniques, ils souffrent pratiquement tous de prolifération bactérienne au niveau de l'intestin grêle et d'autres infections mineures.

Le traitement à l'URENAS devrait être basé sur l'amoxicilline par voie orale (1 dose à l'admission + traitement pendant 7 jours à domicile pour les nouvelles admissions uniquement).

Si l'amoxicilline n'est pas disponible, utiliser de l'ampicilline par voie orale.

➤ Traitement Antipaludique

Faire systématiquement le TDR chez tous les enfants MAS.

Traiter tous les enfants avec Artéméther-luméfantine après confirmation du diagnostic.

➤ Déparasitage

Administrer un déparasitant (Albendazole 400 mg ou Mébendazole 500 mg) à partir d'un an (1 dose au cours de la 2ème semaine (2ème visite) ; tous les patients éligibles).

➤ Vaccination contre la rougeole (à partir de 9 mois) :

Un vaccin au cours de la 4ème semaine (4ème visite) ; tous les patients sauf ceux qui ont déjà été vaccinés auparavant.

SURVEILLANCE

A chaque visite hebdomadaire, il faut :

- ✓ Mesurer le PB, le poids et vérifier la présence ou non d'œdèmes nutritionnels ;
- ✓ Vérifier si le patient ne remplit pas les critères d'échec au traitement ;
- ✓ Prendre la température corporelle ;
- ✓ Faire systématiquement le test de l'appétit pour tous les patients ayant un faible gain de poids ;
- ✓ Interroger le patient à la recherche d'autres symptômes de la PCIME
- ✓ Administrer le traitement systématiquement selon le protocole (si le patient est absent durant une visite, administrer le traitement à la prochaine visite) ;
- ✓ Ne pas donner de médicaments en excès aux patients atteints de MAS, particulièrement s'ils peuvent diminuer l'appétit :
 - Le zinc ne doit pas être administré aux patients sous ATPE ;
 - Les antiémétiques ne doivent pas être utilisés à l'URENAS (ils agissent tous en tant que dépresseur sur le système nerveux) ;
 - Les antitussifs ne doivent pas être administrés ;
 - Eviter l'utilisation du paracétamol chez les MAS ;
 - L'aminophylline ne doit pas être utilisée à l'URENAS. Les enfants souffrant de MAS ne souffrent pas d'asthme en raison de l'inhibition du système immunitaire ;
 - Le métronidazole ne doit pas être administré aux patients souffrant de MAS à l'URENAS et l'ivermectine à tout patient présentant des œdèmes nutritionnels.
- ✓ S'assurer de la bonne communication sur la stratégie PB mères, les pratiques familiales essentielles y compris l'Alimentation du Nourrisson et du Jeune Enfant (ANJE), la stimulation et l'éveil de l'enfant.

1.2. LE STRESS OXYDANT

1.2.1. Définitions :

✓ Stress oxydant

Le stress oxydatif a été défini comme une perturbation de l'équilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (radicaux libres) et les défenses antioxydantes, ce qui peut entraîner des lésions tissulaires (Betteridge, 2000).

C'est donc un déséquilibre entre la production d'espèces radicalaires (ou réactives) de l'oxygène (ERO) et les capacités cellulaires anti-oxydantes (Migdal et Serres, 2011).

✓ Radicaux libres

Les radicaux libres peuvent être définis comme toute espèce chimique contenant des électrons non appariés. Les électrons non appariés augmentent la réactivité chimique d'un atome ou d'une molécule.

Ce 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 d'un radical à l'autre, réagissant localement pour accepter ou donner des électrons à d'autres molécules pour atteindre un état plus stable (Betteridge, 2000).

✓ Antioxydant

Un antioxydant se définit comme étant n'importe quelle substance qui, lorsqu'elle est présente à une concentration faible par rapport à un substrat oxydable, retarde de façon significative ou empêche l'oxydation du dit substrat (Mercan, 2010).

1.2.2. Origine du stress oxydant (Favier, 2003).

La rupture d'équilibre de la balance antioxydants/prooxydants peut avoir de multiples origines :

L'organisme peut avoir à faire face à une production beaucoup trop forte pour être maîtrisée, qui sera observée dans les intoxications aux métaux lourds, dans l'irradiation, dans les ischémies/reperfusions suivant des thromboses.

La rupture d'équilibre peut provenir d'une défaillance nutritionnelle ou de la carence en un ou plusieurs des antioxydants apportés par la nutrition comme les vitamines ou les oligo-éléments, présents en quantité limitée dans l'alimentation française.

Enfin, la mauvaise adaptation peut résulter d'anomalies génétiques responsables d'un mauvais codage d'une protéine soit enzymatiquement antioxydante, soit synthétisant un antioxydant (comme la gamma glutamyl synthétase produisant le glutathion), soit régénérant un antioxydant, soit couplant la défense à l'énergie (comme la G6PD), soit d'un promoteur de ces mêmes gènes que la mutation rendra incapable de réagir à un excès de radicaux.

Généralement, le stress oxydant sera la résultante de plusieurs de ces facteurs et se produira dans un tissu et un type cellulaire bien précis, objet de la défaillance et non pas dans tout l'organisme.

1.2.3. Sources des radicaux libres

Les radicaux libres peuvent être produits par plusieurs processus biochimiques différents dans le corps, notamment: la réduction de l'oxygène moléculaire pendant la respiration aérobie produisant des radicaux superoxyde et hydroxyle; les sous-produits de la chimie tels que l'oxydation des catécholamines et l'activation des électrons du produit en cascade de l'acide arachidonique, qui peuvent réduire l'oxygène moléculaire en superoxyde; production de superoxyde et d'acide hypochloreux (HOCl), un puissant oxydant, par les phagocytes activés; production d'oxyde nitrique par l'endothélium vasculaire et d'autres cellules. De plus, des radicaux libres peuvent être produits en réponse à un rayonnement électromagnétique externe, comme les rayons gamma, qui peuvent diviser l'eau pour produire des radicaux hydroxyles (Betteridge, 2000).

1.2.4. Conséquences du stress oxydant

La production excessive de radicaux libres provoque des lésions directes de molécules biologiques (oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides, des glucides), mais aussi des lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés notamment lors de l'oxydation des lipides. L'organisme peut aussi réagir contre ces composés anormaux par production d'anticorps, qui malheureusement peuvent aussi être des auto-anticorps créant une troisième vague d'attaque chimique.

Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications de l'évolution.

En faisant apparaître des molécules biologiques anormales et en surexprimant certains gènes, le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigu, oedème pulmonaire, vieillissement accéléré.

Le stress oxydant est aussi un des facteurs potentialisant l'apparition de maladies plurifactorielles tels que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Favier, 2003).

1.2.5. Prévention du stress oxydant

L'augmentation de l'apport nutritionnel en antioxydants visera donc essentiellement à prévenir ces maladies.

En dehors de la prévention primaire, l'apport d'antioxydants pourra être utile pour éviter les récurrences. Il permettra aussi de stabiliser la tolérance à l'insuline, d'améliorer l'immunité. Enfin, les antioxydants pourront être utilisés pour diminuer la toxicité des médicaments, souvent générateurs de radicaux oxygénés dans leur métabolisme. Toutefois, il faudra se méfier des effets paradoxaux de fortes doses d'antioxydants, car tous deviennent prooxydants s'ils sont administrés en excès (Favier, 2003).

1.2.6. Sources des Antioxydants

Il existe diverses sources des antioxydants. Ils sont d'origine :

➤ **Alimentaire :**

L'alimentation contient un grand nombre d'antioxydants, non seulement les vitamines (E, C, Q, β carotène) et les oligo-éléments (sélénium, cuivre, zinc, manganèse), mais aussi de caroténoïdes, polyphénols (trouvés dans les choux, le thé, le vin, les céréales, les fruits), des dérivés soufrés de l'ail et de l'oignon (Favier, 2003).

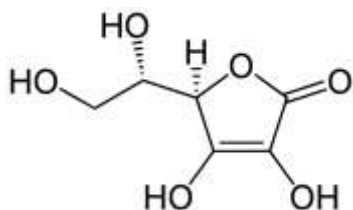


Figure N° 1: structure de la vitamine C (fr.wikipedia.org).

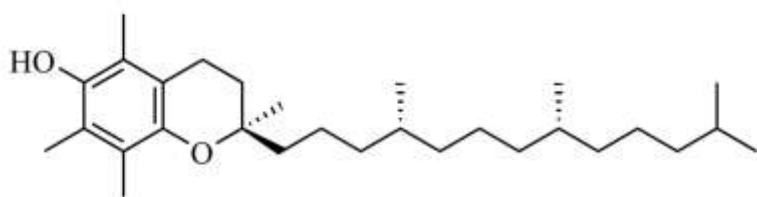


Figure N° 2 : structure de la vitamine E (α -Tocophérol) (fr.wikipedia.org).

➤ **Médicamenteuse :**

Les **fluidifiants bronchiques**, **anti-inflammatoires** ou **anti-hypertenseurs** sont redécouverts récemment comme étant antioxydants chélatant le fer ou piégeant les radicaux (Favier, 2003).

Le **N- acétyl cystéine** est une molécule qui peut protéger contre les dommages oxydatifs en inhibant la peroxydation (Rodrigo *et al.*, 2011).

1.2.8. Rôle du stress oxydant dans la malnutrition

Des études ont démontré aussi l'implication du stress oxydant dans la malnutrition. Houssaini *et al.* en 1997, ont démontré le déséquilibre entre les facteurs de protection antioxydants et l'indice de stress oxydatif chez les enfants souffrant de malnutrition. Le sélénium, le rétinol, l' α -tocophérol et les caroténoïdes qui sont des micronutriments antioxydants ont considérablement diminué. Alors que les TBARS (réactifs de l'acide thiobarbiturique), la ferritine qui représentent l'indice de stress oxydatif sanguin et l'indice pronostique inflammatoire et nutritionnel (PINI) étaient significativement augmentés chez ces enfants. C'est ainsi qu'une supplémentation en micronutriments antioxydants du régime de réalimentation pourrait être nécessaire dans la réhabilitation nutritionnelle des enfants souffrant de malnutrition (Houssaini *et al.*, 1997).

Million *et al.*, en 2016 ont également démontré le rôle du stress oxydant chez les enfants souffrant de malnutrition en Afrique de l'ouest. Sur 15% des enfants pris en charge, 7% décèdent même si une renutrition normale est adaptée alors qu'un stress oxydant a été constaté dans le sang et le foie de ces enfants associés à une alimentation très pauvre en antioxydants.

1.3. MONOGRAPHIE DE *ZIZIPHUS MAURITIANA* LAM.

1.3.1. DONNEES BOTANIQUES :

Nom scientifique : *Ziziphus mauritiana* Lam.

Famille : C'est une plante qui appartient à la famille des *Rhamnaceae*.

Systématique :

La systématique a été faite à partir de la classification APG III.

Clade : Angiospermes

Clade : Dicotylédones vraies

Clade : Rosidées

Clade : Fabidées

Ordre : Rosales

Famille : Rhamnaceae

Genre : *Ziziphus*

Espèce : *Mauritiana*

Synonymes :

Ziziphus jujuba (L.) Lam ., *Z. jujuba* (L.) Gaertn. , *Z.tomentosa* Poir. , *Z. rotundata* D.C. , *Z.aucheri* Boiss. , *Z. insularis* Smith, *Z.sororia* Roem. and Schult., *Z.orthacantha* DC. (Kalinganire et Koné, 2011).

Noms locaux :

Bambara: ndômônôn

Mynianka : ndomon, sahnamasisere (soumbala des bergers)

Senoufo: ndômôn, ntômôn

Peuhl: jabi

Mossi: mugulanga

Description botanique:(Arbonnier, 2009)

Arbuste épineux et sarmenteux, buisson ou petit arbre de 4-5m (ou jusqu'à 16m) de haut, à cime arrondie avec les branches retombantes (Figure N°2).

L'écorce est de couleur grise à brune, peu fissurée, à tranche rose ou rougeâtre.

Les rameaux sont tomenteux, blanchâtres et disposés en zig- zag.

Les épines sont disposées par deux à l'aisselle des feuilles. L'une est plus ou moins droite et effilée, un peu orientée vers le haut et peut atteindre 1,8cm de long ; l'autre en crochet est plutôt orientée vers le bas et un peu plus courte.

Les feuilles sont alternes et de forme très variable (elliptiques, ovales ou suborbiculaires) ; mesurant 1,3 à 7 cm de long sur 1 à 4 cm de large ; à bord finement crénelé, à sommet arrondi

et mucroné, et à base arrondie ou subcorné. Le limbe est vert et plus ou moins brillant dessus, grisâtre et pubescent dessous (Figure N°1).

La fleur est pédicellée (1 à 3mm de long), jaunâtre, avec un calice plus ou moins tomenteux à 5 dents et une corolle à 5 pétales.

Le fruit est une drupe globuleuse, glabre, avec un diamètre de 1,2 à 1,5 cm ; de couleur brunâtre à violette à maturité et contenant un gros noyau noyé dans une pulpe blanchâtre et plus ou moins farineuse.



Figure N°3 : Feuilles et fruits non murs de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Photo prise par DAO Kayatou).



Figure N° 4: Photo d'un pied de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Photo prise par DAO Kayatou)
Numéro d'herbier au niveau DMT : herbier N°2223/DMT.

1.3.2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Le jujubier est présent dans l'ensemble des régions tropicales et subtropicales chaudes d'Asie du Sud et d'Afrique. On le trouve dans les zones semi-arides de tous les pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique orientale et australe (Kalinganire et Koné, 2011).

1.3.3 .HABITAT

Le jujubier est rencontré dans les savanes sahélo-soudaniennes à soudaniennes, sur terrains cultivés, sols sableux ou rocheux, aux bords de mares ou d'oueds (Arbonnier, 2009).

1.3.4. UTILISATIONS TRADITIONNELLES

Le jujubier est bien connu comme espèce fruitière dans les zones où il est rencontré mais il est aussi connu pour ses propriétés thérapeutiques. Presque tous ses organes sont utilisés dans le domaine de la médecine traditionnelle surtout les racines, les écorces, les feuilles.

➤ **Racines :**

La décoction de racines est un anti-diarrhéique et anti-hémorroïdaire (Depommier, 1988) ; administrées en décoction, les racines sont un ténifuge très efficace (Koné et al 2009).

➤ **Ecorces :**

Elles sont prises en décoction pour calmer les maux de ventre (Depommier, 1988) ; elles sont aussi utilisées contre la gale (Arbonnier, 2009).

➤ **Rameaux :**

Ils sont anti-cancereux et sont utilisés dans le traitement de la coqueluche (Arbonnier, 2009).

➤ **Feuilles :**

Au Mali, elles sont utilisées pour soigner le diabète (Diallo et al. 2004). En Mauritanie, elles sont utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle (Ba, 2005). Au Burkina Faso, les feuilles fraîches sont utilisées dans le traitement de la diarrhée (Sawadogo, 2012). Elles sont appliquées sur les plaies pour les soulager (Depommier, 1988).

➤ **Fruits :**

Autrefois, Les jujubes étaient utilisés en Pharmacie pour confectionner des pâtes pectorales (Munier, 1973), ils possèdent des propriétés anti-toussives et actifs contre l'asthme, la bronchite, le diabète (Lakhdari, 2017).

La consommation de jujubes corrige certaines avitaminoses (Malgras, 1992). Ils sont utilisés contre le rachitisme, l'anorexie, la kwashiorkor, le scorbut (Arbonnier, 2009). Ils sont utilisés en médecine Arabe et en Chine pour accroître l'énergie vitale, tonifier le foie, réduire la nervosité et traiter l'asthme et la rhinite allergique et sont aussi utilisés contre la toux (<https://www.complements-alimentaires.com>). Ils sont aussi utilisés comme antihelminthique (ATM, 2000).

En Europe, le fruit du jujubier, grâce à des substances mucilagineuses, est recommandé pour le traitement des affections inflammatoires de la gorge, des voies respiratoires (enrouement, bronchite, rhume et asthme), des inflammations intestinales et urinaires, ainsi que de la constipation (Fortin, 2000).

La pulpe du fruit avec le lait caillé, mélangé au riz combat l'anorexie (Koné et al., 2009). Elle est également utilisée pour la production des sirops (Niéyidouba et al., 2018).

La graine est vermifuge (Arbonnier, 2009).

1.3.5. UTILISATIONS ALIMENTAIRES :

➤ **Fruits :**

Ils sont en général l'intérêt principal du jujubier. Ils sont consommés frais ou séchés, pouvant être dans ce dernier cas réduits en pâte ou en farine pour diverses utilisations alimentaires

(gâteaux ou pain, condiments, boisson rafraichissante ou hydromel) (Dépommier, 1988). Le fruit est largement consommé par les populations et peut être transformé en farine pour faire la bouillie (Koné et al., 2009).

La pulpe est utilisée pour extraire le jus (Kalanganire et Koné, 2011).

La pulpe séchée donne une farine qui, une fois comprimée permet d'avoir des petits pains de saveur agréable, utilisés comme provisions par les nomades lors de leur grand déplacement (Sawadogo, 2012). Elle est aussi macérée dans l'eau pour donner une boisson rafraichissante (ATM, 2000). Elle est également utilisée pour faire les marmelades, la crème glacée ou en confiture (Niéyidouba et al., 2018).

➤ **Graines :**

Elles sont une grande source de matières grasses. De plus, des recherches ont montré que l'huile de jujube est de qualité équivalente à celle de l'huile de baleine (Sawadogo, 2012).

➤ **Feuilles :**

Elles sont utilisées comme légumes en soupe ou dans le couscous (Depommier 1988).

1.3.6. AUTRES UTILISATIONS

➤ **Feuilles :**

Elles sont très appréciées par les chèvres et les moutons (Arbonnier, 2009).

➤ **Bois :**

Résistant aux termites, il sert à faire des piquets, des poteaux, pieds de lits, manches d'outils, d'ustensiles de cuisine (Arbonnier, 2009).

1.3.7. DONNEES PHYTOCHIMIQUES

➤ **Les fruits :**

Muchuweti et *al.*, en 2005, ont identifié dans les jujubes la présence de sucres solubles tels que galactose, fructose et glucose ; de composés phénoliques tels que l'acide caffeic et l'acide p-coumaric ainsi que d'acides organiques tels que l'acide citrique, l'acide malonique et l'acide malique.

Des études phytochimiques qualitatives ont été réalisées sur le fruit, elles ont révélé la présence de flavonoïdes, saponines, glycosides, stéroïdes, terpénoïdes et tanins (Okala et al., 2014 ; Rathore et *al.*, 2012).

Ils sont une bonne source de vitamine C et de sucres et contiennent des quantités appréciables de constituants minéraux (Goyal et al., 2012).

La pulpe de jujube contient entre 12,8 et 13,6% de glucides dont 5,6% de saccharose, 1,5% de glucose, 2,1% de fructose et 1% d'amidon. Sa composition en vitamine C varie entre 70 et

165 mg/100g. Elle contient environ 70 UI de vitamine A/100g de fruits et sa teneur en β - carotène est comprise entre 75 et plus de 80 mg/100g (Lucien, 2012).

Niéyidouba et al., 2018, ont déterminé la valeur nutritive des fruits : teneur en eau (13,22%), cendres totales (4,61%), fibres (12,87%), protéine (5,9%), calcium (269,99 mg pour 100 g), phosphore (127,2 mg pour 100 g), fer (20,77 mg pour 100 g), magnésium (88,73 mg pour 100 g), et même du zinc (2,39 mg pour 100 g).

➤ **Les feuilles**

L'analyse phytochimique des extraits des feuilles a montré la présence de flavonoïdes, saponosides, tanins, oses et holosides, mucilages, stérols, triterpènes, hétérosides cardiotoniques et leuco-anthocyanes (Diallo et al. 2004 ; Ba, 2005).

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) a permis d'identifier dans le macéré et le décocté aqueux des feuilles les monosaccharides tels que le glucose, des acides galacturonique et glucuronique, le rhamnose et le galactose (Diallo et al. 2004).

➤ **Les écorces de racines**

Elles contiennent des coumarines, flavonoïdes, saponosides, tanins, polyuronides, stérols et triterpènes et leuco-anthocyanes (Sawadogo, 2012).

➤ **L'écorce de tige :**

Son analyse a montré la présence d'alcaloïdes, de stérols et triterpènes, de saponosides, de tanins et flavonoïdes (Ba, 2005).

1.3.8. DONNEES PHARMACOLOGIQUES

La pulpe, compte tenu de sa richesse en vitamines, en minéraux et en protéines, possède des propriétés nutritionnelles largement reconnues. Ainsi, sa grande teneur en vitamine C lui confère des propriétés antiscorbutiques ; elle peut aussi aider à résoudre les problèmes de carences en micronutriments (vitamine A, phosphore et calcium) et en protéines.

Le jujubier possède de nombreuses propriétés pharmacologiques telles que des propriétés antidiabétiques, diurétiques, hépatoprotectrices, antimicrobiennes, antioxydantes.

➤ **Activité antidiabétique :**

Diallo et al., en 2004 ont évalué l'activité antihyperglycémiant des extraits aqueux des feuilles de *Ziziphus mauritiana* chez le lapin ; ils ont démontré que le macéré aqueux des feuilles à la dose de 150 mg/kg a provoqué une inhibition de la glycémie de 56,02 ; 35,46 et 38,49, respectivement 30, 90 et 120 min après administration du glucose.

Ba, en 2005 a également démontré l'activité hypoglycémiant du macéré aqueux des feuilles chez la souris avec un pourcentage d'inhibition de 18,98 % au temps 120min à la dose de 150 mg/kg.

Les extraits et la fraction efficaces de fruits de *Z. mauritiana* ont été soumis à une étude antidiabétique chez les rats dans le modèle diabétique induit par l'alloxan à deux niveaux de dose, 200 et 400 mg / kg. L'extrait aqueux et la fraction non polysaccharidique de l'extrait aqueux de *Z. mauritiana* se sont révélés présenter des activités antihyperglycémiques et hypoglycémiques significatives (Jarald *et al.*, (2009).

➤ **Activité diurétique :**

Ba, en 2005, a trouvé une importante activité diurétique avec le macéré aqueux des feuilles à la dose de 450 mg/kg chez la souris.

➤ **Activité hépato-protectrice :**

Dahiru *et al.*, en 2010 ont évalué l'activité protectrice de l'extrait aqueux des fruits de *Ziziphus mauritiana* contre des dommages de foie induits par le CCl₄(le tétrachlorure de carbone) chez les rats ; ils ont trouvé qu'aux doses 250 et 500 mg/kg l'extrait de fruits réduit (dose dépendante) significativement les niveaux des enzymes marqueurs des lésions tissulaires.

➤ **Activité antimicrobienne :**

L'extrait éthanolique des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam (à 50 µg/disque) a montré une activité antibactérienne contre *Staphilococcus aureus* (24.0±0.58), *Salmonella paratyphi* (23.67±0.34) et *Salmonella typhi* (23.33±0.34) (Karon *et al.*, 2011).

➤ **Anti-oxydantes :**

De nombreuses études ont démontré l'activité antiradicale DPPH des extraits des feuilles (Ba, 2005), des écorces de racines (Sawadogo, 2012) et des fruits (Okala *et al.*, 2014 ; Delfanian *et al.*, 2016).

PARTIE EXPERIMENTALE

2. METHODOLOGIE

2.1. CADRE D'ETUDE

Notre étude a été réalisée au Département de Médecine Traditionnelle (DMT) de Bamako. Le DMT est la structure technique du ministère de la santé chargée de la valorisation des ressources de la Médecine Traditionnelle (MT). Il est situé à Sotuba dans la commune 1 sur la rive gauche du Niger dans le district de Bamako. Il a essentiellement deux objectifs :

- Organiser le système de Médecine Traditionnelle pour assurer sa complémentarité avec la médecine conventionnelle ;
- Fabriquer des médicaments efficaces ayant un coût relativement bas et dont l'innocuité est assurée.

Le DMT est une structure composée 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 réalise les études phytochimiques, pharmacologiques, toxicologiques des plantes utilisées en Médecine Traditionnelle, mais aussi s'occupe de la production des Médicaments Traditionnels Améliorés(MTA) en vente au Mali et du contrôle de qualité de la matière première et du produit fini.

- Service des Sciences médicales :

Il est composé d'un centre de consultation et de dispensation des MTA, et d'un laboratoire d'analyse biologique.

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, de techniciens de génie civil et de préparateurs des MTA. (État de recherche en Médecine Traditionnelle au Mali de 1960 à nos jours).



Figure N° 5 : Photo du DMT

2.2. MATERIEL ET METHODES

2.2.1. MATERIEL

2.2.1.1. MATERIEL VEGETAL

Il était constitué par les fruits de *Ziziphus mauritiana* achetés entre mars – avril 2019 dans les marchés de Médine, de Niamakoro et de Kimparana. Ces échantillons proviennent de Mopti, Nioro, Ségou et de Sikasso, qui sont les zones de fort approvisionnement selon les vendeuses des jujubes.

Les échantillons ont été identifiés par M. Seydou Dembélé, Ingénieur des eaux et forêts et chef du service ethnobotanique et matière première du DMT. Un spécimen d'herbier de la plante est déposé dans l'herbier du DMT sous le numéro N°2223/DMT

Les échantillons ont été séchés dans la salle de séchage du DMT à l'ombre à la température ambiante pendant 45 jours. Après séchage, ils ont été pulvérisés à l'aide de mortier traditionnel et pilon.

2.2.1.2. AUTRES MATERIELS

Nous avons utilisé des matériels du laboratoire qui sont entre autre balance, microscope, étuve, dessiccateur, pulvérisateur, rotavapor, four, lampes UV, creusets en aluminium, spatule, tubes à essai, pipettes, poires, portoirs, erlenmeyers, éprouvettes, fioles, flacons, bain-marie, chauffe ballon, ampoules à décanter, entonnoirs, verres de montre, creuset en porcelaine, pinces, plaque en aluminium, coton hydrophile, papier sans cendres, crayon de papier, règle graduée, séchoir.

2.2.2. METHODES

2.2.2.1. CONTROLE DE QUALITE BOTANIQUE

Il a porté sur la détermination des caractères macroscopiques du fruit, des caractères organoleptiques et microscopiques de la pulpe.

Détermination des caractères macroscopiques du fruit :

Elle a porté sur la description du fruit. Les éléments décrits concernent le type, la forme, la valeur du diamètre et la couleur du fruit.

Détermination des caractères organoleptiques de la poudre de Pulpe :

Elle a porté sur la description de la couleur, saveur, odeur et granulométrie de la pulpe de fruits de nos échantillons :

- **La couleur** a été déterminée en comparant une petite quantité de poudre de pulpe aux couleurs du dictionnaire de couleurs.
- **La saveur** a été déterminée en déposant une petite quantité de pulpe sur la langue et garder pendant quelques secondes puis le goût a été apprécié (amer, salé, sucré ou acide).
- **L'odeur** a été déterminée en approchant aux narines une petite quantité de la pulpe prélevée entre le pouce et l'index pour savoir si elle caractéristique ou non.
- **Quant à la granulométrie**, elle a été déterminée en observant la taille (fine, moyenne, semi-grossière ou grossière) de la pulpe.

Détermination des caractères microscopiques de la poudre de pulpe :

Nous avons prélevé une petite quantité de la poudre à l'aide d'une spatule et mise dans un verre de montre, triturer avec le réactif de Gadzet du Chatelier. Nous avons monté sur une lame, une petite quantité de ce mélange, recouverte par une lamelle. Après nous avons appuyé légèrement pour homogénéiser la préparation, puis nous avons absorbé les bavures à l'aide d'un papier buvard. Nous avons ensuite examiné au microscope avec l'objectif 40 ; puis photographié les éléments microscopiques en utilisant un téléphone portage de marque SAMSUNG J6.

2.2.2.2. DETERMINATION DES TENEURS

Elle a porté sur la détermination de la teneur en eau, en cendres totale, en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique, en cendres sulfuriques, les substances extractibles par l'eau et par l'éthanol.

Détermination de la teneur en eau.

Méthode gravimétrique :

C'est une méthode pondérale qui consiste en la détermination de la perte en masse d'une quantité connue de poudre par dessiccation à l'étuve ou au four réglé à la température de 105 °C pendant 24 h. Nous avons taré trois verres de montre et y avons introduit des prises d'essai (PE) de 2 g (pesées au mg près). Nous avons ensuite pesé les verres de montre contenant les poudres avant de les introduire dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C pour une dessiccation pendant 24 h. Au sortir de l'étuve nous avons refroidi les poudres dans un dessiccateur contenant un desséchant (chlorure de calcium, anhydride phosphorique) et les avons ensuite pesés. Le calcul suivant permet d'obtenir le pourcentage en eau :

$$\% \text{eau} = \frac{\text{Masse eau} \times 100}{\text{Masse de la prise d'essai}}$$

Détermination de la teneur en cendres totales :

La teneur en cendres est obtenue par dosage pondéral des cendres blanches obtenues par calcination de la drogue végétale dans un four. Nous avons pesé 2 prises d'essai de la drogue (M) dans 2 creusets en silice préalablement tarée (T). Après incinération au four à une température d'environ 600 °C pendant 6 h, et refroidissement dans un dessiccateur, nous avons déterminé la masse des creusets contenant les prises d'essai et les avons noté M'1 et M'2 . La masse moyenne en cendres totales (MCt) contenues dans le creuset est donnée par la formule :

$$MCt = \frac{(M'1-T1)+(M'2-T2)}{2}$$

La masse moyenne de la prise d'essai (PE) est donnée par la formule : $(M1+M2)$.

Le pourcentage des cendres totales (% Ct) est donné par la formule :

$$\%Ct = \frac{Mct \times 100}{PE}$$

Détermination de la teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique à 10

% :

C'est une évaluation du contenu en constituants siliceux de la matière végétale. Les cendres sont obtenues à partir de l'action de l'acide chlorhydrique dilué à 10 % sur les cendres totales. Nous avons introduit les cendres totales dans un erlenmeyer et ajouté 20 mL d'acide chlorhydrique à 10 %. L'ensemble a été porté à ébullition pendant 15 mn au bain-marie. Après refroidissement, nous avons recueilli, lavé la matière non soluble sur un papier filtre sans cendre, puis transféré le filtre dans un creuset sec préalablement taré (T). Le creuset

contenant le papier filtre a ensuite été séché à l'étuve pendant 24 heures et calciné pendant 6 heures au four à la température de 600 °C. Après refroidissement dans un dessiccateur, nous avons pesé le creuset contenant les cendres (M'). Le pourcentage des cendres chlorhydriques (% Cc) s'obtient de la manière suivante :

$$\%Cc = \frac{MCc \times 100}{PE}$$

Détermination de la teneur en cendres sulfuriques

Les cendres sulfuriques déterminent la quantité de substances inorganiques dans la drogue Dans un creuset de porcelaine préalablement taré (T), introduire une prise d'essai de la poudre et peser l'ensemble (M). La poudre est ensuite humectée avec H₂SO₄ à 50 % et laisser à l'étuve pendant 24H à la température de 100°C, le creuset est porté à calcination dans un four à la température de 600°C pendant 6H et pesé ensuite après refroidissement(M'). La masse de cendres sulfuriques (mCs) est donnée par la formule :

$$mCs = M' - T$$

La masse de la prise d'essai est ;

$$PE = M - T$$

Le pourcentage de cendres sulfuriques (% Cs) est donné par la formule :

$$\%Cs = \frac{mCs \times 100}{PE}$$

Substances extractibles par l'eau 1g :

Nous avons préparé une décoction à 5% : à 1g de pulpe, nous avons ajouté 20 mL d'eau distillée et porté à ébullition pendant 15 minutes. Après refroidissement, nous avons filtré sur coton. Le filtrat a été évaporé à sec à l'étuve à 110 °C.

Substances extractibles par l'éthanol à 70% :

Nous avons préparé une macération dans l'éthanol à 70% : à 1g de pulpe, nous avons ajouté 20ml d'éthanol ; agité et laissé macérer pendant 24h. Nous avons filtré sur coton et laissé évaporer à sec dans l'étuve à 110 °C.

2.2.2.3. EXTRACTIONS

Nous avons effectué des extraits aqueux (une décoction et une infusion) et un extrait hydro-alcoolique.

Décoction

A 2,5 g de pulpe introduit dans un erlenmeyer, nous avons ajouté 50ml d'eau distillée et porté à ébullition pendant 15 minutes. Après refroidissement, nous filtré sur compresse puis le filtrat a été concentré à sec au Rotavapor à la température de 55°C. L'extrait obtenu a été récupéré avec du méthanol puis conservé dans des flacons propres, secs et stériles.

Infusion

A 2,5g de pulpe contenue dans un erlenmeyer, nous avons ajouté 50ml d'eau distillée bouillante et laissé infuser pendant 15minutes puis filtré sur compresse. Le filtrat a été concentré à sec au Rotavapor à la température de 55°C. L'extrait obtenu a été récupéré avec du méthanol puis conservé dans des flacons propres, secs et stériles.

Macération dans l'éthanol à 70%

A 1g de pulpe, nous avons ajouté 20ml d'éthanol 70% et laissé en macération pendant 24 heures. Après filtration sur compresse, le filtrat a été concentré à sec au Rotavapor à la température de 55 °C. L'extrait a été récupéré avec du méthanol puis conservé dans des flacons propres, secs et stériles.

2.2.2.4. CARACTERISATION DES CONSTITUANTS CHIMIQUES

Les réactions de caractérisation ont porté sur la recherche dans la pulpe de fruits des principaux groupes chimiques. Ces caractérisations ont été effectuées avec les réactions en tubes et par CCM.

Caractérisations par les réactions en tube

Les résultats sont classés selon :

- Réaction très positive : + + +
- Réaction positive : + +
- Réaction louche : +
- Test négatif : -

2.2.2.4.1. Réactions en tubes

Alcaloïdes

❖ Préparation de l'extrait

Nous avons ajouté à de la pulpe (5g) de l'acide sulfurique dilué au 1/10 (50 ml) dans un erlenmeyer de 250 ml. L'ensemble a été laissé en macération à la température du laboratoire pendant 24 heures puis filtré. Le filtrat a été complété à 50 ml avec de l'eau distillée.

❖ Caractérisation

Nous avons pris 2 tubes à essai dans lesquels nous avons introduit le filtrat (1 ml). Nous avons ajouté 5 gouttes de réactif de Mayer (solution aqueuse de mercuri-iodure de potassium) dans le premier tube et 5 gouttes de réactif de Dragendorff (solution aqueuse d'iodobismuthate de potassium) dans le second. La présence d'alcaloïdes est caractérisée par la formation d'un précipité dans chaque tube.

Substances polyphénoliques :

❖ Solution à analyser

La solution à analyser est un infusé à 5 %. Nous avons ajouté à la pulpe (2,5 g) contenue dans un erlenmeyer de 250ml de l'eau distillée bouillante (50 ml). Nous avons fermé avec du papier aluminium et laissé infuser pendant 15 mn. On a filtré avec du coton. Le filtrat a été complété à 50 ml avec de l'eau distillée.

❖ Caractérisation des tanins

Dans un tube à essai contenant 1 ml de l'infusé, nous avons ajouté 1 ml d'une solution aqueuse diluée de $FeCl_3$ à 1 %. En présence de tanins, il se développe une coloration verdâtre ou bleu noirâtre.

❖ Caractérisation des flavonoïdes : Réaction à la Cyanidine :

Nous avons introduit dans un tube à essai 5 ml de l'infusé à 5 %, ajouté 5 ml d'alcool chlorhydrique (éthanol à 95 %, eau distillée, HCl concentré à parties égales en volumes) et 1 mL d'alcool isoamylique puis quelques copeaux de magnésium. L'apparition d'une coloration rose orangé (flavones) ou rose violacée (flavanones) ou rouge (flavonols, flavanonols) rassemblée dans la couche surnageante d'alcool isoamylique indique la présence d'un flavonoïde libre (génine). Les colorations sont moins intenses avec les hétérosides flavoniques. La réaction est négative avec les chalcones, les dihydrochalcones, les auronnes, les catéchines et les isoflavones.

❖ **Caractérisation des anthocyanes**

A 5ml de l'infusé à 5%, nous avons ajouté 5ml d'acide chlorhydrique à 10% et 5ml de base à 10% (NaOH à 10%). Si la coloration s'accroît par acidification puis vire au bleu violacé en milieu basique, on peut conclure la présence d'anthocyane.

❖ **Caractérisation des leucoanthocyanes**

Nous avons effectué la réaction à la Cyanidine sans ajouter les copeaux de magnésium et chauffé pendant 15 mn au bain-marie. En présence de leucoanthocyanes, il se développe une coloration rouge cerise ou violacée.

Stérols et triterpènes, Caroténoïdes, Coumarines

❖ **Solution à analyser**

L'extrait à tester a été obtenu à partir de la pulpe (1 g) et de l'éther (20 ml) laissés en macération pendant 24 heures. Nous avons filtré et complété à 20 ml avec de l'éther.

❖ **Caractérisations des stérols et triterpènes : Réaction de Liebermann Burchard :**

Nous avons évaporé à sec dans un tube à essai 10 ml d'extrait, puis fait dissoudre le résidu dans 1ml d'anhydride acétique et dans 1 ml de chloroforme. Nous avons partagé dans deux tubes à essai, l'un servant de témoin puis avons mis dans le fond du second tube à l'aide d'une pipette 1 à 2 ml d'acide sulfurique concentré. A la zone de contact des deux liquides il y a formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet, la couche surnageant devenant verte ou violette révèle la présence de stérols et triterpènes.

❖ **Caractérisation des caroténoïdes**

Nous avons évaporé à sec dans un tube à essai 5ml d'extrait éthérique. Le résidu a été dissout avec 2 à 3 gouttes de solution saturée de $SbCl_3$ dans le chloroforme ou le tétrachlorure de carbone.

En présence de caroténoïdes, il se développe une coloration bleue devenant rouge par la suite.

❖ **Caractérisation des coumarines**

Nous avons évaporé à sec 5 ml d'extrait éthérique puis repris le résidu avec de l'eau chaude (2 ml). Nous avons partagé la solution entre deux tubes à essai. Nous avons ajouté dans l'un des tubes de l'ammoniaque à 25 % (0,5 ml) puis mélangé et observé la fluorescence sous UV 366 nm. Une fluorescence intense dans le tube où il a été ajouté de l'ammoniaque indique la présence de coumarines.

Saponosides

❖ Solution à analyser

La solution à analyser est un décocté à 1 %. Nous avons porté à ébullition dans un erlenmeyer de l'eau distillée (100 ml) et y avons projeté de la pulpe (1g). Une ébullition modérée a été maintenue pendant 15 mn. Nous avons filtré et après refroidissement ajusté à 100 ml.

❖ Caractérisation

Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10, nous avons réparti successivement 1, 2,10 ml du décocté à 1%. Le volume de chaque tube a été ajusté à 10mL avec de l'eau distillée. Chaque tube a été agité pendant 15 secondes en raison de deux agitations par seconde dans le sens de la longueur du tube et laissé au repos pendant 15 minutes puis la hauteur de la mousse a été mesurée.

L'indice de mousse (I.M.) a été calculé à partir du tube dans lequel la hauteur de la mousse a été de 1 cm (N).

$$\text{Indice de mousse} = \frac{1000}{\text{Numéro du tube}}$$

Dérivés anthracéniques : Réaction de Bornträger

❖ Solutions à analyser :

Les solutions à analyser sont l'extrait chloroformique et l'hydrolysate.

Extrait chloroformique

A 1g de la pulpe, nous avons ajouté 10ml de chloroforme et chauffé prudemment pendant 03 minutes au Bain-marie. Nous avons filtré à chaud et complété à 10 ml avec du chloroforme. Le résidu a été gardé.

Hydrolysate

A une partie du résidu de la pulpe épuisée par le chloroforme, nous avons ajouté 10ml d'eau et 1ml d'acide chlorhydrique (HCl) concentré. Nous avons maintenu le tube à essai dans le Bain-marie bouillant pendant 15minutes et refroidi sous un courant d'eau puis filtré.

❖ Caractérisations :

Anthracéniques libres

Nous avons introduit dans un tube à essai 1ml d'extrait chloroformique et ajouté 1ml de base (NH₄OH ou NaOH) diluée au demi puis agité.

La coloration plus ou moins rouge indique la présence d'Anthraquinones libres.

Anthraquinones combinés:

O-Hétérosides :

A 5ml d'hydrolysate, nous avons ajouté 5ml de chloroforme puis agité. Nous avons soutiré la phase organique et l'introduit dans un tube puis gardé la phase aqueuse. Nous avons ajouté à la phase organique 1ml de base (NH₄OH ou NaOH) diluée au demi puis agité. La coloration rouge plus ou moins intense révèle la présence d'Anthraquinones.

C-Hétérosides

A la phase aqueuse qui a été conservée, nous avons ajouté 10ml d'eau et 1ml de FeCl₃   10%. Le tout a été maintenu dans un Bain-marie bouillant pendant 30 minutes. Après refroidissement sous courant d'eau, nous avons ajouté 5ml de chloroforme puis agité. Nous avons soutiré la phase chloroformique et la recueillie dans un tube puis ajouté 1ml de base et agité. La coloration rouge plus ou moins intense indique la présence de G nines de C-Hétérosides.

Composés réducteurs, oses et holosides, mucilages :

❖ Solution à analyser :

Elle est un décocté aqueux à 10%. Dans un erlenmeyer de 250ml, nous avons introduit 10g de pulpe et ajouté 100 d'eau distillée puis porté à l'ébullition pendant 15 minutes. Après refroidissement, nous avons filtré et complété à 100 ml avec de l'eau distillée.

❖ Caractérisation des composés réducteurs

Le décocté aqueux à 10 % (5 ml) a été évaporé au bain-marie jusqu'à sec. Nous avons ajouté au résidu 1 ml de réactif de Liqueur de Fehling (0,5 ml réactif A + 0,5ml réactif B, mélange extemporané). L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence de composés réducteurs.

❖ Caractérisation des oses et holosides

Le décocté aqueux à 10 % (5 ml) a été évaporé à sec. Nous avons ajouté au résidu 2 à 3 gouttes de H₂SO₄ concentré, puis après 5 minutes, nous avons ajouté 3 à 5 gouttes d'alcool saturé avec du thymol. Le développement d'une coloration rouge révèle la présence d'oses et holosides.

❖ Caractérisation des mucilages

Nous avons ajouté à 1 ml de décocté à 10 % de l'éthanol absolu (5 ml). L'obtention d'un précipité floconneux, par mélange, indique la présence de mucilages.

Hétérosides cyanogénétiques

Nous avons introduit dans un tube à essai 1g de pulpe et ajouté 5ml d'un mélange à volume égal d'eau et de Toluène puis agité. Nous avons nettoyé la partie supérieure du tube et fixé à l'aide d'un bouchon le bout du papier picrosod  trempé dans le réactif de Guignard.

La présence d'hétérosides cyanogénétiques est indiquée par la coloration rouge plus ou moins rapide du papier picrosodé.

2.2.2.4.2. Caractérisation par Chromatographie sur couche mince (CCM)

Définition et appareillages

La chromatographie sur couche mince repose principalement sur des phénomènes d'adsorption. Elle permet de séparer les constituants d'un mélange pour deux phases non miscibles : l'une étant mobile et l'autre stationnaire. 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

La chromatographie est une méthode physique de séparation de mélanges en leurs constituants ; elle est basée sur les différences d'affinité des substances à l'égard de deux phases, l'une stationnaire ou fixe, l'autre mobile.

La chromatographie sur couche mince, ou sur plaque (CCM), est effectuée surtout en vue d'une analyse d'un mélange. La phase stationnaire solide est fixée sur une plaque, et la phase mobile liquide, nommée éluant, est un solvant ou un mélange de solvants.

On dépose sur la phase fixe une petite quantité du mélange à séparer et on met cette phase au contact de la phase mobile. La phase mobile migre de bas en haut, par capillarité, le long de la phase fixe en entraînant les constituants du mélange. C'est le phénomène d'élution, qui permet la séparation des constituants du mélange à analyser.

Chaque constituant migre d'une certaine hauteur, caractéristique de la substance, que l'on appelle rapport frontal ou rétention frontale (R_f) (eduscol.education.fr).

Mode opératoire de la CCM

- **Solutions à analyser**

Nous avons utilisé les extraits dissous avec du méthanol.

- **Dépôt**

Les dépôts ont été faits sur les plaques de CCM avec une micropipette. Nous avons déposé 10 µL de la solution de chaque extrait sur les plaques que nous avons séchées avant de les introduire dans les cuves de migration.

- **Migration**

La migration s'est faite dans deux systèmes de solvant :

Le système de solvant (Acétate d'éthyle-Méthyl éthyle cétone-Acide formique-eau : 50 :30 :10 :10)

Le système de solvant (Butanol-Acide acétique-eau : 40 :10 :50)

Après migration, nous avons séché les plaques et procédé à l'observation à la lampe ultraviolette aux longueurs d'ondes 254 et 366 nm.

A 254 nm les taches ont été entourées en traits pleins et à 366 nm elles ont été entourées en pointillés. Nous avons ensuite calculé les facteurs de rétention de chacune des taches observées.

$$Rf = \frac{dx}{ds}$$

dx : distance parcourue par le composé (mesuré au centre de la tache)

ds : distance parcourue par le front du solvant

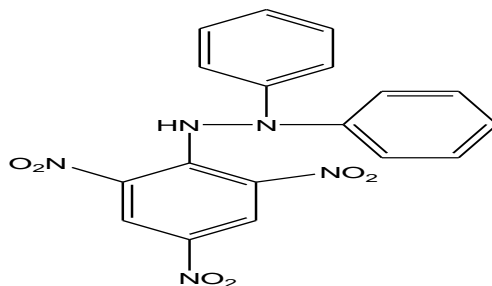
- **Révélation**

Nous avons révélé les plaques avec le réactif de Godin et le FeCl₃ à 10%. Les spots qui ont réagi après la révélation ont été marqués entre crochets.

2.2.2.5. DETERMINATION DE L'ACTIVITE ANTI-RADICALAIRE

L'activité anti-radicalaire a été évaluée en utilisant le test de réduction du radical DPPH (Figure n°6) par CCM.

Le chromatogramme migré dans le système de solvant (Acétate d'éthyle-Méthyl éthyle cétone-Acide formique-eau : 50 :30 :10 :10) a été révélé par une solution méthanolique de DPPH (2 mg/ml). Les zones d'activités ont été déterminées par l'apparition d'une coloration



jaune sur fond violet.

Figure N° 6: Radical DPPH



RESULTATS

3. RESULTATS

3.1. QUALITE BOTANIQUE

Les résultats botaniques sont d'ordre macroscopique, organoleptique et microscopique.

Caractères macroscopiques du fruit:

Type : fruit charnu (drupe) Forme : globuleuse ou ellipsoïdale

Diamètre moyen: 5,8mm (Figure N°7)

Couleur : Rouge Andrinople de code #A91101 du dictionnaire de couleurs.



Figure N° 7: Fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Photo prise par DAO Kayatou)

Caractères organoleptiques de la poudre de pulpe :

Pour tous les quatre échantillons, il n'y a pas eu de variation de couleur, de saveur, d'odeur et de granulométrie.

La couleur blanc crème (#FDF1B8 de code) à rouge Andrinople (#A91101 de code) a été déterminée.

La saveur était sucrée avec un arrière- gout acide.

L'odeur était caractéristique

La granulométrie a été une poudre moyenne (Figure N°8).



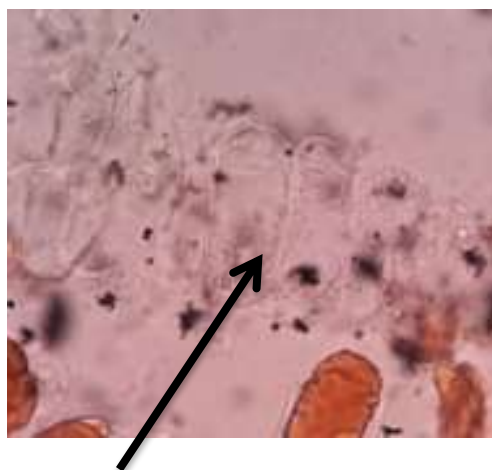
Figure N° 8: Pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana Lam.* après pulvérisation. (Photo prise par DAO Kayatou)

Les éléments microscopiques de la pulpe :

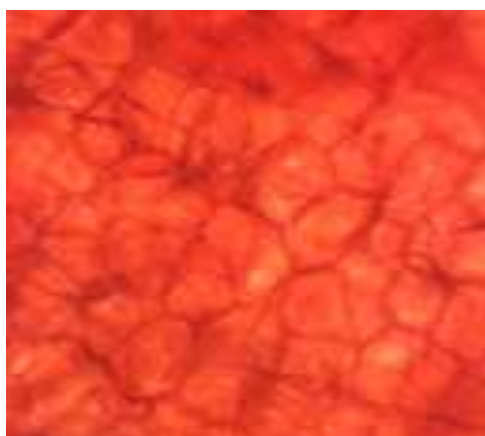
Nous avons identifié les parenchymes, le xylème spiralé, le xylème spiralé à ponctué (très abondants), le xylème ponctué, les cristaux d'oxalate de calcium et les fibres (abondants) dans les quatre échantillons. Les fragments d'épiderme (peu abondants) ont été observés seulement dans les échantillons de Nioro et Sikasso (voir les images dans la figure ci-dessous).



Cristaux d'oxalate de calcium



Fragment d'épiderme



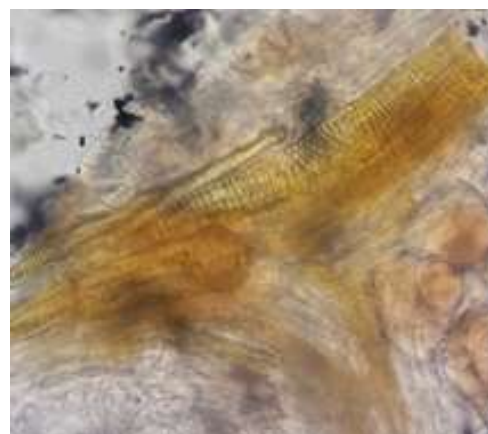
Parenchyme



Fibres



Xylème spiralé



Xylème spiralé à ponctué



Xylème ponctué

Figure N° 9: Eléments microscopiques identifiés dans la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam.

3.2. LES TENEURS

Les résultats des teneurs sont reportés dans le **tableau I**.

Tableau I: Teneurs en eau, en cendres et en substances extractibles par l'eau et par l'éthanol à 70% (exprimée en pourcentage) :

Echantillons	T _{eau}	T _{CT}	T _{ClHCl}	T _{CS}	T _{SEE}	T _{SEEt}
Mopti	10,25	5,28	0,13	4,66	33	27
Nioro	10,83	5,38	0,18	5,66	32	23
Ségou	12,33	4,87	0,18	5	34	22
Sikasso	12,66	5,11	0,18	5,33	39	26

T_{eau} = Teneur en eau ; T_{CT} = Teneur en cendres totales ;

T_{ClHCl} = Teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique ;

T_{CS} = Teneur en cendre sulfuriques ; T_{SEE} = Teneur en substances extractibles par l'eau ;

T_{SEEt} = Teneur en substances extractibles par l'éthanol.

La teneur en eau a été supérieure à 10% dans tous les quatre échantillons. La teneur en cendres chlorhydriques a été très faible (inférieure à 0,5%) pour tous les échantillons. Les meilleurs rendements pour les extractions ont été obtenus avec l'eau.

3.3. CONSTITUANTS CHIMIQUES

Selon les réactions en tubes :

Les résultats des réactions de caractérisation en tubes sont reportés dans le tableau II.

Tableau II: Constituants chimiques identifiés par les réactions en tubes:

Constituants chimiques	Mopti	Nioro	Ségou	Sikasso
Tanins avec FeCl ₃	+	+	+	+
Flavonoïdes	+	+	+	+
Leuco anthocyanes	++	++	++	++
Oses et Holosides	+++	+++	+++	+++
Polyuronides (mucilages)	+++	+++	+++	+++
Saponosides	+++	+++	+++	+++
Indice de mousse	142,85	142,85	142,85	111,11

Dans nos conditions expérimentales, les tanins, les flavonoïdes, les Leuco-anthocyanes, les Oses et Holosides, les Polyuronides et les Saponosides ont été mis en évidence dans les quatre échantillons.

Par contre, les Alcaloïdes, les Anthocyanes, les Anthracénosides, les Caroténoïdes, les Coumarines, les Composés réducteurs, les Hétérosides cyanogénétiques et les stérols et triterpènes étaient absents dans les quatre échantillons.

Selon la chromatographie sur couche mince

La présence de certains constituants a été confirmée par CCM (voir figures 15 et 16 ci-dessous).

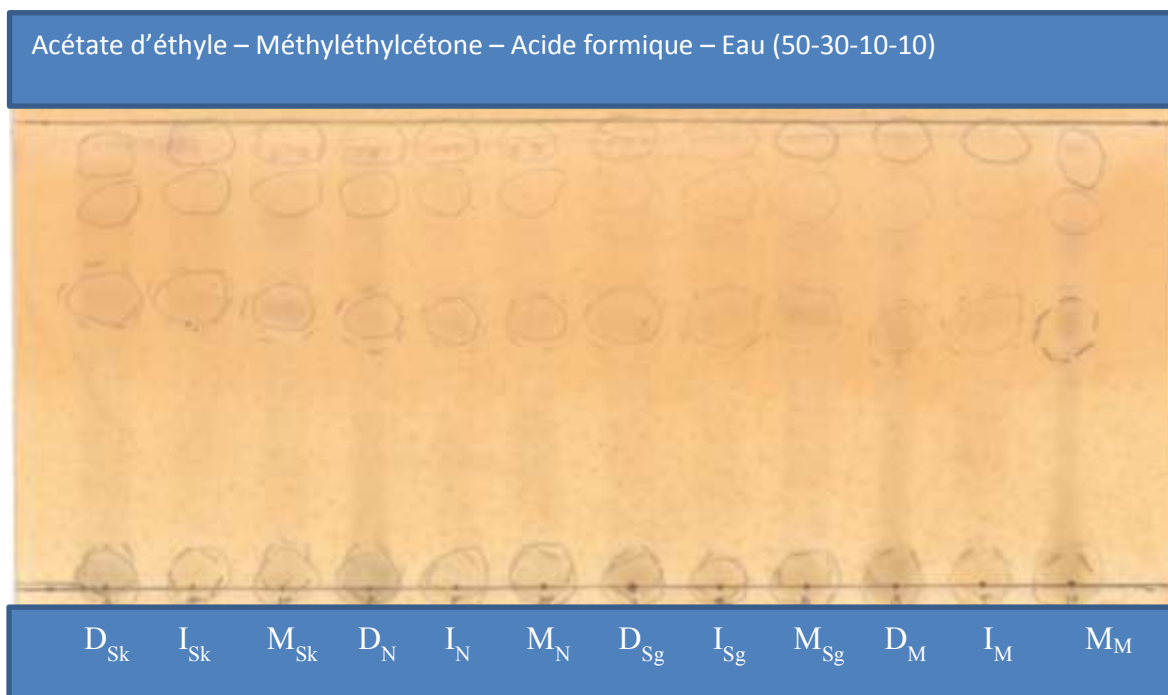


Figure N° 10 : Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système acétate d'éthyle-méthyléthylcétone-Acide Formique-Eau (50-30-10-10) puis révélés avec FeCl₃.

D_{Sk} : décoction Sikasso ; I_{Sk} : infusion Sikasso ; M_{Sk} : macération Sikasso.

D_N : décoction Niroro ; I_N : infusion Nioro ; M_N : Macération Nioro.

D_{Sg} : décoction Ségou ; I_{Sg} : infusion Ségou ; M_{Sg} : macération Ségou.

D_M : décoction Mopti ; I_M : infusion Mopti ; M_M : macération Mopti.

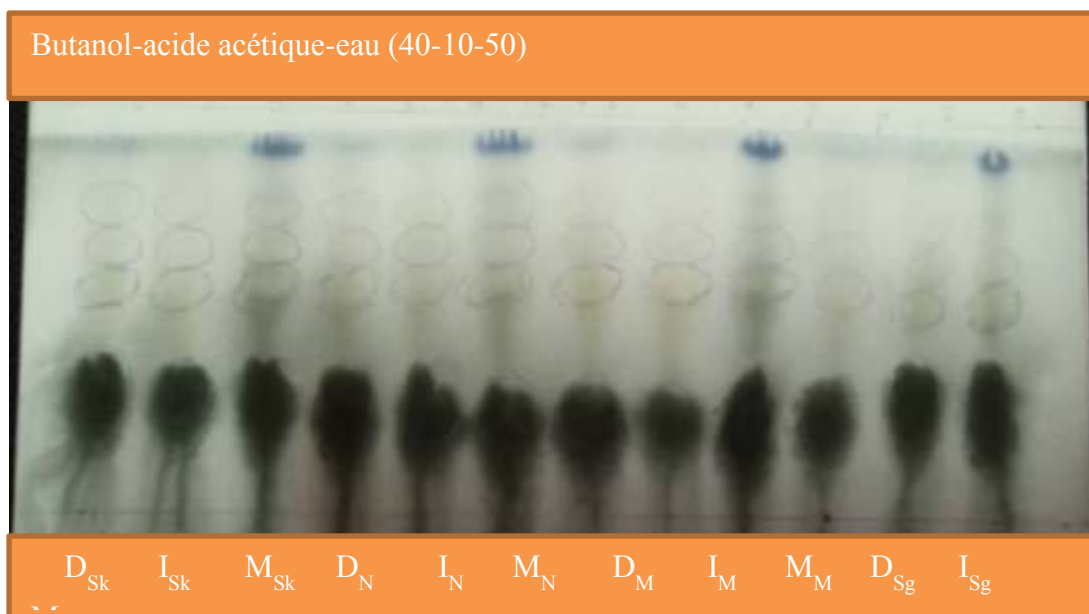


Figure N° 11: Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système butanol-acide acétique-eau (40-10-50) puis révélés avec Godin.

D_{SK} : décoction Sikasso ; I_{SK} : infusion Sikasso ; M_{sk} : macération Sikasso.

D_N : décoction Niroro ; I_N : infusion Nioro ; M_N : Macération Nioro.

D_M : décoction Mopti ; I_M : infusion Mopti ; M_M : macération Mopti.

D_{SG} : décoction Ségou ; I_{SG} : infusion Ségou ; M_{SG} : macération Ségou.

Les résultats des CCM sont illustrés dans les tableaux **III** ; **IV** ; **V** et **VI**.

Tableau III: CCM des extraits des échantillons de Mopti et Nioro révélés par FeCl₃ avec Acoet-MEC-AF-H₂O (50-30-10-10):

Provenance	Type d'extrait	Rf	UV254nm	UV366nm	FeCl ₃
Mopti	Décoction	0,66	visible	bleu-claire	Noire
		0,82	visible	marron	-
		0,90	visible	-	-
	Infusion	0,67	visible	bleu-claire	Noire
		0,83	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-
	Macération	0,67	visible	bleu-claire	Noire
		0,80	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-
Nioro	Décoction	0,62	Visible	bleu-claire	Noire
		0,83	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-
	Infusion	0,62	visible	bleu-claire	Noire
		0,82	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-
	Macération	0,62	visible	bleu-claire	Noire
		0,82	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-

Tableau IV : CCM des extraits des échantillons de Ségou et Sikasso révélés par FeCl₃ avec Acoet-MEC-AF-H₂O (50-30-10-10):

Provenance	Type d'extrait	Rf	UV 254 nm	UV 366 nm	FeCl ₃
Ségou	Décoction	0,66	Visible	bleu-claire	Noire
		0,81	visible	marron	-
		0,92	visible	-	-
	Infusion	0,66	Visible	bleu-claire	Noire
		0,82	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-
	Macération	0,67	visible	bleu-claire	Noire
		0,80	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-
Sikasso	Décoction	0,65	Visible	bleu-claire	Noire
		0,81	visible	marron	-
		0,93	visible	-	-
	Infusion	0,62	Visible	bleu-claire	Noire
		0,82	visible	marron	-
		0,92	visible	-	-
	Macération	0,63	visible	bleu-claire	Noire
		0,82	visible	marron	-
		0,91	visible	-	-

Tableau V: CCM des extraits des échantillons de Mopti et Nioro révélés par Godin avec BAW (40-10-50):

Provenance	Type d'extraits	Rf	UV 254nm	366nm	Godin	
Mopti	Décoction	0,33	visible	bleu-claire	Noire	
		0,47	visible	marron	Jaune	
		0,60	visible	-	-	
		0,81	visible	-	-	
	Infusion	0,35	Visible	bleu-claire	Noire	
		0,58	visible	marron	Jaune	
		0,68	visible	-	-	
		0,80	visible	-	-	
	Macération	0,30	visible	bleu-claire	Noire	
		0,50	visible	marron	Jaune	
		0,62	visible	-	-	
		0,85	visible	-	-	
		0,9			Bleue	
	Nioro	Décoction	0,33	visible	bleu-claire	Noire
			0,52	visible	marron	Jaune
0,66			visible	-	-	
0,86			visible	-	-	
Infusion		0,35	Visible	bleu-claire	Noire	
		0,52	visible	marron	Jaune	
		0,66	visible	-	-	
		0,87	visible	-	-	
Macération		0,35	visible	bleu-claire	Noire	
		0,53	visible	marron	Jaune	
		0,66	visible	-	-	
		0,87	visible	-	-	
		0,91			Bleue	

Tableau VI: CCM des extraits des échantillons de Ségou et Sikasso révélés par Godin avec BAW (40-10-50):

Provenance	Type d'extrait	Rf	UV 254 nm	UV 366 nm	Godin
Ségou	Décoction	0,33	Visible	bleu-claire	Noire
		0,53	visible	marron	Jaune
		0,65	visible	-	-
		0,86	visible	-	-
	Infusion	0,35	visible	bleu-claire	Noire
		0,51	visible	marron	Jaune
		0,65	visible	-	-
		0,85	visible	-	-
	Macération	0,31	Visible	bleu-claire	Noire
		0,51	visible	marron	Jaune
		0,63	visible	-	-
		0,87	visible	-	-
		0,91			Bleue
Sikasso	Décoction	0,33	Visible	bleu-claire	Noire
		0,56	visible	marron	Jaune
		0,68	visible	-	-
		0,87	visible	-	-
	Infusion	0,33	visible	bleu-claire	Noire
		0,55	visible	marron	Jaune
		0,67	visible	-	-
		0,86	visible	-	-
	Macération	0,32	visible	bleu-claire	Noire
		0,53	visible	marron	Jaune
		0,65	visible	-	-
		0,87	visible	-	-
		0,91			bleue

3.4. ACTIVITE ANTIRADICALAIRE:

Les extraits aqueux et éthanoliques des quatre échantillons ont démontré une activité anti radicalaire DPPH (apparition de taches jaunâtres sur fond violet) par CCM (voir figure ci-dessous).

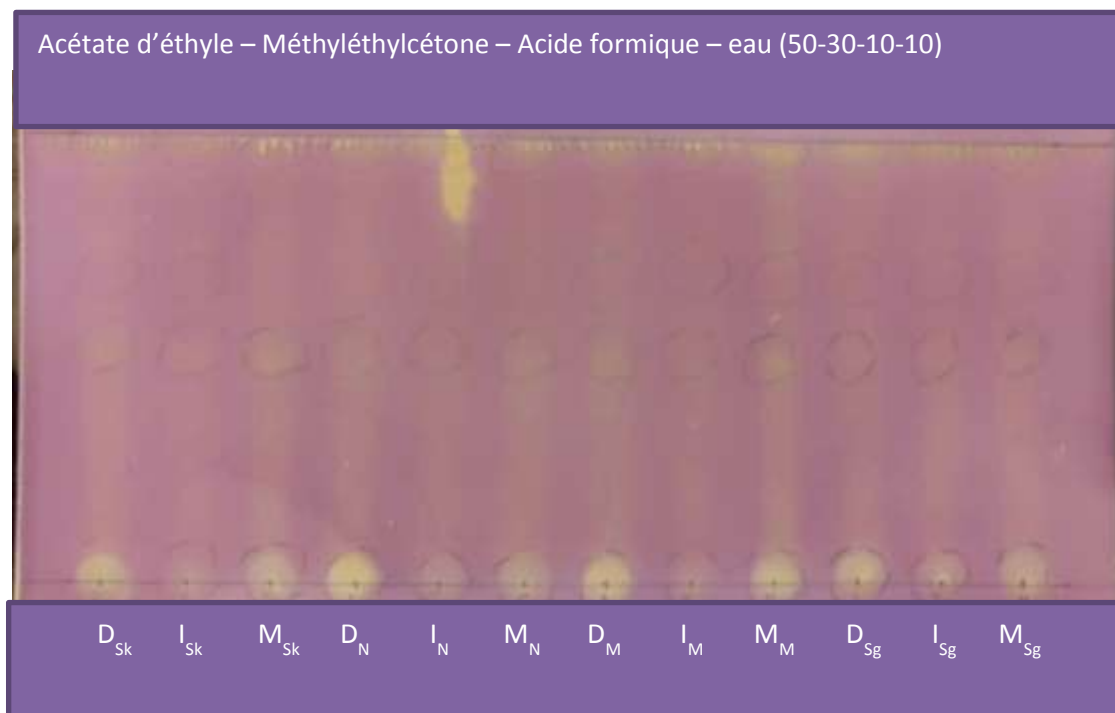


Figure N° 12: Chromatogramme des extraits aqueux et éthanoliques migrés dans le système acétate d'éthyle-méthyléthylcétone-acide formique-eau puis révélés par une solution de radical DPPH.

- D_{Sk}: décoction Sikasso ; I_{Sk}: infusion Sikasso ; M_{Sk}: macération Sikasso.
- D_N: décoction Nioro ; I_N: infusion Nioro ; M_N: Macération Nioro.
- D_M: décoction Mopti ; I_M: infusion Mopti ; M_M: macération Mopti.
- D_{Sg}: décoction Ségou ; I_{Sg}: infusion Ségou ; M_{Sg}: macération Ségou.

COMMENTAIRE ET DISCUSSION

COMMENTAIRE ET DISCUSSION

Notre travail a porté sur l'étude phytochimique et de l'activité anti-radicalaire de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam.

Les caractères macroscopiques, organoleptiques et microscopiques observés dans la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* ont permis d'identifier les caractères utiles pour la caractérisation botanique de cette plante. Certains de ces caractères sont xylème spiralé à ponctué, cristaux d'oxalate de calcium, fibres. Les échantillons de Mopti et Ségou n'ont pas montré la présence de fragments d'épiderme. Nous n'avons pas trouvé de données reportées dans la littérature concernant les caractères microscopiques.

La teneur en eau par la méthode gravimétrique était supérieure à 10% pour les quatre échantillons ; soient : 10,25% ; 10,83% ; 12,33% et 12,66% respectivement pour les échantillons de Mopti, Nioro, Ségou et Sikasso. Or, pour une bonne conservation des drogues, cette teneur doit être inférieure à 10%. Notre teneur ayant dépassé la norme, cela nous renseigne que la pulpe de fruits du jujubier utilisée dans cette étude ne peut donc pas être conservée pendant longtemps car il y a risque de développement de réaction d'oxydation, de fermentation et de formation de moisissures. Ces résultats sont en accords avec celui de (Niéyidouba et *al.*, 2018) qui ont aussi trouvé une teneur en eau (13,22%) supérieure à 10%.

La teneur en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique (0,13% pour Mopti, 0,18% pour Nioro, Ségou et Sikasso) était très faible (inférieure à 0,5%) dans les quatre échantillons. Cela signifie que les échantillons ont une très faible proportion en éléments siliceux. Ils sont donc très peu souillés par la poussière et le sable ; surtout l'échantillon de Mopti qui a la plus petite valeur donc le moins souillé.

La teneur en cendres totales nous renseigne sur la charge en éléments minéraux. Pour les quatre échantillons, les valeurs de cette teneur sont similaires (5,28 ; 5,38 ; 4,87 et 5,11 respectivement pour les échantillons de Mopti, Nioro, Ségou et Sikasso). Cela signifie que nos échantillons ont à peu près la même charge en minéraux. Etant donné que nos échantillons sont très peu souillés par les éléments siliceux, alors presque toutes ces valeurs des cendres totales pourraient représenter des minéraux. Ces valeurs (5,28 ; 5,38 ; 4,87 et 5,11) sont similaires à celle reportée dans la littérature (qui est de 4,61% trouvé par Niéyidouba et *al.*, 2018).

Des études antérieures avaient déjà souligné que la pulpe de jujubes est riche en minéraux (Koné et *al.*, 2009 ; Lucien, 2012 ; Goyal et *al.*, 2012).

Les substances extractibles par l'eau, qui nous donnent la quantité de substances hydrosolubles étaient de 33% pour Mopti, 32% pour Nioro, 34% pour Ségou et 39% pour

Sikasso. Ces chiffres montrent que l'échantillon de Sikasso contient plus d'éléments solubles dans l'eau que les trois autres échantillons. Contrairement à l'échantillon de Sikasso, l'échantillon de Nioro est le moins riche en substances hydrosolubles. Ces valeurs ne sont que pour une seule détermination.

Les substances extractibles par l'éthanol 70 degré, qui nous renseignent sur la quantité de substances solubles dans l'alcool étaient de 27% ; 23% ; 22% et 26% respectivement pour les échantillons de Mopti, Nioro, Ségou et Sikasso. Ces proportions nous montrent que la pulpe de fruits du jujubier contient aussi assez de substances solubles dans l'alcool. L'échantillon de Mopti en contient le plus suivi de celui de Sikasso, de Nioro et enfin celui de Ségou.

Les pourcentages des substances extractibles par l'eau sont plus élevés que ceux des substances extractibles par l'éthanol pour les quatre échantillons. Cela signifie que l'eau extrait mieux les substances contenues dans la pulpe de fruits de jujubier que l'alcool. Cela est en faveur de l'utilisation traditionnelle de la pulpe.

Le criblage phytochimique a révélé la présence de tanins, flavonoïdes, leuco-anthocyanes, saponosides, mucilages, oses et holosides dans les quatre échantillons. L'indice de mousse de l'échantillon de Sikasso a été le plus petit (111,11) par rapport aux trois autres (142,85) ; cela signifie que l'échantillon de Sikasso était moins riche en saponosides.

Il est important de noter l'absence de constituants chimiques tels que les alcaloïdes et les hétérosides cyanogénétiques pouvant être toxiques pour la santé. Cependant, il est aussi nécessaire de vérifier la numération formule sanguine de temps en temps si on doit utiliser pendant longtemps la pulpe de jujubes car il est vrai que les saponosides sont bons mais la présence de certains d'entre eux dans l'organisme peut provoquer l'hémolyse.

La CCM a confirmé la présence de certains groupes chimiques. Les colorations noirâtres observées après révélation des chromatogrammes avec $FeCl_3$ pourraient être des tanins. Les colorations jaunes observées après révélation des chromatogrammes avec Godin pourraient être des flavonoïdes. Les colorations noires observées après révélation avec Godin pourraient être des sucres.

Nos résultats sont légèrement différents de ceux reportés dans la littérature où on signale aussi la présence de stérols et triterpènes (Rathore et al, 2012 ; Okala et *al.*, 2014).

Ainsi, les tanins sont bien connus pour leur propriété astringente externe et interne ce qui fait qu'ils sont cicatrisants et antidiarrhéiques. Les flavonoïdes sont veino-actifs, ils diminuent la perméabilité des capillaires sanguins et augmentent leur résistance. Comme les flavonoïdes, les leuco-anthocyanes permettent de maintenir les vaisseaux sanguins en bon état. Les saponosides possèdent des propriétés antifongiques, antibactériennes, antiparasitaires,

antitussives ; ils sont toxiques pour les animaux à sang froid. Les tanins, flavonoïdes, leuco-anthocyanes et les saponosides possèdent tous des propriétés anti-oxydantes. En ce qui concerne les mucilages, ils sont utiles pour la constipation chronique et les diarrhées ; ils calment aussi les inflammations des muqueuses respiratoires et urinaires. Quant aux oses et holosides, étant donné qu'ils sont des sucres, ils sont donc énergétiques.

Le test anti-radicalaire a montré une activité antiradicalaire DPPH avec les trois types d'extraits pour les quatre échantillons (apparition de taches jaunes sur un fond violet). Cette activité anti-radicalaire pourrait être due à la présence de polyphénols (Flavonoïdes et Tanins), des leuco-anthocyanes et des saponosides. Ce résultat est comparable à celui de Okala et *al.*, (2014) qui ont aussi démontré l'activité antioxydante des fruits de *Ziziphus mauritiana* par la réduction du radical DPPH et aussi par la réduction de l'ion ferreux.

Des études ont démontré le rôle du stress oxydant dans la malnutrition qui s'explique d'une part par la diminution des facteurs de protection antioxydante (Houssaini et *al.*, 1997) et d'autre part par la détérioration de la flore digestive chez le malnutri qui est due également à la présence du stress oxydant (Million et al, 2016). Basé sur cette hypothèse, nos échantillons ayant montré une activité antiradicalaire, on peut dire que l'utilisation de la pulpe de fruits de jujubes pourrait être bénéfique pour la prévention et la prise en charge de la malnutrition.

En plus, de nombreuses études ont montré la richesse de la pulpe de jujubes en micronutriments (surtout en vitamines A et C, Koné et *al.*, 2009 ; Lucien, 2012 et Goyal et *al.*, 2012). Sa consommation pourrait donc contribuer à enrichir l'alimentation quotidienne des populations et de prévenir les carences en ces micronutriments.

CONCLUSION

Au terme de notre étude, il ressort que nos échantillons récoltés dans les quatre localités différentes ont tous les mêmes caractères botaniques et les mêmes constituants chimiques ; ils ont également tous démontré une activité antiradicalaire DPPH.

Les données botaniques nous permettent de nous rassurer de l'identité de la pulpe. La présence de polyphénols, de saponosides, de mucilages et de sucres peut être des marqueurs identifiant la pulpe. Les constituants de la pulpe étant solubles dans l'eau, on peut donc facilement l'utiliser en la mettant tout simplement dans l'eau.

L'ensemble de nos résultats couplés à ceux de la littérature permet de proposer la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana* Lam. pour la prévention et la prise en charge de la malnutrition. De nos quatre échantillons, nous proposons de préférence l'échantillon de Sikasso qui laisse non seulement passer une plus grande quantité de ses substances dans l'eau mais aussi qui est moins riche en saponosides ce qui est en faveur d'une utilisation à long terme sans courir de risque d'hémolyse.

En perspectives, il serait intéressant de proposer un produit à base de pulpe de jujubes qui sera en pratique évalué par les nutritionnistes. Il sera aussi nécessaire de déterminer les concentrations des vitamines et minéraux qui se trouvent dans cette pulpe.

RECOMMANDATIONS

A la population :

De revaloriser les fruits de cueillette, particulièrement les jujubes en les intégrant dans leur alimentation quotidienne afin de minimiser la survenue de certaines pathologies dues à la carence en micronutriments.

A la Direction générale de la Santé et de l'Hygiène Publique :

Pour la mise en œuvre de l'utilisation des produits locaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

African Traditional Medicine. (2000). A Dictionary of Plant Use and Applications. (Medpharm Scientific Publishers Stuttgart). 571p.

Arbonnier, M. (2009). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest, (Quae Muséum national d'histoire naturelle). F-75005 Paris.

Ba, S.H.G.(2005).Etude de la Phytochimie et des activités biologiques de *Ziziphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae) utilisée dans le traitement traditionnel du diabète et de l'hypertension artérielle en Mauritanie.(Thèse de doctorat en Pharmacie).USTT-B, Mali.

Berge, G., Diallo, D., & Hveem, B. (Eds.). (2005). *Les plantes sauvages du Sahel malien: les stratégies d'adaptation à la sécheresse des Sahéliens*. Karthala éditions.

Betteridge, D. J. (2000). What is oxidative stress?. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 49(2), 3-8.

Bréhima Koné, Antoine Kalinganire et Modibo Doumbia. 2009. La culture du jujubier : un manuel pour l'horticulteur sahélien. ICRAF Technical Manual no. 10. Nairobi : World Agroforestry Centre.

Coulibaly K., Guindo S.S., Soumaré A., Maïga A.S., Yossi H., et Sinaba F. (2012). Techniques de production du jujubier amélioré dans les jardins. Production végétale. Fiche technique, édition 2013.

Dahiru, D., Mamman, D. N., & Wakawa, H. Y. (2010). *Ziziphus mauritiana* fruit extract inhibits carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in male rats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(10), 990-993.

Delfanian, M., Esmailzadeh Kenari, R., & Sahari, M. A. (2016). Utilization of Jujube fruit (*Ziziphus mauritiana* Lam.) extracts as natural antioxidants in stability of frying oil. *International journal of food properties*, 19(4), 789-801.

Depommier, D. (1988). *Ziziphus mauritiana* Lam. Culture et utilisation en pays Kapsiki (Nord Cameroun). *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 218(218), 57-62.

Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K., & Maïga, A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10-11), 1073-1080.

Diarra, N., Togola, A., Denou, A., Willcox, M., Daou, C., & Diallo, D. (2016). Etude ethnobotanique des plantes alimentaires utilisées en période de soudure dans les régions Sud du Mali. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(1), 184-197.

Dolo, H.(2014). Evaluation de l'état nutritionnel et de la mortalité chez les enfants de 0-59 mois dans le cercle de Koutiala (Mali). (Thèse de doctorat en Médecine).USTT/B, Mali.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108.

Fortin, D., Lô.M et Maynard.G. Plantes médicinales du sahel, Dakar, Enda-Editions, 2000. Série Etudes et Recherches, 240 p.

Goyal, M., Nagori, B. P., & Sasmal, D. (2012). Review on ethnomedicinal uses, pharmacological activity and phytochemical constituents of *Ziziphus mauritiana* (*Z. jujuba* Lam., non Mill). *Spatula DD*, 2(2), 107-16.

Guillouty, A. (2016). Plantes médicinales et antioxydants. (Thèse de doctorat en Pharmacie). Université Toulouse III, Paul Sabatier.

Houssaini, F. Z. S., Arnaud, J., Richard, M. J., Renversez, J. C., & Favier, A. (1997). Evaluation du stress oxydant et des défenses antioxydantes chez l'enfant malnutri marocain. *Annals of nutrition and metabolism*, 41(3), 149-159.

Increased Gut Redox and Depletion of Anaerobic and Methanogenic Prokaryotes in Severe Acute Malnutrition. M. Million, M. Tidjani alou, S. Khelaifia, D. Bachar, JC. Lagier, N. Dione, S. Brah, P. Hugon, V. Lombard, F. Armougom , J. Fromonot , C. Robert , C. Michelle , A. Diallo , A. Fabre, R. Guieu , C. Sokhna , B. Henrissat, P. Parola, D. Raoult. Scientific report. (2016). Le stress oxydant responsable d'une altération de la flore digestive chez les enfants souffrant de malnutrition en Afrique de l'Ouest. Communiqué de presse le 24/05/16 à Marseille.

Jarald, E. E., Joshi, S. B., & Jain, D. C. (2009). Antidiabetic activity of extracts and fraction of *Zizyphus mauritiana*. *Pharmaceutical biology*, 47(4), 328-334.

Kalinganire A et Koné B. 2011. *Ziziphus mauritiana*, jujubier. Conservation et utilisation durable desressources génétiquesdesespècesligneuses alimentairesprioritairesde l'Afrique subsaharienne. BioversityInternational(Rome, Italie).

Karon, B., Ibrahim, M., Mahmood, A., Huq, A. K. M. M., Chowdhury, M. M. U., Hossain, A., & Rashid, M. A. (2011). Preliminary antimicrobial, cytotoxic and chemical investigations of *Averrhoa bilimbi* Linn. and *Zizyphus mauritiana* Lam. *Bangladesh Pharm J*, 14(2), 127-131.

Koné, K.(2015). Étude de la malnutrition des enfants de 06-59 mois dans la commune II du district de Bamako. (Thèse de doctorat en Médecine).USTT/B , Mali.

Kouyaté, A. M., Van Damme, P., De Meulenaer, B., & Diawara, H. (2009). Contribution des produits de cueillette dans l'alimentation humaine. *Cas de Detarium microcarpum. Africa Focus*, 22(1), 77-88.

- Larousse Afrique. (1986). Encyclopédie Médicale de l'Afrique. (4). 1006 p.
- Lucien, J. M. (2012). *Etude de la transformation du fruit du jujubier (# Ziziphus mauritiana Lam.#) en galettes: Impact de la cuisson sur la qualité nutritionnelle* (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- Malgras D. (1992). Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes. Karthala ed. et ACCT, Paris, 308
- Mercan, D. (2010). Le stress oxydatif. *Unilabs*. 53p.
- Muchuweti, M., Zenda, G., Ndhlala, A. R., & Kasiyamhuru, A. (2005). Sugars, organic acid and phenolic compounds of Ziziphus mauritiana fruit. *European Food Research and Technology*, 221(3-4), 570-574.
- Niéyidouba L., Ouédraogo S.J., Sanogo D., Kouyaté A.M., Tougiani A., Vognan G., Tapsoba D., Parkouda C., et Bayala J. (2018). Catalogue régional des arbres et arbustes alimentaires des terroirs sahéliens et soudaniens d'Afrique de l'Ouest : vers une meilleure valorisation de leurs potentiels nutritionnels. 75-76p.
- Okala, A., Ladan, M. J., Wasagu, R. S. U., & Shehu, K. (2014). Phytochemical studies and in vitro antioxidant properties of Ziziphus mauritiana fruit extract. *Intl J Pharma Phytochem Res*, 6(4), 885-888.
- OMS (2018). Focus, 16 février 2018. Malnutrition, principaux faits.
- PCIMA (2017). Protocole de prise en charge intégrée de la malnutrition aiguë au Mali. Version révisée en 2017.
- Rathore, S. K., Bhatt, S., Dhyani, S., & Jain, A. (2012). Preliminary phytochemical screening of medicinal plant Ziziphus mauritiana Lam. fruits. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 4(3), 160-162.
- Rodrigo, R., González, J., & Paoletto, F. (2011). The role of oxidative stress in the pathophysiology of hypertension. *Hypertension Research*, 34(4), 431-440.
- Sawadogo, S. (2012). Etudes phytochimiques et activités biologiques des écorces des racines de Zizyphus mauritiana Lam (Rhamnaceae) et des feuilles de Zizyphus mucronata Willd (Rhamnaceae). (Thèse de doctorat en Pharmacie). USTT/B, Mali.
- SMART (2019). Enquête Nationale Nutritionnelle et de Mortalité Rétrospective suivant la méthodologie SMART-septembre 2019, Mali. Rapport Final.
<http://www.antenna-france.org>. La malnutrition en Afrique subsaharienne-Antenna France. Consulté le 31/10/19.
- <https://www.fantaproject.org>. Module2diagnostic de la malnutrition. (FANTA) Project. Consulté le 17/02/20.

[https://fr.wikipedia.org › wiki › A-Tocophérol](https://fr.wikipedia.org/wiki/A-Tocoph%C3%A9rol). Consulté le 21/12/19.

[https://fr.wikipedia.org › wiki › Vitamine_A](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine_A). Consulté le 21/12/19.

[https://fr.wikipedia.org › wiki › Vitamine_C](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine_C). Consulté le 21/12/19.

<https://www.pensersante.fr/les-radicaux-libres-qu'est-ce-que-c'est>. Consulté le 24/12/19.

[https:// www.ponroy.com](https://www.ponroy.com). Consulté le 07/11/19.

www.unicef.org

FICHE SIGNALETIQUE

Nom : DAO

Prénom : Kayatou

Titre de la thèse : Etude phyto-chimique et de l'activité anti-radicalaire de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana Lam.*

Année de soutenance : 2019-2020

Ville de soutenance : Bamako

Pays d'origine : Mali

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie (FMPOS).

Secteur d'intérêt : Médecine traditionnelle, nutrition.

RESUME

Notre travail a porté sur l'étude phytochimique et de l'activité antiradicalaire de la pulpe de fruits de *Ziziphus mauritiana Lam.* Les caractères macroscopiques du fruit et les caractères organoleptiques de la pulpe ont été déterminés. Le réactif de Gadzet de Chatelier a été utilisé pour identifier les éléments microscopiques de la pulpe de fruits. Les réactions en tubes et la chromatographie sur couche mince ont été utilisées pour mettre en évidence la présence des groupes chimiques dans la pulpe. Le test de réduction du radical DPPH par CCM a été utilisé pour mettre en évidence l'activité anti-radicalaire des extraits de la pulpe. Les éléments microscopiques identifiés ont été les cristaux d'oxalate de calcium, le parenchyme, le zylème spiralé, les fibres. Les constituants chimiques mis en évidence ont été les flavonoïdes, les tanins, les saponosides, les leuco-anthocyanes, les oses et holosides et les mucilages.

Tous les extraits des quatre échantillons ont montré une activité anti-radicalaire de la pulpe.

MOTS CLES : phytochimique ; activité antiradicalaire ; pulpe ; fruits ; *Ziziphus mauritiana Lam.*

ABSTRACT

Our work focused on the phytochemical study and anti-free radical activity of the fruit pulp of *Ziziphus mauritiana Lam.* The macroscopic characters of the fruit and the organoleptic characters of the pulp were determined. Chatelier's Gadzet reagent was used to identify microscopic elements in fruit pulp. Tube reactions and thin layer chromatography were used to demonstrate the presence of chemical groups in the pulp. The DPPH radical reduction test by TLC was used to demonstrate the anti-radical activity of extracts from the pulp. The microscopic elements identified were calcium oxalate crystals, parenchyma, spiral zylem, fibers.

The chemical constituents highlighted were flavonoids, tannins, saponosides, leuco-anthocyanins, oses and holosides and mucilages. All the extracts from the four samples showed anti-radical activity of the pulp.

KEY WORDS : phytochemical; anti-free radical activity; pulp; fruit; *Ziziphus mauritiana Lam.*

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 !!!