

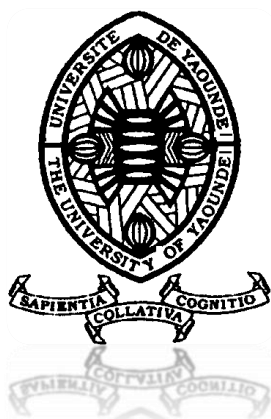
REPUBLIQUE DU CAMEROUN  
*Paix-Travail-Patrie*

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES  
DE LA VIE, SANTE ET ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN SANTE ET  
ENVIRONNEMENT



REPUBLIC OF CAMEROON  
*Peace-Work-Fatherland*

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTER FOR RESEARCH AND GRADUATE  
STUDIES IN LIFE, ENVIRONMENTAL AND  
HEALTH SCIENCES

UNIT FOR RESEARCH AND  
ENVIRONMENTAL AND HEALTH  
SCIENCES

## DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE

# Etude de l'activité antibactérienne *in vitro* de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (région du Nord- Cameroun)

Mémoire rédigé et présenté comme requis partiel en vue de l'obtention du Master de  
Biochimie

**Option :** Biochimie Médicale

**ABOUBAKAR AMINOU HAGUI IGRA**

*(Master en Biochimie option Biotechnologie de la sante publique)*

**Matricule : 22E0065**

**Directeur :**

Pr. MBACHAM FON Wilfred  
*Professeur Titulaire UYI*

**Co- Directeur :**

Dr. BERINYUY EUSTACE  
*Chargé de cours UYI*

*Année Académique : 2023-2024*

## **TABLE DE MATIERES**

DEDICACE.....	iv
REMERCIEMENTS .....	v
LISTE DES PERSONNELS .....	vi
RESUME.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
LISTE DES TABLEAUX .....	xix
LISTE DES FIGURES .....	xx
LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES .....	xxi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE .....	5
I.1. LES BACTERIES .....	6
I.1.1. Notions de base sur les bactéries .....	6
I.1.2. Classification des bactéries .....	9
I.2. PATHOGENICITE BACTERIENNE.....	11
I.2.1. Définition .....	11
I.2.2. Mécanisme de la pathogénicité bactérienne .....	11
I.3. LES ANTIBIOTIQUES .....	12
I.3.1. Définition .....	12
I.3.2. Classification selon la cible bactérienne .....	12
I.3.3. Méthodes d'étude de l'activité des antimicrobiens <i>in vitro</i> .....	14
I.4. RÉSISTANCE BACTÉRIENNE AUX ANTIBIOTIQUES .....	17
I.4.1. Origines de la résistance .....	17
I.4.2. Stratégies de résistance bactérienne .....	17
I.5. GENERALITES SUR LES BACTERIES UTILISEES .....	18
I.5.1. <i>Shigella flexneri</i> .....	18
I.5.2. <i>Shigella dysenteriae</i> .....	19
I.5.3. <i>Klebsiella pneumoniae</i> .....	19
I.5.4. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	19
I.6. Strategies de lutte contre la resistance bacterienne .....	19
I.6.1. Amélioration de l'hygiène .....	19

I.6.2. Education et Sensibilisation (Professionnelle de sante et population sur l'utilisation appropriée et danger de la mauvaise utilisation).....	20
I.6.3. Accès contrôle aux Antibiotiques : (Règlementation et surveillance des Médicaments Conventionnels et Médicament Traditionnel Améliore).....	20
I.6.4. Vaccination.....	20
I.6.5. Nouvelles options thérapeutiques .....	20
I.7. Généralités sur les plantes médicinales.....	20
I.7.1. Etude monographique des deux espèces sélectionnées .....	20
I.8. Métabolites secondaires des plantes.....	23
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	26
II.1. MATERIEL.....	27
II.1.1. Matériel végétal .....	27
II.1.2. Matériel microbiologique .....	27
II.2. METHODES .....	27
II.2.1. Type d'étude .....	27
II.2.2. Description du site d'étude .....	27
II.2.3. Méthodologie d'enquêtes ethnobotaniques .....	28
II.2.4. Traitement et analyse des données .....	29
II.2.5. Activité antibactérienne.....	30
II.3. Evaluation de la cytotoxicité des extraits aqueux .....	33
II.3.1. Méthode .....	33
II.4. Criblage phytochimique des extraits bruts .....	34
II.4.1. Identification des Alcaloïdes .....	34
II.4.2. Identification des Stéroïdes .....	34
II.4.3. Identification des Terpenoides et Stéroïdes.....	35
II.4.4. Identification des Quinones .....	35
II.4.5. Identification des Coumarines .....	35
II.4.6. Identification des Saponines .....	35
II.4.7. Identification des Mucilages.....	35
II.4.8. Identification des anthocyanes.....	35
II.4.9. Identification des flavonoïdes.....	35
II.4.10. Identification des polyphénols.....	36
II.4.11. Identification des tanins.....	36

CHAPITRE III: RESULTATS .....	37
III.1. RESULTATS : .....	38
III.1.1. Enquête ethnobotanique .....	38
III.1.2. Rendement d'extraction .....	40
III.1.3. Screening phytochimique qualitatif <i>in vitro</i> .....	40
CHAPITRE IV: DISCUSSION .....	45
IV.1. DISCUSSION .....	46
CHAPITRE V: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	49
V.1. CONCLUSION : .....	50
V.2. RECOMMANDATION : .....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	52
ANNEXES .....	52

**DEDICACE**

A mes parents :  
HAGUI HASSOUMI et LADY

## **REMERCIEMENTS**

Je rends grâce à Allah le tout puissant, sans qui je ne serai arrivé au bout de ce cycle.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au Professeur MBACHAM Wilfred FON, malgré vos multiples occupations, vous avez accepté de diriger ce travail en y imprégnant vos qualités reconnues de chercheur. Merci pour votre contribution inestimable dans la formation des jeunes ;

Au Docteur BERINYUY EUSTACE, qui a accepté de Co-superviser ce travail et a mis à ma disposition son temps, son expérience et ses connaissances dans ce domaine ;

Au Professeur ZE MINKANDE Jacqueline, Doyen de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I pour le confort et le suivi des apprenants que nous sommes.

Au Professeur TORIMIRO Judith, chef de département de Biochimie pour la rigueur et le suivi qu'elle nous a assuré durant notre processus académique ;

Au Décanat de la FMSB-UYI, grâce au personnel Administratif a toujours déployé des efforts pour mettre à notre disposition les informations et suivre nos dossiers.

Aux enseignants de la FMSB-UYI qui ont mis à notre disposition leurs connaissances, leurs savoirs faire pour que nous soyons à la hauteur de défendre nos Mérites au niveau Académique et professionnel. Surtout ceux du département de Biochimie.

Au directeur du centre de Biotechnologie, le Professeur Pierre François DJOGOUE pour m'avoir permis d'effectuer une partie de mes travaux dans son prestigieux centre de recherche.

A Dr. DAMOLAI NGOUNKAGOU et Dr. Nbono enseignants à l'ENS-UYI et à la FMSB-UYI qui ont suivi avec rigueur mes travaux du début jusqu'à la fin ;

Aux Chefferies et tradipraticiens de la région du Nord qui ont mis à ma disposition leurs connaissances et savoirs faire sur les plantes médicinales.

A toute l'équipe de recherche du Laboratoire de Phytobiochimie et des plantes médicinales de l'Université de Yaoundé I qui m'a offert une ambiance chaleureuse et conviviale ;

A tous les étudiants en PhD et en Master du LAPHER Biotech au centre de Biotechnologie de l'Université de Yaoundé I pour leur soutien qui ont permis d'améliorer ce travail.

A mes frères, ami(e)s et camarades de promotion pour leurs soutiens, leurs critiques constructives qui m'ont permis d'améliorer la rédaction de ce document.

## **LISTE DES PERSONNELS**

### **1. PERSONNEL ADMINISTRATIF**

**Doyen :** Pr ZE MINKANDE Jacqueline

**Vice- Doyen chargé de la programmation et du suivi des activités académiques :**

Pr NTSAMA ESSOMBA Claudine Mireille

**Vice-Doyen chargé de la Scolarité, des Statistiques et du Suivi des Etudiants :** Pr

NGANOU Christ Nadège

**Vice- Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération :** Pr ZEH Odile Fernande

**Chef de la Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche :**

Dr VOUNDI VOUNDI Esther

**Chef de la Division des Affaires Administratives et Financières :** Mme ESSONO EFFA

Muriel Glawdis épouse MBIA

**Coordonnateur Général du Cycle de Spécialisation :** Pr NJAMSHI Alfred

**Chef de Service Financier :** Mme NGAMALI NGOU Mireille Albertine épouse WAH

**Chef de Service Adjoint Financier :** Mme MANDA BANA Marie Madeleine épouse

ENGUENE ATANGA

**Chef de Service de l'Administration Générale et du Personnel :** Pr SAMBA Odette

NGANO ép. TCHOUAWOU

**Chef de Service des Diplômes :** Mme ASSAKO Anne DOOBA

**Chef de Service Adjoint des Diplômes :** Dr NGONO AKAM MARGA Vanina

**Chef de Service de la Scolarité et des Statistiques :** Mme BIENZA Aline

**Chef de Service Adjoint de la Scolarité et des Statistiques :** Mme FAGNI MBOUOMBO

AMINA épouse ONANA

**Chef de Service du Matériel et de la Maintenance :** Mme HAWA OUMAROU

**Chef de Service Adjoint du Matériel et de la Maintenance :** Dr NDONGO née MPONO

EMENGUELE

**Bibliothécaire en Chef par intérim :** Mme FROUISSOU née MAME Marie-Claire

**Comptable Matières :** M. MOUMEMIE NJOUNDIYIMOUN MAZOU

### **2. COORDONNATEURS DES CYCLES ET RESPONSABLES DES FILIERES**

**Coordonnateur Filière Médecine Bucco-dentaire :** Pr BENGONDO MESSANGA Charles

**Coordonnateur de la Filière Pharmacie :** Pr NTSAMA ESSOMBA Claudine

**Coordonnateur Filière Internat :** Pr ONGOLO ZOGO Pierre

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Anatomie Pathologique :** Pr SANDO

Zacharie

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Anesthésie Réanimation :** Pr ZE

MINKANDE Jacqueline

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Chirurgie Générale :** Pr NGO NONGA

Bernadette

# **Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Gynécologie et Obstétrique :** Pr MBU ENOW Robinson

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Médecine Interne :** Pr NGANDEU Madeleine

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Pédiatrie :** Pr MAH Evelyn MUNGYEH

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Biologie Clinique :** Pr KAMGA FOUAMNO Henri Lucien

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Radiologie et Imagerie Médicale :** Pr ONGOLO ZOGO Pierre

**Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Santé Publique :** Pr TAKOUGANG Innocent

**Coordonnateur de la formation Continue :** Pr KASIA Jean Marie

**Point focal projet :** Pr NGOUPAYO Joseph

**Responsable Pédagogique CESSI :** Pr ANKOUANE ANDOULO Firmin

## ***DIRECTEURS HONORAIRES DU CUSS***

Pr MONEKOSSO Gottlieb (1969-1978)

Pr EBEN MOUSSI Emmanuel (1978-1983)

Pr NGU LIFANJI Jacob (1983-1985)

Pr CARTERET Pierre (1985-1993)

## ***DOYENS HONORAIRES DE LA FMSB***

Pr SOSSO Maurice Aurélien (1993-1999)

Pr NDUMBE Peter (1999-2006)

Pr TETANYE EKOE Bonaventure (2006-2012)

Pr EBANA MVOGO Côme (2012-2015)

## **3. PERSONNEL ENSEIGNANT**

N°	NOMS ET PRENOMS	GRAD E	DISCIPLINE
<b>DEPARTEMENT DE CHIRURGIE ET SPECIALITES</b>			
	<b>SOSSO Maurice Aurélien (CD)</b>	P	Chirurgie Générale
	DJIENTCHEU Vincent de Paul	P	Neurochirurgie
	<b>ESSOMBA Arthur (CD par Intérim)</b>	P	Chirurgie Générale
	HANDY EONE Daniel	P	Chirurgie Orthopédique
	MOUAFO TAMBO Faustin	P	Chirurgie Pédiatrique
	NGO NONGA Bernadette	P	Chirurgie Générale
	NGOWE NGOWE Marcellin	P	Chirurgie Générale
	OWONO ETOUNDI Paul	P	Anesthésie-Réanimation
	ZE MINKANDE Jacqueline	P	Anesthésie-Réanimation
	BAHEBECK Jean	MCA	Chirurgie Orthopédique
	BANG GUY Aristide	MCA	Chirurgie Générale



**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

---

	BENGONO BENGONO Roddy Stéphan	MCA	Anesthésie-Réanimation
	JEMEA Bonaventure	MCA	Anesthésie-Réanimation
	BEYIHA Gérard	MC	Anesthésie-Réanimation
	EYENGA Victor Claude	MC	Chirurgie/Neurochirurgie
	FOUDA Pierre Joseph	MC	Chirurgie
	GUIFO Marc Leroy	MC	Chirurgie Générale
	NGO YAMBEN Marie Ange	MC	Chirurgie Orthopédique
	TSIAGADIGI Jean Gustave	MC	Chirurgie Orthopédique
	BELLO FIGUIM	MA	Neurochirurgie
	BIWOLE BIWOLE Daniel Claude Patrick	MA	Chirurgie Générale
	FONKOUÉ Loïc	MA	Chirurgie Orthopédique
	KONA NGONDO François Stéphan	MA	Anesthésie-Réanimation
	MBOUCHE Landry Oriole	MA	Urologie
	MEKEME MEKEME Junior Barthelemy	MA	Urologie
	MULUEM Olivier Kennedy	MA	Orthopédie-Traumatologie
	NWAHA MAKON Axel Stéphan	MA	Urologie
	SAVOM Eric Patrick	MA	Chirurgie Générale
	AHANDA ASSIGA	CC	Chirurgie Générale
	AMENGLE Albert Ludovic	CC	Anesthésie-Réanimation
	BIKONO ATANGANA Ernestine Renée	CC	Neurochirurgie
	BWELE Georges	CC	Chirurgie Générale
	EPOUPA NGALLE Frantz Guy	CC	Urologie
	FOLA KOPONG Olivier	CC	Chirurgie
	FOUDA Jean Cédric	CC	Urologie
	IROUME Cristella Raïssa BIFOUNA épouse NTYO'O NKOUMOU	CC	Anesthésie-Réanimation
	MOHAMADOU GUEMSE Emmanuel	CC	Chirurgie Orthopédique
	NDIKONTAR KWANJI Raymond	CC	Anesthésie-Réanimation
	NYANIT BOB Dorcas	CC	Chirurgie Pédiatrique
	OUMAROU HAMAN NASSOUROU	CC	Neurochirurgie
	ARROYE BETOU Fabrice Stéphan	AS	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

	ELA BELLA Amos Jean-Marie	AS	Chirurgie Thoracique
	FOSSI KAMGA GACELLE	AS	Chirurgie Pédiatrique
	GOUAG	AS	Anesthésie Réanimation
	MBELE Richard II	AS	Chirurgie Thoracique
	MFOUAPON EWANE Hervé Blaise	AS	Neurochirurgie
	NGOUATNA DJEUMAKOU Serge Rawlings	AS	Anesthésie-Réanimation
	NYANKOUE MEBOUINZ Ferdinand	AS	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
<b>DEPARTEMENT DE MEDECINE INTERNE ET SPECIALITES</b>			
	SINGWE Madeleine épse NGANDEU (CD)	P	Médecine Interne/Rhumatologie
	ANKOUANE ANDOULO	P	Médecine Interne/ Hépato Gastro-Entéro.
	ASHUNTANTANG Gloria Enow	P	Médecine Interne/Néphrologie
	BISSEK Anne Cécile	P	Médecine Interne/Dermatologie
	KAZE FOLEFACK François	P	Médecine Interne/Néphrologie
	KUATE TEGUEU Calixte	P	Médecine Interne/Neurologie
	KOUOTOU Emmanuel Armand	P	Médecine Interne/Dermatologie
	MBANYA Jean Claude	P	Médecine Interne/Endocrinologie
	NDOM Paul	P	Médecine Interne/Oncologie
	NJAMNSHI Alfred K.	P	Médecine Interne/Neurologie
	NJOYA OUDOU	P	Médecine Interne/Gastro-Entérologie
	SOBNGWI Eugène	P	Médecine Interne/Endocrinologie
	PEFURA YONE Eric Walter	P	Médecine Interne/Pneumologie
	BOOMBHI Jérôme	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
	FOUDA MENYE Hermine Danielle	MCA	Médecine Interne/Néphrologie
	HAMADOU BA	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
	MENANGA Alain Patrick	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
	NGANOU Chris Nadège	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
	KOWO Mathurin Pierre	MC	Médecine Interne/ Hépato Gastro-Entéro.
	KUATE née MFEUKEU KWA Liliane Claudine	MC	Médecine Interne/Cardiologie
	NDONGO AMOUGOU Sylvie	MC	Médecine Interne/Cardiologie

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

ESSON MAPOKO Berthe Sabine épouse PAAMBOG	MA	Médecine Interne/Oncologie Médicale
MAÏMOUNA MAHAMAT	MA	Médecine Interne/Néphrologie
MASSONGO MASSONGO	MA	Médecine Interne/Pneumologie
MBONDA CHIMI Paul-Cédric	MA	Médecine Interne/Neurologie
NDJITOYAP NDAM Antonin Wilson	MA	Médecine Interne/Gastroentérologie
NDOBO épouse KOE Juliette Valérie Danielle	MA	Médecine Interne/Cardiologie
NGAH KOMO Elisabeth	MA	Médecine Interne/Pneumologie
NGARKA Léonard	MA	Médecine Interne/Neurologie
NKORO OMBEDE Grâce Anita	MA	Médecine Interne/Dermatologue
NTSAMA ESSOMBA Marie Josiane épouse EBODE	MA	Médecine Interne/Gériatrie
OWONO NGABEDE Amalia Ariane	MA	Médecine Interne/Cardiologie Interventionnelle
ATENGUENA OBALEMBA Etienne	CC	Médecine Interne/Cancérologie Médicale
DEHAYEM YEFOU Mesmin	CC	Médecine Interne/Endocrinologie
ETOA NDZIE épouse ETOGA Martine Claude	CC	Médecine Interne/Endocrinologie
KAMGA OLEN Jean Pierre Olivier	CC	Médecine Interne/Psychiatrie
MENDANE MEKOBÉ Francine épouse EKOBEA	CC	Médecine Interne/Endocrinologie
MINTOM MEDJO Pierre Didier	CC	Médecine Interne/Cardiologie
NTONE ENYIME Félicien	CC	Médecine Interne/Psychiatrie
NZANA Victorine Bandolo épouse FORKWA M.	CC	Médecine Interne/Néphrologie
ANABA MELINGUI Victor Yves	AS	Médecine Interne/Rhumatologie
EBENE MANON Guillaume	AS	Médecine Interne/Cardiologie
ELIMBY NGANDE Lionel Patrick Joël	AS	Médecine Interne/Néphrologie
FOJO TALONGONG Baudelaire	AS	Médecine Interne/Rhumatologie
KUABAN Alain	AS	Médecine Interne/Pneumologie
NKECK Jan René	AS	Médecine Interne
NSOUNFON ABDOU WOUOLIYOU	AS	Médecine Interne/Pneumologie
NTYO'O NKOUMOU Arnaud Laurel	AS	Médecine Interne/Pneumologie

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

	TCHOUANKEU KOUNGA Fabiola	AS	Médecine Interne/Psychiatrie
<b>DEPARTEMENT D'IMAGERIE MEDICALE ET RADIOLOGIE</b>			
	<b>ZEH Odile Fernande (CD)</b>	P	Radiologie/Imagerie Médicale
	GUEGANG GOUJOU. E.	P	Imagerie Médicale/Neuroradiologie
	MOIFO Boniface	P	Radiologie/Imagerie Médicale
	ONGOLO ZOGO Pierre	MCA	Radiologie/Imagerie Médicale
	SAMBA Odette NGANO	MC	Biophysique/Physique Médicale
	MBEDE Maggy épouse ENDEGUE MANGA	MA	Radiologie/Imagerie Médicale
	MEKA'H MAPENYA Ruth-Rosine	CC	Radiothérapie
	NWATSOCK Joseph Francis	CC	Radiologie/Imagerie Médicale Médecine Nucléaire
	SEME ENGOUMOU Ambroise Merci	CC	Radiologie/Imagerie Médicale
	ABO'O MELOM Adèle Tatiana	AS	Radiologie et Imagerie Médicale
<b>DEPARTEMENT DE GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE</b>			
	NGO UM Esther Juliette épouse MEKA (CD)	MCA	Gynécologie Obstétrique
	FOUMANE Pascal	P	Gynécologie Obstétrique
	KASIA JEAN MARIE	P	Gynécologie Obstétrique
	KEMFANG NGOWA Jean Dupont	P	Gynécologie Obstétrique
	MBOUDOU Émile	P	Gynécologie Obstétrique
	MBU ENOW Robinson	P	Gynécologie Obstétrique
	NKWABONG Elie	P	Gynécologie Obstétrique
	TEBEU Pierre Marie	P	Gynécologie Obstétrique
	FOUEDJIO Jeanne H.	MCA	Gynécologie Obstétrique
	NOA NDOUA Claude Cyrille	MCA	Gynécologie Obstétrique
	BELINGA Etienne	MCA	Gynécologie Obstétrique
	ESSIBEN Félix	MCA	Gynécologie Obstétrique
	DOHBIT Julius SAMA	MC	Gynécologie Obstétrique
	MVE KOH Valère Salomon	MC	Gynécologie Obstétrique
	EBONG Cliford EBONTANE	MA	Gynécologie Obstétrique
	MBOUA BATOUM Véronique Sophie	MA	Gynécologie Obstétrique
	MENDOUA Michèle Florence épouse NKODO	MA	Gynécologie Obstétrique
	METOGO NTSAMA Junie Annick	MA	Gynécologie Obstétrique

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

	NSAHLAI Christiane JIVIR FOMU	MA	Gynécologie Obstétrique
	NYADA Serge Robert	MA	Gynécologie Obstétrique
	TOMPEEN Isidore	CC	Gynécologie Obstétrique
	MPONO EMENGUELE Pascale épouse NDONGO	AS	Gynécologie Obstétrique
	NGONO AKAM Marga Vanina	AS	Gynécologie Obstétrique
<b>DEPARTEMENT D'OPHTALMOLOGIE, D'ORL ET DE STOMATOLOGIE</b>			
	<b>DJOMOU François (CD)</b>	P	ORL
	ÉPÉE Émilienne épouse ONGUENE	P	Ophtalmologie
	KAGMENI Gilles	P	Ophtalmologie
	NDJOLO Alexis	P	ORL
	NJOCK Richard	P	ORL
	OMGBWA EBALE André	P	Ophtalmologie
	BILLONG Yannick	MCA	Ophtalmologie
	DOHVOMA Andin Viola	MCA	Ophtalmologie
	EBANA MVOGO Stève Robert	MCA	Ophtalmologie
	KOKI Godefroy	MCA	Ophtalmologie
	MINDJA EKO David	MC	ORL/Chirurgie Maxillo-Faciale
	NGABA Olive	MC	ORL
	AKONO ZOUA épouse ETEME Marie Evodie	MA	Ophtalmologie
	ANDJOCK NKOOUO Yves Christian	MA	ORL
	ATANGA Léonel Christophe	MA	ORL-CCF
	MEVA'A BIOUELE Roger Christian	MA	ORL-CCF
	MOSSUS Yannick	MA	ORL-CCF
	MVILONGO TSIMI épouse BENGONO Caroline	MA	Ophtalmologie
	NANFACK NGOUNE Chantal	MA	Ophtalmologie
	NGO NYEKI Adèle-Rose épouse MOUAHA-BELL	MA	ORL-CCF
	NOMO Arlette Francine	MA	Ophtalmologie
	ASMAOU BOUBA Dalil	CC	ORL
	BOLA SIAFA Antoine	CC	ORL
<b>DEPARTEMENT DE PEDIATRIE</b>			
	ONGOTSOYI Angèle épouse PONDY (CD)	P	Pédiatrie

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

	KOKI NDOMBO Paul	P	Pédiatre
	ABENA OBAMA Marie Thérèse	P	Pédiatrie
	CHIABI Andreas	P	Pédiatrie
	CHELO David	P	Pédiatrie
	MAH Evelyn	P	Pédiatrie
	NGUEFACK Séraphin	P	Pédiatrie
	NGUEFACK épouse DONGMO Félicitée	P	Pédiatrie
	NGO UM KINJEL Suzanne épse SAP	MCA	Pédiatrie
	KALLA Ginette Claude épse MBOPI KEOU	MC	Pédiatrie
	MBASSI AWA	MC	Pédiatrie
	NOUBI N. épouse KAMGAING M.	MC	Pédiatrie
	EPEE épouse NGOUE Jeannette	MA	Pédiatrie
	KAGO TAGUE Daniel Armand	MA	Pédiatrie
	MEGUIEZE Claude-Audrey	MA	Pédiatrie
	MEKONE NKWELE Isabelle	MA	Pédiatre
	TONY NENGOM Jocelyn	MA	Pédiatrie
<b>DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE, PARASITOLOGIE, HEMATOLOGIE ET MALADIES INFECTIEUSES</b>			
	MBOPI KEOU François-Xavier (CD)	P	Bactériologie/ Virologie
	ADIOGO Dieudonné	P	Microbiologie/Virologie
	GONSU née KAMGA Hortense	P	Bactériologie
	MBANYA Dora	P	Hématologie
	OKOMO ASSOUMOU Marie Claire	P	Bactériologie/ Virologie
	TAYOU TAGNY Claude	P	Microbiologie/Hématologie
	LYONGA Emilia ENJEMA	MC	Microbiologie Médicale
	TOUKAM Michel	MC	Microbiologie
	CHETCHA CHEMEGNI Bernard	MC	Microbiologie/Hématologie
	NGANDO Laure épouse MOUDOUTE	MA	Parasitologie
	NGOGANG Marie Paule	MA	Biologie Clinique
	NDOUMBA NKENGUE Annick spouse MINTYA	CC	Hématologie
	VOUNDI VOUNDI Esther	CC	Virologie
	BOUM II YAP	CC	Microbiologie
	BEYELA Frédérique	CC	Maladies Infectieuses
	ESSOMBA René Ghislain	CC	Immunologie et Maladies Infectieuses

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

	MEDI SIKE Christiane Ingrid	CC	Biologie Clinique
	ANGANDJI TIPANE Prisca épouse ELLA	AS	Biologie Clinique /Hématologie
	Georges MONDINDE IKOMEY	AS	Immunologie
	MBOUYAP Pretty Rosereine	AS	Pharmacologie
<b>DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE</b>			
	KAMGNO Joseph (CD)	P	Santé Publique /Epidémiologie
	ESSI Marie Josée	P	Santé Publique/Anthropologie Médicale
	BEDIANG Georges Wilfred	MCA	Informatique Médicale/Santé Publique
	NGUEFACK TSAGUE	MC	Santé Publique /Biostatistique
	TAKOUGANG Innocent	MC	Santé Publique
	BILLONG Serges Clotaire	MC	Santé Publique
	EYEBE EYEBE Serge Bertrand	CC	Santé Publique/Epidémiologie
	KEMBE ASSAH Félix	CC	Epidémiologie
	KWEDI JIPPE Anne Sylvie	CC	Epidémiologie
	MBA MAADJHOU Berjauline Camille	CC	Santé Publique/Epidémiologie Nutritionnelle
	MOSSUS Tatiana née ETOUNOU AKONO	CC	Expert en Promotion de la Santé
	NJOUMEMI ZAKARIAOU	CC	Santé Publique/Economie de la Santé
	ABBA-KABIR HAAMIT-M	AS	Pharmacien
	AMANI ADIDJA	AS	Santé Publique
	ESSO ENDALLE Lovet Linda Augustine Julia	AS	Santé Publique
<b>DEPARTEMENT DES SCIENCES MORPHOLOGIQUES-ANATOMIE PATHOLOGIQUE</b>			
	MENDIMI NKODO Joseph (CD)	P	Anatomie Pathologie
	SANDO Zacharie	P	Anatomie Pathologie
	BISSOU MAHOP	MC	Médecine de Sport
	KABEYENE OKONO Angèle	MC	Histologie/Embryologie
	AKABA Désiré	MC	Anatomie Humaine
	NSEME Eric	MC	Médecine Légale
	NGONGANG Gilbert FranK Olivier	MA	Médecine Légale
	MENDOUGA MENYE Coralie Reine Bertine épse KOUOTOU	CC	Anatomopathologie
	ESSAME Eric Fabrice	AS	Anatomopathologie
<b>DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE</b>			
	NDONGO EMBOLA épse TORIMIRO Judith (CD)	P	Biologie Moléculaire

**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

	PIEME Constant Anatole	P	Biochimie
	AMA MOOR Vicky Joceline	P	Biologie Clinique/Biochimie
	EUSTACE BONGHAN BERINYUY	CC	Biochimie
	GUEWO FOKENG Magellan	CC	Biochimie
	MBONO SAMBA ELOUMBA Esther Astrid	AS	Biochimie
<b>DEPARTEMENT DE PHYSIOLOGIE</b>			
	ETOUNDI NGOA Laurent Serges (CD)	P	Physiologie
	ASSOMO NDEMBA Peguy Brice	MC	Physiologie
	David Emery TSALA	MC	Physiologie
	AZABJI KENFACK Marcel	CC	Physiologie
	DZUDIE TAMDJIA Anastase	CC	Physiologie
	EBELL'A DALLE Ernest Remy Hervé	AS	Physiologie humaine
<b>DEPARTEMENT DE PHARMACOLOGIE ET DE MEDECINE TRADITIONNELLE</b>			
	NGONO MBALLA Rose ABONDO (CD)	MC	Pharmaco-thérapeutique africaine
	NDIKUM Valentine	CC	Pharmacologie
	ONDOUA NGUELE Marc Olivier	AS	Pharmacologie
<b>DEPARTEMENT DE CHIRURGIE BUCCALE, MAXILLO-FACIALE ET PARODONTOLOGIE</b>			
	BENGONDO MESSANGA Charles (CD)	P	Stomatologie
	EDOUMA BOHIMBO Jacques Gérard	MA	Stomatologie et Chirurgie
	LOWE NANTCHOUANG Jacqueline Michèle épouse ABISSEGUE	CC	Odontologie Pédiatrique
	Jules Julien NDJOH	CC	Chirurgien-Dentiste
	MBEDE NGA MVONDO Rose	CC	Médecine Bucco-dentaire
	MENGONG épouse MONEBOULOU Hortense	CC	Odontologie Pédiatrique
	NOKAM TAGUEMNE M.E.	CC	Médecine Dentaire
	BITHA BEYIDI Thècle Rose Claire	AS	Chirurgie Maxillo-Faciale
	GAMGNE GUIADEM Catherine M	AS	Chirurgie Dentaire
	NIBEYE Yannick Carine Brice	AS	Bactériologie
	KWEDI Karl Guy Grégoire	AS	Chirurgie Bucco-Dentaire
	NKOLO TOLO Francis Daniel	AS	Chirurgie Bucco-Dentaire
<b>DEPARTEMENT DE PHARMACOGNOSIE ET CHIMIE PHARMACEUTIQUE</b>			
	NTSAMA ESSOMBA Claudine (CD)	P	Pharmacognosie /Chimie pharmaceutique



**Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)**

---

	NGAMENI Bathélémy	P	Phytochimie/ Chimie Organique
	NGOUPAYO Joseph	P	Phytochimie/Pharmacognosie
	GUEDJE Nicole Marie	MC	Ethnopharmacologie/Biologie végétale
	BAYAGA Hervé Narcisse	AS	Pharmacie
<b>DEPARTEMENT DE PHARMACOTOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE</b>			
	ZINGUE Stéphane (CD)	MC	Physiologie et Pharmacologie
	FOKUNANG Charles	P	Biologie Moléculaire
	MPONDO MPONDO Emmanuel	P	Pharmacie
	TEMBE Estella épouse FOKUNANG	MC	Pharmacologie Clinique
	TABI OMGBA	CC	Pharmacie
	ANGO Yves Patrick	AS	Chimie des substances naturelles
	NENE AHIDJO épouse NJITUNG TEM	AS	Neuropharmacologie
<b>DEPARTEMENT DE PHARMACIE GALENIQUE ET LEGISLATION PHARMACEUTIQUE</b>			
	NNANGA NGA Emmanuel (CD)	P	Pharmacie Galénique
	MBOLE Jeanne Mauricette épouse MVONDO M.	CC	Management de la qualité, Contrôle qualité des produits de santé et des aliments
	NYANGONO NDONGO Martin	CC	Pharmacie
	SOPPO LOBE Charlotte Vanessa	CC	Contrôle qualité médicaments
	ABA'A Marthe Dereine	AS	Analyse du Médicament
	FOUMANE MANIEPI NGOUOPIHO Jacqueline Saurelle	AS	Pharmacologie
	MINYEM NGOMBI Aude Périne épouse AFUH	AS	Réglementation Pharmaceutique

P= Professeur

MCA= Maître de Conférences Agrégé

MC= Maître de Conférences

MA= Maître Assistant

CC = Chargé de Cours

AS = Assistants

## **RESUME**

Les maladies bactériennes causées par *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* sont les problèmes de santé publique les plus anciens et les plus meurtriers dans la partie Nord-Cameroun avec un taux de prévalence de 27,8 %. La pauvreté, associée à l'inaccessibilité aux médicaments, pousse les populations à utiliser les plantes médicinales comme traitements antibactériens. Ainsi, deux espèces sont particulièrement privilégiées par les tradipraticiens pour les recettes antibactériennes de la ville de Garoua et sa périphérie (Région Nord-Cameroun). Cependant, peu de travaux ont été réalisés pour vérifier scientifiquement leurs propriétés antibactériennes. La présente étude vise à valider et documenter le potentiel antibactérien de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata*. Nous avons mené une enquête ethnobotanique pour collecter ces deux espèces de plantes (*Acacia nilotica* et *Lophira lanceolata*) auprès de tradithérapeutes, phytothérapeutes et herboristes. Après quoi, les extraits aqueux de ces plantes ont été obtenus par séchage du matériel végétal pendant 10 jours à l'abri du soleil, grillage, macération pendant 48 heures et soumis à une activité antibactérienne *in vitro* par méthodes de diffusion sur milieu gélosé et celui sur milieu liquide et à une cytotoxicité *in vitro* par test à la résazurine. Les extraits hydroéthanoliques et éthanoliques de *Acacia nilotica* ont montré une activité antibactérienne modérée avec une CMI égale à 1.25 mg/ml vis-à-vis des souches *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 et *Klebsiella pneumoniae* NR 500. En outre, les extraits hydroéthanoliques et éthanoliques de *Lophira lanceolata* ont révélé une activité antibactérienne modérée vis-à-vis de *Shigella flexneri* NR 518 et *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 et 12600 comparée à l'extrait hydraulique qui n'a présenté aucune activité par rapport aux différentes souches antibactériennes utilisées. En effet, toutes ces plantes sont non cytotoxiques pour les cellules humaines avec une concentration cytotoxique de 50 supérieures à 100 µg/ml ( $CC_{50} > 100$ ). En conclusion, la Concentration Minimale Inhibitrice et la Concentration Minimale Bactéricide ont permis de caractériser l'activité antibactérienne de nos extraits vis-à-vis des souches bactériennes testées. La majorité de ces extraits a présenté une activité antibactérienne modérée vis-à-vis de certaines souches testées, à l'exception de l'extrait hydraulique de *Lophira lanceolata* qui n'a présenté aucune activité antibactérienne vis-à-vis des souches bactériennes testées. Ces études valident l'utilisation de *Acacia nilotica* comme sources d'inhibiteurs antibactériens non toxiques.

**Mots clés :** *Shigella*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, Enquête Ethnobotanique, Activité Antibactérienne, *Lophira lanceolata*, *Acacia nilotica*.

## **ABSTRACT**

Bacterial diseases caused by *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, *Klebsiella pneumonia* and *Staphylococcus aureus* are the oldest and deadliest public health problems in northern Cameroon with a prevalence rate of 27.8%. Poverty, combined with has forced the population to use medicinal plants as antibacterial treatments. Thus, two species (*Acacia nilotica* and *Lophira lanceolata*) are particularly favoured by traditional practitioners for antibacterial recipes in the town of Garoua and the environ of the Northern region of Cameroon. However, little work has been done to scientifically verify their antibacterial proprieties. The present study aims to validate and document the antibacterial potential of *Acacia nilotica* and *Lophira lanceolata*. We conducted an ethnobotanical survey to collect these two species of plants from traditional therapists, Phytotherapists and herbalists. Aqueous extracts of these plants were obtained after drying the plant materiel for 10 days away from the sun, followed by maceration for 48 hours they extract were subjected to *in vitro* antibacterial activity. The hydroethanolic and ethanolic extracts of *Acacia nilotica* showed moderate antibacterial activity with a MIC equal to 1.25 mg/ml against the strains *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 and *Klebsiella pneumonia* NR 500. In addition, the hydroethanolic extracts of *lophira lanceolata* revealed moderate antibacterial activity against *Shigella flexneri* NR 518 and *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 and 12600 compared to the hydraulic extract which showed no activity compared to the different bacterial strains used. In fact, all these plants are non-cytotoxic for human cells with a cytotoxic concentration of 50 greater than 100 ( $CC_{50} > 100$ ). In conclusion, the minimum inhibitory concentration and the minimum bactericidal concentration made it possible to characterize the antibacterial activity of our extracts against the bacterial strains tested. These extracts presented moderate antibacterial activity against certain strains tested. Which ones, the hydraulic extract of *Lophira lanceolata* which did not present any antibacterial activity against the bacterial strains tested. These studies validate the use of *Acacia nilotica* as sources of non-toxic antibacterial inhitors.

**Key words:** *Shigella*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, Ethnobotanical investigation, Antibacterial activity, *Lophira lanceolata*, *Acacia nilotica*.

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau I.</b> Classification des niveaux de résistance en fonction des concentrations basses et hautes d'antibiotiques.....	15
<b>Tableau II.</b> Caractéristiques sociodémographiques des tradipraticiens enquêtés.....	38
<b>Tableau III.</b> Liste des plantes médicinales prioritaires utilisées dans le traitement traditionnel antibactérien dans la localité enquêtée. ....	39
<b>Tableau IV.</b> Matière végétale poids des fruits et écorces fraîches.....	40
<b>Tableau V.</b> Screening phytochimique des extraits des deux plantes sélectionnées .....	41
<b>Tableau VI.</b> Activités antibactériennes <i>in vitro</i> des extraits bruts de <i>Acacia nilotica</i> et de <i>Lophira lanceolata</i> .....	43

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1 :</b> Ultrastructure d'une cellule bactérienne .....	6
<b>Figure 2:</b> Différence entre la paroi des bactéries Gram + et Gram – .....	10
<b>Figure 3:</b> Exemple d'un résultat de détermination de CMI en milieu liquide : a) macro-méthode en tube, b) micro-méthode en plaque de micro-titration (jaune : croissance ; rouge : absence de croissance).....	16
<b>Figure 4:</b> Action des antibiotiques et mode de résistance .....	18
<b>Figure 5 :</b> Feuilles fraîches et Fruits secs de <i>Acacia nilotica</i> .....	21
<b>Figure 6:</b> Feuilles fraîches et écorces sèches de <i>Lophira lanceolata</i> .....	22
<b>Figure 7:</b> Carte de localisation des zones d'enquêtes ethnobotaniques .....	28
<b>Figure 8:</b> Profil d'extraction des extraits .....	31
<b>Figure 9:</b> Equation de réduction de la résazurine en resorufine.....	32
<b>Figure 10:</b> Résultats des tests positifs des constituants phytochimiques (Igra et al., 2021)....	42

## LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES

CDC	: <i>Centers for Disease Control and prevention</i>
CHL	: Chloramphénicol
CMB	: Concentration Minimale Bactéricide
CMI	: Concentration Minimale Inhibitrice
CRISPR-cas	: <i>Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat-and CRISPR associated protein</i>
DHFR	: DiHydro Folate Réductase
DHPS	: DiHydroPtéroate Synthétase
PD	: Pyrophosphates de Diméthylallyl
DMSO	: DiméthylSulfoxyde
Ea	: <i>Enterobacter aerogene</i>
Ec	: <i>Escherichia coli</i>
EPI	: <i>Efflux Pumps Inhibitor</i>
FAA	: Facteur d'Augmentation de l'Activité
Hex/ACOet	: Hexane /Acétate d'éthyle
INT	: p-IodoNitroTétrazolium
IPD	: Isopentényle Diphosphate
LPS	: Lipopolysaccharides
MATE	: <i>Multidrug And Toxic Compound Extrusion</i>
MDR	: <i>Multidrug Resistance</i>
MFP	: <i>Membrane Fusion Protein</i>
MFS	: <i>Major Facilitator super-family</i>
MHA	: <i>Mueller Hinton Agar</i>
MHB	: <i>Mueller Hinton Broth</i>
NMP	: 1-(1-Naphthylméthyl) -pipérazine
OMP	: <i>Outer Membran Protein</i>
OMS	: Organisation Mondiale de la santé
Pa	: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
APAb	: Acide Para-Amino-benzoïque
PANs	: Peptides Antimicrobiens
PAβN	: Phénylalanine Arginine-β- Naphthylamide
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
PLP	: Protéines Liant la Pénicilline
Ps	: <i>Providencia stuartii</i>
RND	: <i>Resistance Nodulation cell Division</i>
SaRM	: <i>Staphylococcus aureus</i> Résistant à la Méricilline
SMR	: <i>Small Multidrug Resistance</i>
SP	: <i>Species Plurimae</i>
SRF/ CAM	: Section des Réserves Forestières du Cameroun
UFC	: Unité Formant Colonie

## **INTRODUCTION GENERALE**

## **INTRODUCTION**

Les maladies infectieuses constituent jusqu'à nos jours un problème de santé publique à l'échelle planétaire. Elles sont la cause de 17 millions de décès par an dans le monde, parmi lesquels 43% sont dans les pays en voie de développement tels que ceux de l'Asie du Sud ou l'Afrique Subsaharienne comme le Cameroun contre 1% dans les pays industrialisés dû à un grand nombre de maladies causées par les Bactéries, les Virus, les Champignons, les Parasites, les Fongiques [1]. Par ailleurs, d'après l'Organisation Mondiale de la Santé (2017) [2] ; plus de 2,7 millions de décès néonataux répertoriés par an, les infections bactériennes sont responsables de 560.000 d'entre eux, soit environ le un cinquième.

La découverte des antibiotiques a constitué un progrès médical extraordinaire et a permis de réduire de manière considérable le taux de mortalité lié aux maladies infectieuses d'origines bactériennes. Cependant, ces microorganismes ont rapidement développé une résistance à ces antibiotiques, ceci dû à l'adaptabilité des agents infectieux aux conditions hostiles y compris la mauvaise utilisation des antibiotiques [3]. La résistance bactérienne est une propriété structurale ou fonctionnelle, innée ou acquise, qui confère à une souche bactérienne, la capacité de croître en présence de concentrations plus élevées en antibiotique contrairement à d'autres souches qui lui sont phylogénétiquement liées [4] ; Cependant, lorsque ladite bactérie est apte à résister à au moins à trois antibiotiques appartenant à des classes pharmacologiques différentes, on parle de multi-résistance. Les *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), tout aussi bien que l'Organisation Mondiale de la Santé, ont reconnu les multi-résistants comme étant une menace sérieuse pour la santé publique du fait de leur profil de résistance et leur dissémination rapide au sein des populations affectées grâce à des supports génétiques portant des gènes de résistances multiples à d'autres antibiotiques. C'est d'ailleurs, la raison pour laquelle à ce jour, 52 pays (25 pays à revenus élevés, 20 pays à revenus intermédiaires, et 7 pays à revenus faibles) participent au système mondial de surveillance de l'antibiorésistance [1]. Ce phénomène se voit donc être une préoccupation primordiale par ailleurs, si l'accès aux antibiotiques est facilité dans les pays développés ceux de l'Afrique connaissent des réelles difficultés de se procurer les antibiotiques les plus efficaces sur les bactéries déjà résistantes. En plus de la pauvreté ambiante et le coût onéreux, les produits chimiques sont aujourd'hui décriés pour leur potentielle toxicité.

Face à cela, la recherche doit pouvoir apporter les connaissances de base nécessaires au développement de moyens de contrôle appropriés, notamment la découverte de nouvelles substances luttant activement et efficacement contre la résistance bactérienne. Dans son



environnement, l'homme manifeste un intérêt croissant pour l'étude des plantes médicinales et leur utilisation traditionnelle dans le traitement des maladies. Malgré les énormes progrès de la technologie médicale traditionnelle, la résistance bactérienne aux molécules médicamenteuses est une augmentation croissante, c'est pourquoi la recherche de molécules alternatives est devenue une voie explorée par les entreprises d'aujourd'hui et de nombreuses communautés de recherche scientifique. En fait, les plantes médicinales font de plus en plus l'objet d'une attention particulière. Les missions ethnobotaniques d'étude des plantes médicinales se multiplient au sein des communautés autochtones pour documenter les savoirs ethnothérapeutiques. Cet intérêt a conduit à la recherche ethnobotanique, qui s'est confirmée être l'une des méthodes les plus fiables pour découvrir de nouvelles substances bioactives. En effet, les plantes médicinales constituent une ressource précieuse pour la plupart des populations rurales d'Afrique, puisque plus de 80 % les utilisent pour divers types de soins [5]. Compte tenu de l'importance de ces espèces végétales pour la santé humaine et de la diversité des métabolites secondaires qu'elles contiennent, leur utilisation dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques mérite des recherches scientifiques

Par ailleurs, des études antérieures ont montré que plusieurs plantes alimentaires et médicinales du Cameroun ont une activité antimicrobienne et/ou potentialisatrice (antibiotique) contre les bactéries multirésistantes [6] [7] [8] [9]. Par conséquent, les métabolites secondaires de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata* peuvent constituer des agents efficaces contre les bactéries Gram-positives et négatives multirésistantes (par exemple *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae*) sources d'agents antibactériens. Pour contribuer à la lutte contre les infections bactériennes, nous proposons de mener des études *in vitro* dans la ville de Garoua sur l'activité antimicrobienne de deux plantes médicinales de la Pharmacopée camerounaise : *Acacia nilotica* (Fabaceae) et *Lophira lanceolata* (Ochnaceae) vis-à-vis des souches bactériennes Gram-négatif et Gram-positif résistantes.

### **Questions de recherches**

Les deux espèces des plantes médicinales sélectionnées pour leurs propriétés antibactériennes renfermeraient-elles des substances phytochimiques potentiellement actives contre *Klebsiella pneumonia*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri* et *Staphylococcus aureus* ?

### **Objectif général**

Etudier l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun).

**Objectifs spécifiques**

1. Effectuer une enquête ethnobotanique sur le traitement des maladies bactériennes dans la ville de Garoua (Région du Nord-Cameroun) ;
2. Réaliser un criblage phytochimique des groupes de métabolites secondaires présents dans les extraits bruts de ces plantes ;
3. Déterminer l'activité antibactérienne et la cytotoxicité des extraits bruts vis-à-vis de quelques bactéries à Gram négatif et à Gram positif multirésistantes.

**CHAPITRE I : REVUE DE LA  
LITTERATURE**

## I.1. LES BACTERIES

### I.1.1. Notions de base sur les bactéries

#### I.1.1.1. Définition

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires procaryotes qui possèdent une membrane cellulaire, sont dépourvues de mitochondrie et dotées d'une autonomie métabolique [10]. Elles se reproduisent par scissiparité et se caractérisent par leur forme (sphérique, en bâtonnet, spiralée...etc.), leur dimension (environ 1  $\mu\text{m}$  de taille pouvant varier de 0,1  $\mu\text{m}$  chez les mycoplasmes à 350 $\mu\text{m}$  chez les spirochètes) et les arrangements ou groupements qu'elles constituent entre elles [11].

#### I.1.1.2. Anatomie fonctionnelle

Les éléments constitutifs d'une cellule bactérienne peuvent être scindés en deux groupes à savoir les éléments constants ou obligatoires : la paroi, la membrane cytoplasmique, l'appareil nucléaire, le ribosome ; Et les éléments inconstants ou facultatifs : la capsule, l'ADN extra-chromosomique (plasmides, intégrons, transposons), les appendices externes (pili et flagelles) [11].

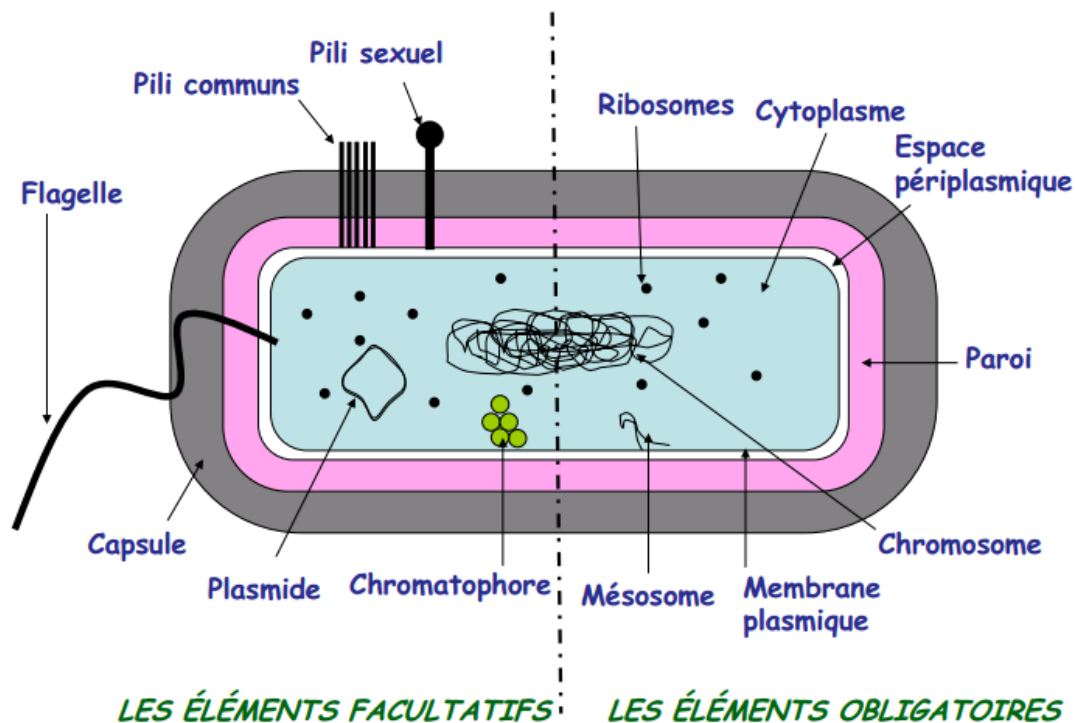


Figure 1 : Ultrastructure d'une cellule bactérienne [12]

#### **I.1.1.2.1. Eléments constants ou obligatoires**

Les principales structures sont la paroi cellulaire, la membrane cytoplasmique, le nucléoïde et les ribosomes.

##### **a) La paroi cellulaire**

C'est une structure rigide qui couvre la membrane cytoplasmique de la bactérie et lui confère sa forme ; on parle de rigidité pariétale grâce à une couche appelée peptidoglycane. L'absence de paroi est généralement létale car elle entraîne la perte de l'intégrité de la bactérie ; mais en ce qui concerne les mollicutes ce phénomène est naturel. Elle a pour principales fonctions d'empêcher l'éclatement de la bactérie en contenant la pression osmotique interne ; d'assurer le maintien de la forme bactérienne, de permettre la spécificité antigénique des bactéries et l'activation du complément par la voie alterne ; c'est aussi le support de l'action de certaines enzymes exogènes ou endogènes [13].

##### **b) La membrane cytoplasmique**

Il s'agit d'une couche trilamellaire interne située à l'interface entre le cytoplasme et les structures externes. La membrane cytoplasmique est constituée d'une double couche de phospholipides dont les pôles hydrophobes sont face à face et associés à des protéines ; certaines de ces protéines sont des protéines de liaison aux pénicillines (PLP). Elle constitue le support d'enzymes et de transporteurs impliqués dans les phénomènes d'efflux, de synthèse de l'ADN et des polymères de la paroi ; permet le transport des électrons de la chaîne respiratoire ; assure l'excrétion d'enzymes hydrolytiques ; joue le rôle de barrière osmotique [14].

##### **c) L'Appareil nucléaire ou nucléoïde**

C'est une unique molécule d'ADN bicaténaire, circulaire, fermée et très longue (environ 1000 fois plus longue que la bactérie) libre et pelotonnée dans le cytoplasme (bien qu'il existe des exceptions notamment certaines espèces ayant 2 ou 3 chromosomes) ; c'est le support de l'information génétique et du caractère héréditaire car sa réplication permet à une cellule fille de bénéficier du même patrimoine génétique que la cellule mère [11].

##### **d) Les Ribosomes**

Les ribosomes sont des structures constituées essentiellement d'ARNr (particules ribonucléiques) et de protéines ; ils sont situés à proximité de la membrane plasmique et constituent le siège de la synthèse protéique. Les ribosomes bactériens ont un diamètre de 10 à 30 nm et comprennent deux sous unités de tailles différentes (constante de sédimentation de

70S) : la sous unité 50S et la sous unité 30S. On les retrouve le plus souvent associés en chapelets sur l'ARNm sous forme de polysomes [11].

#### **I.1.1.2.2 Eléments inconstants ou facultatifs**

Ils se constituent principalement de la capsule, de l'ADN extra-chromosomique et des Appendices externes.

##### **a) La capsule**

C'est un enduit protéique dense et plus ou moins compact qui entoure la paroi bactérienne. Pour que la capsule existe, il faut non seulement que la bactérie possède les gènes codant pour sa fabrication mais aussi que celle-ci ait dans le milieu tous les nutriments nécessaires ; les bactéries qui en possèdent bénéficient de plusieurs avantages à savoir : la possibilité de fixation sur des supports inertes ou vivants, une protection contre les agressions extérieures, un pouvoir pathogène du fait qu'elle les rend plus difficile à détruire [12].

##### **b) L'ADN extra-chromosomique**

Il s'agit principalement des plasmides. Ce sont des ADN bicaténaires, circulaires, capables de se répliquer de manière autonome. Ils donnent un avantage sélectif aux bactéries en leur conférant plusieurs caractères à savoir : le caractère de fertilité (Facteur F), de résistance aux antibiotiques (Facteur R), de bactériocines (plasmides Col), de virulence, de résistance aux antiseptiques etc [15]. En dehors des plasmides on retrouve aussi d'autres structures telles que les transposons qui sont des séquences de gènes de taille limitée qui s'intègrent au sein d'un génome aboutissant à une mutagénèse dirigée [16]; et les intégrons qui sont des éléments génétiques impliqués dans la dissémination en bloc d'un ou plusieurs gènes de résistance aux antibiotiques et s'insérant par recombinaison homologue sur un site spécifique (17 ; 18).

##### **c) Les Appendices externes**

Il s'agit principalement des pili encore appelés fimbriae et des flagelles encore appelés cils.

###### **➤ Les pili ou fimbriae:**

Ce sont des structures protéiques (constituées de piline) fibrillaires, très courtes, fines et rigides formant des appendices de surface. On en distingue deux catégories : les pili communs qui sont ténus, courts, rigides et présents sur toute la surface de la bactérie ; ils servent à l'attachement de celle-ci sur des supports et à des déplacements en milieu semi-solide et les pili

sexuels plus longs et en faibles quantités (généralement un seul par bactérie) ; ils permettent la reconnaissance entre deux bactéries mâles et femelles, les échanges de matériel génétique, et la fixation à des supports [12].

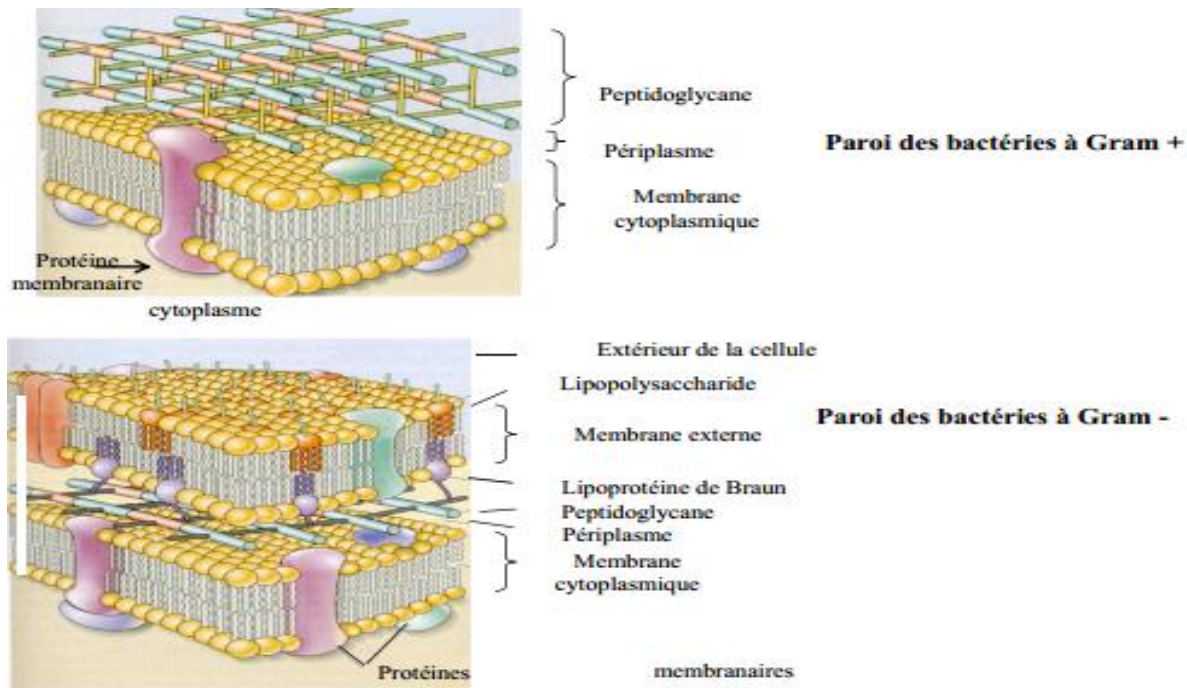
➤ Les cils ou flagelles:

Ce sont des appendices filamenteux dont la longueur varie de 3 à 12µm avec 10 à 20nm de diamètre. Leurs filaments sont principalement constitués d'une protéine appelée flagelline. On distingue deux systèmes de distribution des flagelles à la surface de la bactérie à savoir : le système polaire représenté par la ciliature monotriche (flagelle à une seule extrémité de la cellule) ; la ciliature amphitriche (flagelles aux deux pôles de la cellule) ; la ciliature lophotriche (en touffe à une extrémité) et le système péritriche représenté par la ciliature péritriche (flagelles tout autour de la cellule). Les flagelles permettent aux bactéries de se déplacer, de se fixer à des supports, et leur confèrent une activité antigénique [14].

### **I.1.2. Classification des bactéries**

Il existe plusieurs modes de classification des bactéries en fonction de :

- L'architecture pariétale : la coloration dite coloration de Gram, permet de distinguer deux grandes classes de bactéries : les bactéries à Gram positif et les bactéries à Gram négatif [17]; la figure 2 ci-dessous illustre clairement les différences entre ces deux parois ;



**Figure 2:** Différence entre la paroi des bactéries Gram + et Gram – [43]

- La morphologie : on distingue les bactéries à formes arrondies ou sphériques
- (*Staphylococcus aureus*), les bactéries en forme de bâtonnets ou bacilles (*Escherichia coli*), les bactéries à formes intermédiaires ou coccobacilles (*Haemophilus influenza*), et les bactéries à forme spiralées (*Treponema pallidum*) [18] ;
- Les besoins en oxygène : on distingue les bactéries aérobies strictes (*Pseudomonas*), les bactéries micro-aérophiles (*Mycobacterium*), les bactéries anaérobies facultatives (*Escherichia coli*), les bactéries anaérobies strictes (*Clostridium*), les bactéries anaérobies aérotolérantes (*Streptococcus*) [13] ;
- La température : on distingue les cryophiles, psychotrophes, les psychrophiles, les mésophiles (ce groupe représente la majorité des bactéries pathogènes), les thermophiles, les hyperthermophiles [13];
- La source d'énergie : on distingue les bactéries phototrophes qui puisent leur énergie de la lumière et les bactéries chimiotrophes qui tirent leur énergie des réactions d'oxydoréduction [13] ;
- La source de carbone : on distingue les bactéries autotrophes si la source est principalement le dioxyde de carbone, et les bactéries hétérotrophes dont la source de carbone est un substrat organique [13] ;
- Le PH du milieu : la majorité des bactéries se développent à des valeurs de PH avoisinant la neutralité (neutrophiles) mais certaines d'entre elles possèdent d'autres



gammes de PH notamment les acidophiles qui se développent dans des PH acides (*Thermoplasma acidophilum*), et les alcalophiles qui préfèrent les PH alcalins (*Vibrio cholerae*) [13] ;

## **I.2. PATHOGENICITE BACTERIENNE**

### **I.2.1. Définition**

On appelle pathogénicité bactérienne l'ensemble des mécanismes biochimiques et structuraux par lesquels les microorganismes causent les maladies. Certaines bactéries sont capables de provoquer une pathologie chez des individus sains : on les appelle bactéries pathogènes (*Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, *Klebsilia pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*) et d'autres peuvent devenir pathogènes lorsque le système immunitaire est affaibli, ce sont les bactéries opportunistes (*Pseudomonas aeruginosa*) [19].

### **I.2.2. Mécanisme de la pathogénicité bactérienne**

De manière générale on distingue trois étapes permettant de mettre en évidence de manière explicite le mécanisme de pathogénicité bactérienne à savoir : la fixation sur l'hôte (adhésion), la multiplication bactérienne à l'intérieur des tissus de l'hôte (invasion), et la production par la bactérie de toxines (toxinogènes).

#### **I.2.2.1. Adhésion**

L'adhésion est le maintien du contact entre la cellule bactérienne et la cellule muqueuse ; les bactéries pathogènes possèdent des structures qui permettent que ces dernières s'attachent de manière spécifique à l'hôte : ce sont les facteurs d'adhésion ; généralement ce sont les pili ou les protéines de surface comme les adhésines qui reconnaissent des récepteurs au niveau des muqueuses colonisées [20].

#### **I.2.2.2. Invasion**

Après l'adhésion à l'hôte, les bactéries vont pénétrer à l'intérieur de la cellule et se multiplier de façon à se reproduire dans les tissus de l'hôte. Des protéines appelées invasines provoquent au point de contact un remaniement du cytosquelette qui aboutit à l'apparition des pseudopodes qui englobent la bactérie : c'est la phagocytose [19].

### **I.2.2.3. Toxinogènes**

C'est la capacité qu'a la bactérie de produire les substances chimiques toxiques (toxines). Une fois à l'intérieur, le processus se déclenche et entraîne immédiatement des effets délétères pour l'hôte. On distingue plusieurs types de toxines : les exotoxines qui sont expulsées dans le milieu extérieur pendant la croissance bactérienne et les endotoxines qui proviennent de la lyse bactérienne au cours de l'infection [21].

Face à ce problème, de nombreux chercheurs ont eu à mener des investigations dans le but de pouvoir trouver des molécules capables de lutter efficacement contre les infections bactériennes, c'est ainsi que sont nés les antibiotiques. Cette découverte a été considérée comme une des révolutions médicales du 20ème siècle car ces molécules ont apporté un énorme bénéfice à la santé humaine, en permettant de soigner plusieurs infections bactériennes, réduisant par ricochet le taux de mortalité qui leur était imputé.

## **I.3. LES ANTIBIOTIQUES**

### **I.3.1. Définition**

Un antibiotique (*anti*= contre, *biotikos* = concernant la vie) est une substance d'origine biologique, ou synthétique capable d'inhiber la multiplication d'un micro-organisme (effet bactériostatique) ou de le détruire (effet bactéricide). Ils peuvent être classés selon plusieurs critères à savoir : l'origine (naturelle, synthétique, ou hémi-synthétique), le spectre d'activité (étroit ou élargie), la nature chimique établie selon la structure de base, la cible (paroi, membrane cytoplasmique), les modalités d'action (bactéricide ou bactériostase), le mécanisme d'action [22].

### **I.3.2. Classification selon la cible bactérienne**

#### **I.3.2.1. Antibiotiques actifs sur la paroi bactérienne**

Le principal élément cible est le peptidoglycane car c'est lui qui confère à la paroi sa rigidité. Par contre la plupart des actions des antibiotiques sur la paroi des Bactéries sont en réalité d'inhiber le peptidoglycane. On les qualifie des antibiotiques bactéricides. Parmi les inhibiteurs de la synthèse du peptidoglycane on distingue :

- Les  $\beta$ -lactamines : elles empêchent la synthèse du peptidoglycane en inhibant les PLP (Protéine Liant la Pénicilline) qui sont des enzymes responsables de la transpeptidation [23];

- La fosfomycine : elle inhibe la pyroxyde-transférase et empêche la combinaison du phosphoénolpyruvate avec l'UDP N-acétyl glucosamine [23] ;
- Les glycopeptides : ils se lient avec l'extrémité D-ala du N-acétylmuramyl-pentapeptide ce qui entraîne une inhibition de la fixation de ce dernier sur la chaîne de peptidoglycane en formation [24].

#### **I.3.2.2. Antibiotiques actifs sur la synthèse protéique**

Au demeurant, ces antibiotiques se fixent sur les constituants spécifiques du Ribosome bactérien, ce qui par la suite empêchera la transduction de l'ARNm et donc de la formation de nouvelles protéines. Il s'agit de :

- Les aminosides ou aminoglycosides : antibiotiques bactériostatiques à faibles doses et bactéricides à fortes doses ; ils bloquent l'activité habituelle du complexe d'initiation de la synthèse peptidique en se liant à un récepteur spécifique de la sous-unité 30s du ribosome [27] ;
- Les tétracyclines : ce sont des molécules bactériostatiques ou bactéricides qui se fixent sur la sous-unité 30s du ribosome et empêchent la liaison d'un complexe « amino-acyl ARN » sur le complexe ARNm-Ribosome [25] ;
- Les antibiotiques du groupe MLS (Macrolides – Lincosamines – Streptogramines) : ce sont des antibiotiques bactériostatiques ou bactéricides selon leur concentration qui interfèrent avec la formation des complexes initiaux destinés à former la chaîne peptidique et inhibent les réactions de translocation, c'est-à-dire le passage de l'acide aminé de l'ARN à la chaîne protéique en formation en se fixant sur la sous-unité 50s du ribosome [1] ;
- Les acides fusidiques : ils inhibent le facteur d'élongation G (translocase) bloquant ainsi la traduction de l'ARNm au niveau de la sous-unité 50s du ribosome [1].

#### **I.3.2.3. Antibiotiques actifs sur les acides nucléiques et leurs précurseurs**

Il s'agit de :

Les quinolones : ce sont des molécules bactéricides qui inhibent de manière spécifique la synthèse d'ADN bactérien en agissant sur les topoisomérases de type II et IV. Les quinolones comme l'acide nalidixique inhibent la synthèse de l'ADN par blocage de l'activité de la sous-unité alpha de l'ADN gyrase (cible des bactéries à Gram négatif) [26] ;

- Les nitroimidazoles : molécules bactéricides qui se fixent sur les régions riches en adénine et thymine de la molécule d'ADN entraînant des clivages de brins et un déroulement de l'ADN [24] ;
- Les rifamycines : ce sont des molécules bactéricides qui se fixent sur l'ARN polymérase et forment un complexe irréversible ce qui bloque la formation de l'ARNm [25].

#### **I.3.2.4. Antibiotiques actifs sur le métabolisme**

Il s'agit de :

- Les sulfamides : groupe de composés tous de nature synthétique et de structure similaire à celle de l'acide para-amino-benzoïque (ou le PABA) qui sont utilisées pour la synthèse de l'acide folique (vitamine B9) chez les bactéries. Ils agissent en entrant en compétition avec le PABA pour le site actif de la dihydroptéroate synthétase ou DHPS [25] ;
- Les triméthoprimés : ce sont des analogues stériques du noyau ptéridine de l'acide dihydrofolique ; ils inhibent la dihydrofolate réductase (DHFR) et peuvent potentialiser l'activité du sulfamide par inhibition séquentielle de la synthèse de l'acide folique [14].

#### **I.3.2.5. Antibiotiques actifs sur la membrane**

L'action de ces antibiotiques efficaces tels que : les polymyxines (polymyxine B et polymyxine E ou colistine) ; les gramicidines et les tyrocidines entraîne la perturbation l'architecture en se liant aux phospholipides de la membrane cytoplasmique soit à la membrane externe des bactéries à Gram négatif ou à la membrane cytoplasmique des bactéries à Gram positif [27].

#### **I.3.3. Méthodes d'étude de l'activité des antimicrobiens in vitro**

La majorité des tests de sensibilité aux antibiotiques ont pour but de mettre en évidence l'effet bactériostatique ou bactéricide des antibiotiques, ces tests sont basés sur la détermination d'une CMI (Concentration Minimale Inhibitrice) et d'une CMB (Concentration Minimale Bactéricide). Pour les principaux agents microbiens, la comparaison de la CMI à des valeurs critiques des concentrations basses (c) et hautes (C), et des diamètres d'inhibition correspondants (D, d) permet la catégorisation des niveaux de résistance selon les critères figurant dans le tableau 1 suivant :

**Tableau I.** Classification des niveaux de résistance en fonction des concentrations basses et hautes d'antibiotiques.

Catégories	CMI (mg /ml)	Diamètre en mm
S	$CMI \leq c$	Diamètre $\geq D$
R	$CMI > C$	Diamètre $< d$
I	$C < CMI \leq C$	$d \leq \text{Diamètre} < D$

**Légendes :** Concentration basse (c), concentration haute (C), diamètres d'inhibition correspondants aux concentrations (D, d), S : sensible, R : résistante, I : intermédiaire, CMI : concentration minimale inhibitrice [28]

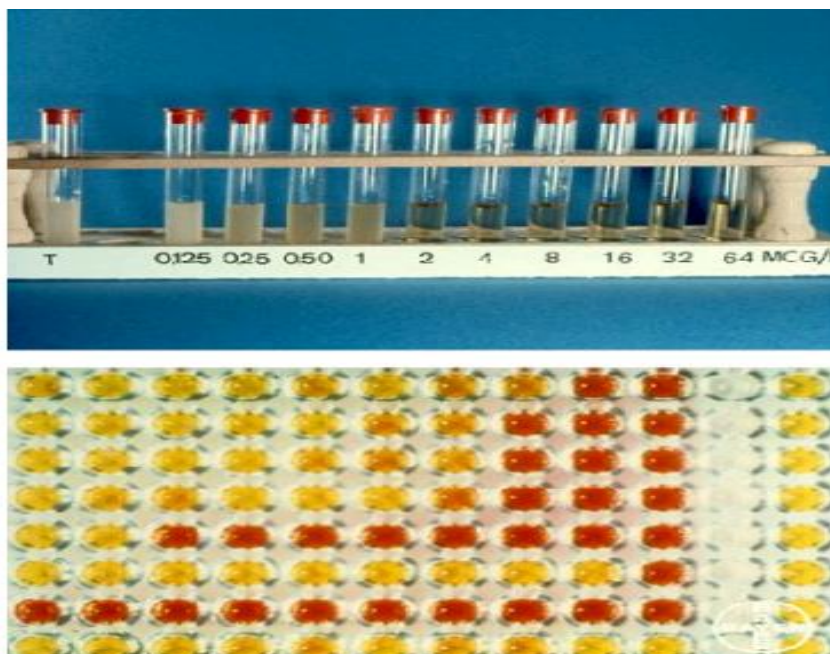
On distingue deux grandes familles de tests permettant l'étude de l'activité bactériostatique ou bactéricide des antibiotiques à savoir : les tests par dilution et les tests par diffusion.

#### **I.3.3.1. Méthodes de dilution**

Ce sont des tests qui utilisent une méthode quantitative permettant l'obtention d'un résultat chiffré de la CMI. On en distingue deux variantes à savoir : la dilution en milieu liquide et la dilution en milieu solide.

##### **I.3.3.1.1. Dilution en milieu liquide (macro et micro-dilution)**

Cette méthode consiste à l'introduction de l'agent antimicrobien dans un milieu liquide (*Mueller Hinton Broth* par exemple) contenu dans des tubes (macro-dilution) ou alors dans une plaque de micro-titration à 96 puits (micro-dilution) et d'effectuer une série de dilutions suivie d'une inoculation dans le but d'obtenir la concentration minimale qui inhibera la croissance bactérienne.



**Figure 3:** Exemple d'un résultat de détermination de CMI en milieu liquide : a) macro-méthode en tube, b) micro-méthode en plaque de micro-titration (jaune : croissance ; rouge : absence de croissance) [29].

#### **I.3.3.1.2. Dilution en milieu solide**

Cette méthode consiste à l'ensemencement sur géloses (*Muller Hinton Agar* par exemple) contenant des concentrations décroissantes d'antibiotiques une solution bactérienne comme pour la méthode précédemment illustrée, le but est de rechercher la concentration minimale d'antibiotique qui inhibera la croissance bactérienne.

#### **I.3.3.2. Méthode de diffusion**

C'est une méthode qualitative qui permet de classer les bactéries en Sensibles (S), Résistantes (R) ou Intermédiaires (I). On procède à l'inoculation des plaques contenant de la gélose agar avec le micro-organisme test, puis des papiers filtres découpés en forme de disque d'environ 6 mm de diamètre et imbibés de la substance test à la concentration désirée sont déposés à la surface du milieu gélosé. L'antimicrobien va diffuser dans l'agar de telle sorte à inhiber la croissance bactérienne ; on pourra donc par la suite mesurer le diamètre d'inhibition [30].

#### **I.3.3.3. E-test (méthode du gradient antimicrobien)**

Le principe de cette méthode est en fait la combinaison des principes des méthodes de dilution et de diffusion ; il y a création d'un gradient de concentration de l'antimicrobien test

dans le milieu gélosé préalablement ensemencé avec un microorganisme. Les valeurs de CMI sont déterminées à l'intersection entre la bande et l'ellipse d'inhibition de croissance [31].

La découverte des antibiotiques pendant longtemps a été considérée comme un progrès médical qui a nettement amélioré l'espérance de vie humaine ; cependant on a constaté que le mauvais usage de ces derniers a imposé avec le temps une pression de sélection qui a conduit à l'émergence très rapide des bactéries dites résistantes aux antibiotiques.

#### **I.4. RÉSISTANCE BACTÉRIENNE AUX ANTIBIOTIQUES**

On parle de résistance lorsqu'une souche bactérienne est capable de se multiplier en présence d'une concentration d'antibiotique supérieure à celle qui inhibe la majorité des souches appartenant à la même espèce. Il en existe deux grands types : la résistance naturelle qui est programmée au niveau du patrimoine génétique et la résistance acquise qui survient suite à une mutation ou un gain de gènes [4].

##### **I.4.1. Origines de la résistance**

###### **I.4.1.1. Résistance naturelle ou intrinsèque**

C'est une insensibilité totale ou partielle de toutes les souches d'une espèce bactérienne vis-à-vis d'un antimicrobien ou d'une classe d'antimicrobiens. Parmi les facteurs qui conditionnent la résistance naturelle on a des particularités structurales de la paroi cellulaire empêchant les antibiotiques d'accéder à leur cible ou l'absence de cible ; un exemple concret est la résistance des bactéries du genre *Mycoplasma spp* aux  $\beta$ -lactames du fait de l'absence du peptidoglycane [4] (Figure 4).

###### **I.4.1.2. Résistance acquise ou extrinsèque**

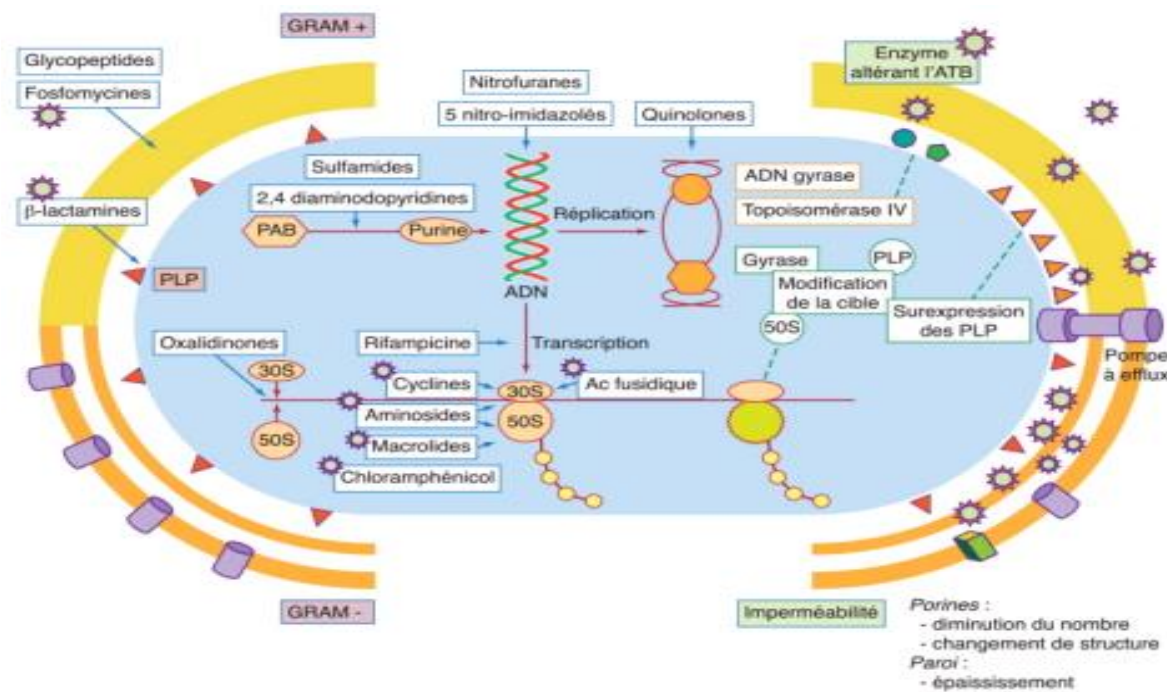
Elle désigne l'ensemble des processus permettant à des bactéries appartenant à une espèce naturellement sensible de devenir résistante à un ou plusieurs antibiotiques. Ce type de résistance résulte d'une modification du matériel génétique soit : par mutation chromosomique (très rare) on l'appelle encore la résistance chromosomique, soit par acquisition d'un facteur génétique exogène (ADN extra-chromosomique) qui peut se faire par transduction, transformation, conjugaison ou conversion lysogénique ; on l'appelle encore résistance extra-chromosomique [32, 33, 34]

##### **I.4.2. Stratégies de résistance bactérienne**

Afin de pouvoir exercer son activité antibactérienne, un antibiotique doit pouvoir : pénétrer jusqu'à sa cible, demeurer sous sa forme active, être capable de se lier à sa cible (Gaudy



et Buxeraud, 2005) [35]. Nombreuses sont les stratégies développées par les bactéries afin de bloquer l'activité des antibiotiques mais d'une manière générale on en distingue quatre principales à savoir : la stratégie offensive, la stratégie d'évitement, la stratégie de contournement et la stratégie de protection physique (Mesaros *et al.*, 2005) [36].



**Figure 4:** Action des antibiotiques et mode de résistance [37]

## **I.5. GENERALITES SUR LES BACTERIES UTILISEES**

Les bactéries utilisées dans le cadre de ce travail sont essentiellement des souches à Gram négatif et positif multirésistantes par le phénomène d'efflux actif. Ce sont principalement *Shigella flexneri* NR 518, *Shigella dysenteriae* CPC, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 et *Klebsiella pneumoniae* NR ; une grande importance leur est accordée du fait de la complexité de leur mécanisme de résistance mais également de leur forte incidence en milieu hospitalier notamment dans les infections nosocomiales [38].

### **I.5.1. *Shigella flexneri***

C'est une bactérie à gram négatif, immobiles, strictement humaines, dont l'intestin de l'homme infecté constitue leur seul réservoir, est douée du pouvoir invasif au niveau de l'épithélium colique et rectal. Elle est responsable de certaines complications chez l'Homme telles que la diarrhée, la fièvre, les douleurs abdominales et les destructions tissulaires ; Et résiste aux antibiotiques tels que la Ciprofloxacine et l'Azithromycine. C'est l'une des 4 espèces de *Shigella* (*S. dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii* et *S. sonnei*) [39].



### **I.5.2. *Shigella dysenteriae***

C'est une bactérie à Gram négatif, anaérobie facultative, immobile, non encapsulée. Génétiquement, elle est une variété invasive du gène *E. coli*. Elle est l'espèce la plus virulente et responsable du syndrome dysentérique, d'une hypoglycémie pouvant provoquer des convulsions et le coma, du mégacôlon toxique, de la déshydratation due à la fièvre ; cette bactérie résiste aux antibiotiques tels que l'oxacilline, la pénicilline G, l'acide fusidique, les glycopeptides et le linezolid [40].

### **I.5.3. *Klebsiella pneumoniae***

C'est une bactérie à Gram négatif, anaérobie facultatif, capsulée, généralement immobile, catalase et nitrate positifs, Oxydase, indole, ADH, ODC négatifs. Elle est à l'origine de plusieurs pathologies telles que : des infections nosocomiales, des infections urinaires sur sonde, des infections des sites opératoires, des infections néonatales ; Ces microorganismes résistent à certains antibiotiques que nous connaissons qui sont entre autres : la pénicilline, les céphalosporines, les aminosides et les carbapénèmes [41] [42].

### **I.5.4. *Staphylococcus aureus***

C'est une coque à coloration gram positif et mesurant 0.5 à 1µm de diamètre, incapable de sporuler, est immobile, Aero-anaérobie facultatif et possédant une catalase et une coagulase. Il est la cause de certaines maladies d'origines alimentaires et considéré comme un pathogène très redoutable parce qu'il a su développer des résistances à chaque nouvel antibiotique introduit depuis un demi-siècle. Ces antibiotiques sont entre autres : les Pénicillines (Méticilline, Oxacilline) et les autres Beta-lactamines. La capacité de s'adapter à toutes les conditions environnementales, et notamment d'acquérir les gènes de résistances aux antibiotiques et à des mécanismes de régulations pour s'adapter à des concentrations croissantes d'antibiotiques proviennent de la plasticité de son génome [42].

## **I.6. Strategies de lutte contre la resistance bacterienne**

### **I.6.1. Amélioration de l'hygiène**

Elle est la première mesure la plus stricte pour lutter contre les maladies bactériennes. Elle peut se faire par le lavage des mains à l'eau propre et du savon, le lavage des aliments aux vinaigres et aux bicarbonates tels que les fruits et les légumes, la désinfection des outils que nous utilisons pour effectuer nos travaux par des produits recommandés.

### **I.6.2. Education et Sensibilisation (Professionnelle de sante et population sur l'utilisation appropriée et danger de la mauvaise utilisation)**

L'organisation des séminaires, des conférences, des émissions radios et télévisées chaque mois sont très nécessaires pour l'éducation et la sensibilisation des professionnelles des santés et de la population sur l'utilisation appropriée et le danger de la mauvaise utilisation des produits de lutte contre les maladies bactériennes.

### **I.6.3. Accès contrôle aux Antibiotiques : (Règlementation et surveillance des Médicaments Conventionnels et Médicament Traditionnel Améliore)**

Les personnels des santés doivent se déployer dans les pharmacies et les marches pour vérifier si les antibiotiques respectent les normes prescrites par la loi.

### **I.6.4. Vaccination**

Elle permet d'activité l'immunité de façon préventive de la population contre les maladies dites bactériennes. Elle peut être orale, suppositoire, intraveineuse, intramusculaire.

### **I.6.5. Nouvelles options thérapeutiques**

La pulvérisation de nos localités par certains produits chimiques recommandés pour détruire des bactéries qui sont présentes dans nos meubles, habits et toilettes.

## **I.7. Généralités sur les plantes médicinales**

Plusieurs plantes médicinales ont des propriétés thérapeutiques étudiées ethnobotaniquement mais non prouvées scientifiquement. C'est pour cette raison que nous avons décidé de clarifier notre vision dans ce domaine en comprenant quelles doses doivent être utilisées et quelles sont les molécules bioactives naturelles qui peuvent lutter contre les maladies bactériennes. Nous devons être conscients que les effets thérapeutiques peuvent dépendre du lieu et de la manière dont ces plantes sont générées.

### **I.7.1. Etude monographique des deux espèces sélectionnées**

Les plantes sont produites dans la savane boisée au sud de Garoua sous la direction des tradipraticiens expérimentés dans le domaine ; les écorces et les fruits obtenus sont utilisés conformément aux prescriptions des tradipraticiens enquêtés. La méthode traditionnelle de séchage à l'ombre. Le *Acacia nilotica* et le *Lophira lanceolata* sont deux plantes médicinales populaires largement utilisées par les résidents locaux pour traiter plusieurs types d'infections bactériennes fréquemment récurrentes dans la région.

#### **I.7.1.1. Description botanique de *Acacia nilotica***

*Le Acacia nilotica* est un arbre épineux, atteignant douze mètres de haut, aux feuilles composées. Ses fleurs sont de petites boules dorées et produisent des gousses plates gris clair contenant huit à dix graines. Il diffère des autres Acacias par le fait que ses épines sont longues et droites, comme le Acacia, et que son tronc est plus léger. Les Acacias poussent dans toute l'Afrique de l'Ouest. Il est souvent cultivé pour l'artisanat et on le trouve également dans d'autres régions tropicales du monde. Sa bonne résistance à la sécheresse ainsi que ses épines expliquent qu'il soit souvent utilisé pour constituer des haies. Les photos ci-dessous illustrent les Feuilles fraîches (fig.5A) et Fruits secs (fig.5B) :



**A)** Feuilles fraîches



**B)** Fruits secs

**Figure 5 :** Feuilles fraîches et Fruits secs de *Acacia nilotica*

##### **I.7.1.1.1. Propriétés médicinales de la plante**

*Le Acacia nilotica* est une légumineuse qui possède diverses propriétés, notamment : antibactérienne, analgésique, antidiarrhéique, antidysentérique, antilépreuse, anticancéreuse, neurostimulante, comme le démontrent les études sur l'écorce du tronc et les feuilles d'Orwa *et al.* 2009 [47].

##### **I.7.1.1.2. Usages et intérêts médicaux de *Acacia nilotica***

Ces applications sont extrêmement importantes pour « Acacia » en médecine traditionnelle. Les écorces et les racines sont utilisées pour traiter certaines maladies telles que : la dysenterie, la lèpre, la diarrhée, la toux, la tuberculose, la variole, le cancer des oreilles, des yeux ou des testicules, l'impuissance.

**I.7.1.2. Description botanique de *Lophira lanceolata***

*Lophira lanceolata* est un arbre de taille petite et moyenne, haut de 16 à 24 m ; le tronc n'a pas de branches, la hauteur peut atteindre 7,5 m, droite ou en zigzag, et le diamètre peut atteindre 70 cm ; et brisée en écorce très épaisse. Écailles, écorce interne jaune à branches ascendantes, marques foliaires évidentes. Les feuilles sont alternes mais rassemblées aux extrémités des branches, simples et complètes ; les stipules sont linéaires-lancéolées, de 3 à 5 mm de long, le pétiole mesure de 2 à 6 cm de long ; les feuilles sont oblongues-lancéolées, de 11 à 45 cm ; × 2- 9 cm base en coin, généralement asymétrique, apex arrondi, parfois émarginé, glabre, rouge ou rose vif à l'état jeune, nervures pennées avec de nombreuses nervures latérales, inflorescences saillantes des deux côtés : panicules terminales, coniques, lâches, 15-20 cm long, rachis anguleux, ridé, glabre. Fleurs bisexuées, régulières, à 5 fleurs, blanches, parfumées ; pédicelle de 1-1,5 cm de long, articulés près de l'apex, glabres ; lobes du calice de longueur inégale, 2 externes ovales-acuminés, 7-8 mm × 4-5 mm, 3 larges ovales. À l'intérieur, d'environ 6 mm × 5 mm, émoussés ; pétales libres, en forme de cœur inversé, d'environ 17 mm × 13 mm, étamines nombreuses, 3-5 verticilles supères, sessiles, coniques, d'environ 8 mm × 3 mm ; 1-loculaire, style peu visible, stigmate 2. Fruit : akène conique, plus ou moins ligneux, contenant 1 graine solitaire, entourée d'un calice, sépales externes élargis, de forme irrégulière, de longueur inégale, l'un 8-10 cm x 2-2,5 cm, l'autre 2,5- 5 cm x 0,5-1 cm. Les graines sont ovoïdes, d'environ 16 mm × 8 mm, brunes et glabres. Les semis ont une germination souterraine. Les photos ci-dessous illustrent les Feuilles fraîches (fig.6A) et Ecorces sèches (fig.6B) :



**A)** Feuilles fraîches



**B)** Ecorces sèches

**Figure 6:** Feuilles fraîches et écorces sèches de *Lophira lanceolata*

#### **I.7.1.2.1. Propriétés médicinales de la plante**

*Lophira lanceolata* est une plante de la famille des Ochnacées qui possède plusieurs propriétés : antiplasmodiales, antibactériennes, antidiabétiques, antiépileptiques, propriétés qui ont été démontrées par Etuk et Muhammad sur les feuilles, les racines, l'écorce du tronc [48]; [49].

#### **I.7.1.2.2. Usages et intérêts médicaux de *Lophira lanceolata***

De nombreuses applications de *Lophira lanceolata* sont connues en médecine traditionnelle. Les feuilles, les écorce et les racines sont utilisées pour traiter certaines maladies comme la fièvre jaune, le paludisme, les maux d'estomac, les douleurs musculaires, la gonorrhée, l'aménorrhée, la faiblesse sexuelle, la typhoïde, l'épilepsie et la hernie.

### **I.8. Métabolites secondaires des plantes**

Les métabolites secondaires constituent un groupe diversifié de composés qui ne possèdent aucune fonction primaire évidente en ce qui a trait à la croissance des cellules de la plante ; celle-ci les synthétise en réaction à des stimuli extérieurs. Ils sont responsables des réactions physiologiques et métaboliques qui surviennent à la suite d'un stress biotique ou abiotique.

#### **Différentes classes de métabolites secondaires**

De manière générale on les regroupe en trois grandes classes à savoir : les composés phénoliques, les alcaloïdes, et les terpènes [50] [51] .

- **Les composés phénoliques :**

Les composés phénoliques ou polyphénols sont un groupe de molécules chimiques ayant la particularité de posséder au niveau de leur structure chimique au moins un noyau benzénique ( $C_6H_5-$ ) lié à un groupe hydroxyle OH, ils sont largement rependus dans le règne végétal et sont retrouvés aussi bien dans les fruits que dans les légumes au sein desquels ils participent de façon remarquable aux propriétés organoleptiques. On distingue à ce titre : les flavonoïdes, les lignines et les tanins. Ils présentent également des propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires, antitumorales, limitent les maladies cardiovasculaires, le cancer du côlon, les dysfonctionnements du foie [52].



- **Les alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des composés organiques naturels (le plus souvent d'origine végétale) hétérocycliques avec l'azote comme hétéroatome, de structure moléculaire complexe plus ou moins basique et doués de propriétés physiologiques prononcées même à faible dose. Ceux-ci peuvent encore être subdivisés en trois sous classes en fonction de leur structure et origine : les alcaloïdes vrais qui contiennent un azote hétérocyclique et dérivent des acides aminés, les pseudo-alcaloïdes qui possèdent toutes les caractéristiques d'un alcaloïde vrai mais ne dérivent pas des acides aminés, les proto-alcaloïdes qui sont des amines simples dont l'atome d'azote n'est pas contenu dans un hétérocycle. Ce sont des anesthésiants, analgésiques, anticholinergiques, antipalustres, antihypertensifs, anticancéreux, antibactériens, antiparasitaires, antitumoraux [53].

- **Les terpenes**

Les terpènes sont des hydrocarbonés naturels de structure soit linéaire ou cyclique ayant pour formule brute  $(C_5H_8)_n$  avec  $n$  situé entre 1 et 8 sauf pour les polyterpènes où cette valeur peut aller jusqu'à 100. Ils sont formés à partir des unités pyrophosphates de diméthylallyle (PDMA) et d'isopentényle (IPP). Leur structure de base est une unité isoprène  $C_5H_8$  et en fonction du nombre d'unité isoprène de la molécule on distingue les sous-classes des hémiterpènes, monoterpènes, les sesquiterpènes, les diterpènes etc. [54]. La majorité des terpènes végétaux sont des métabolites secondaires mais cependant il existe certains comme le carotène et le stérol qui font partie du métabolisme primaire et sont présents dans toutes les plantes. Ce sont des anti-inflammatoires, des antivirux, des antitumorigènes, anticancéreux, antibactériens, et antifongiques [55] [56].

### **Méthodes d'extraction des métabolites secondaires**

L'extraction est un processus d'isolement de substances actives d'un matériel brut qui peut être soit une plante, un animal ou même une source naturelle par diverses techniques [23] [57]. Le choix de la technique d'extraction dépend des caractéristiques physicochimiques du métabolite que l'on veut extraire. Il existe une multitude de méthodes d'extraction mais nous parlerons des plus couramment utilisées à savoir :

➤ **La macération** : c'est une méthode qui consiste à laisser séjourner à froid, la poudre du matériel végétal dans un solvant dans le but d'en extraire les constituants solubles ; les solvants fréquemment utilisés sont l'éthanol, le méthanol ou l'eau pour l'extraction des composés polaires et le dichlorométhane pour les composés apolaires [58] ;

- **L'infusion** : elle consiste à verser de l'eau bouillante sur le matériel végétal (feuilles ou fleurs) puis les laisser tremper de façon à y dissoudre les principes actifs [58] ;
- **La décoction** : cette technique consiste à chauffer la racine ou l'écorce de la plante dans de l'eau jusqu'à qu'elle soit bouillante pour que les constituants se dissolvent dans l'eau [58] ;
- **La digestion** : il s'agit d'une forme de macération durant laquelle une chaleur douce est utilisée pour augmenter le pouvoir de pénétration du solvant [57] ;
- **La percolation** : le matériel végétal réduit en poudre est mélangé avec une quantité appropriée de solvant et laissé au repos dans un récipient bien fermé pendant environ 4h. Par la suite, le mélange est introduit dans un percolateur, un solvant supplémentaire y est ajouté pour former une couche superficielle au-dessus, le tout sera macéré pendant 24h. Après ce temps, la sortie du percolateur va être ouverte pour laisser s'égoutter lentement le liquide contenu, tout en ajoutant continuellement du solvant [57] ;
- **L'hydrodistillation** : elle consiste à tremper le matériel végétal dans de l'eau contenu dans un ballon, le tout est ensuite porté à ébullition dans le but d'éclater les cellules et libérer les molécules odorantes. Le mélange de la vapeur d'eau et des molécules aromatiques va être par la suite condensé dans un réfrigérant et les huiles essentielles se sépareront de l'eau par différence de densité [58] ;
- **La sonication** : cette méthode consiste à détruire les cellules biologiques en suspension par les ultrasons. Elle est réalisée grâce à un appareil appelé sonicateur qui transforme l'énergie électrique en vibration mécanique le long d'une sonde [58] ;
- **L'extraction en soxhlet** : cette technique est basée sur la solubilité du matériel végétal dans un solvant à des températures élevées. Le solvant d'extraction se trouvant dans un ballon va être chauffé et les vapeurs vont par la suite passer dans un réfrigérant pour être condensées et retomber dans le corps de l'extracteur entraînant ainsi la macération du matériel végétal. Le solvant condensé ainsi que les particules solubles de l'extrait s'accumulent ainsi jusqu'à déborder du siphon et retomber dans le ballon. La température d'ébullition du solvant étant plus faible que celle des particules solubles, il s'évapore à nouveau et le processus se reproduit continuellement jusqu'à épuisement total du matériel végétal de son contenu [59] ;
- **L'extraction au fluide supercritique (CO<sub>2</sub>)** : cette technique est basée sur la solubilité des constituants dans le dioxyde de carbone à l'état supercritique, le CO<sub>2</sub> est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie, puis il sera injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal et le liquide se détendra pour se convertir à l'état gazeux et sera conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et solvant [59].

**CHAPITRE II : MATERIEL ET  
METHODES**



## **II.1. MATERIEL**

### **II.1.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal était constitué des fruits et des écorces de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata* récoltés dans et autour de la ville de Garoua (Région du Nord du Cameroun). Les parties des plantes ont été par la suite transportées au Laboratoire de Phytobiochimie et d'Etudes des Plantes Médicinales de la Faculté des Sciences et au Laboratoire de Biochimie de la FMSB de l'Université de Yaoundé I, où elles ont été lavées, découpées puis séchées à température ambiante durant 2 semaines. Ensuite elles ont été broyées afin d'obtenir les poudres fines qui ont subis des macérations Hydroéthanoliques, éthanoliques et hydraulique puis le criblage phytochimique et enfin l'activité antibactérienne des extraits des plantes récoltées dans la ville de Garoua.

### **II.1.2. Matériel microbiologique**

Quatre bactéries ont été évaluées pour l'activité antibactérienne, dont *Shigella flexneri* NR 518, *Shigella dysenteriae* CPC, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 et *Klebsilia pneumoniae* NR. Elles ont été conservées au Laboratoire de Phytobiochimie et d'Etude des Plantes Médicinales dans des tubes contenant de la gélose Muller Hinton par culture en pente à 4°C.

## **II.2. METHODES**

Les enquêtes ethnobotaniques, les échantillons des différentes catégories d'informateurs, les techniques d'échantillonnages adoptées pour collecter les données, le traitement et l'analyse des données ont été utilisés dans nos travaux.

### **II.2.1. Type d'étude**

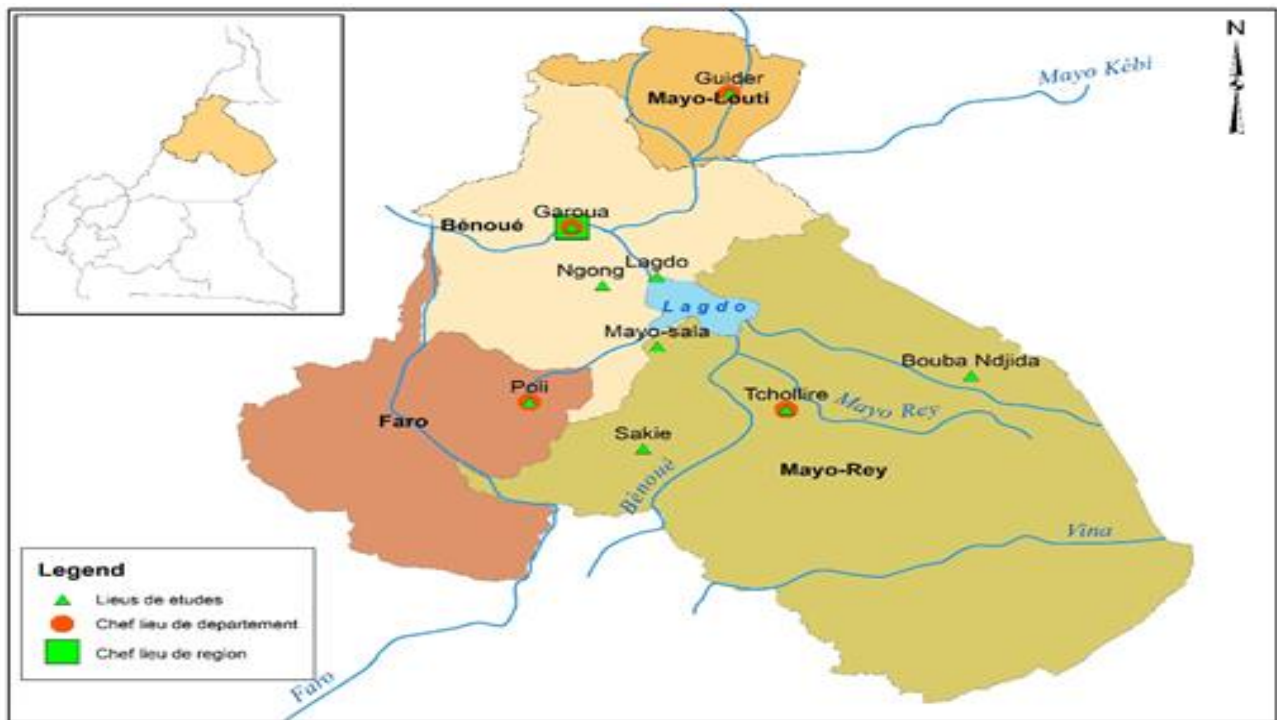
Il s'agissait d'une étude expérimentale visant à déterminer l'activité antibactérienne des extraits bruts et des fractions dérivées en relation avec quelques bactéries à Gram négatif et positif multirésistantes, ainsi que le screening phytochimique des extraits de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata*.

### **II.2.2. Description du site d'étude**

La région du Nord se trouve entre 8° et 10° de latitude Nord et entre 12° et 16° de longitude Est. Elle est bordée au Nord par l'Extrême-Nord, au Sud par celle de l'Adamaoua, à l'Est par le Tchad et la Centrafrique et à l'Ouest par la République Fédérale du Nigeria [60] ;

## Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

Trois communes du district autonome de Garoua (Plateau, Poumpoumré et Bocklé) et leurs environs ont été étudiés pour cette étude. Garoua est un district du Nord Cameroun [61] Il a une superficie de 644,71 km et une position géographique de 9°18' latitude Nord à 13°24' longitude Est. La figure suivante représente une légende du Nord du Cameroun.



**Figure 7:** Carte de localisation des zones d'enquêtes ethnobotaniques [61]

La population du district est très variée, multiculturelle et regroupe plusieurs peuples et groupes ethniques issus de différentes parties du pays et des pays limitrophes. Les précipitations sont plus ou moins limitées à mesure que l'on se rapproche du lac Tchad et le climat est de type tropical chaud. Il y a une longue saison sèche allant d'Octobre à Avril et une courte saison de pluie allant de Mai à Septembre. Le mois d'Avril avec 32,5°C est le plus chaud. En revanche, Septembre est le mois où il fait le plus froid de l'année. L'environnement est composé par endroits de savane boisée et de galeries forestières [61]

### II.2.3. Méthodologie d'enquêtes ethnobotaniques

Les enquêtes ethnobotaniques ont été réalisées dans cinq zones focales baptisées zones ou localités « ethnofloristiques » dont Garoua, Lagdo, Guidar, Poli et Tcholliré constituées respectivement de 12 sous-unités chacune (12 villages par zone) à l'aide des fiches d'enquêtes assorties des questionnaires et questions relatives aux objectifs à atteindre (Annexe 1 et 2). Elles ont été conduites auprès des Phyt thérapeutes exploitants des plantes par automédication et patients volontaires par méthode d'échantillonnage « Boule de Neige ».

Le questionnaire nous renseignait sur les paramètres socio-démographiques, le mode de préparation, la partie de la plante utilisée, le cadre d'étude.

#### **II.2.4. Traitement et analyse des données**

Pour chaque espèce, l'analyse des données a consisté à déterminer la fréquence Relative de Citation (FRCi), la Contribution dans la constitution des recettes (CPr) et l'indice de confirmation ou consensus d'informateurs (ICs)

##### **II.2.4.1. Détermination de Fréquence de Citation des plantes médicinales**

La Fréquence de Citation (FC) de chaque espèce a permis d'apprécier la régularité dans la distribution d'une espèce. Elle a été déterminée, pour chaque espèce, par la formule ci-dessous :

$$FC = NP / NT \times 100$$

Avec NP : nombre de fois où l'espèce est citée, NT : nombre total de citations [62] [63] [64]. Elle varie de 0 à 100 %.

##### **II.2.4.2. Détermination de l'Indice de Contribution des espèces à la formulation des recettes (CPr)**

Cet indice a été déterminé pour chaque espèce par la formule ci-dessous. Il consistait à évaluer le spectre d'action d'une espèce donnée sur les paramètres cliniques et permettait de comprendre combien des recettes sont préparées à partir d'une espèce.

$$CPr = (Nr / Nt) \times 100$$

Avec Nr étant le nombre de recettes sollicitant la plante et Nt : nombre total de recettes [65] [66].

##### **II.2.4.3. Détermination de l'Indice de Confirmation**

L'Indice de Confirmation ou Consensus d'Informateurs (ICs) a permis d'apprécier les accords des informateurs sur les plantes utilisées. Il a été également calculé pour chaque espèce par la formule utilisée par Hoffman B et Gallaher. (2007) [67] suivante :

$$ICs = Na / Nt$$

Avec Na : nombre de personnes ayant cité cette espèce et Nt : nombre total de personnes interviewées. L'ICs varie entre 0 et 1.

## **II.2.5. Activité antibactérienne**

### **II.2.5.1. Préparation des extraits bruts**

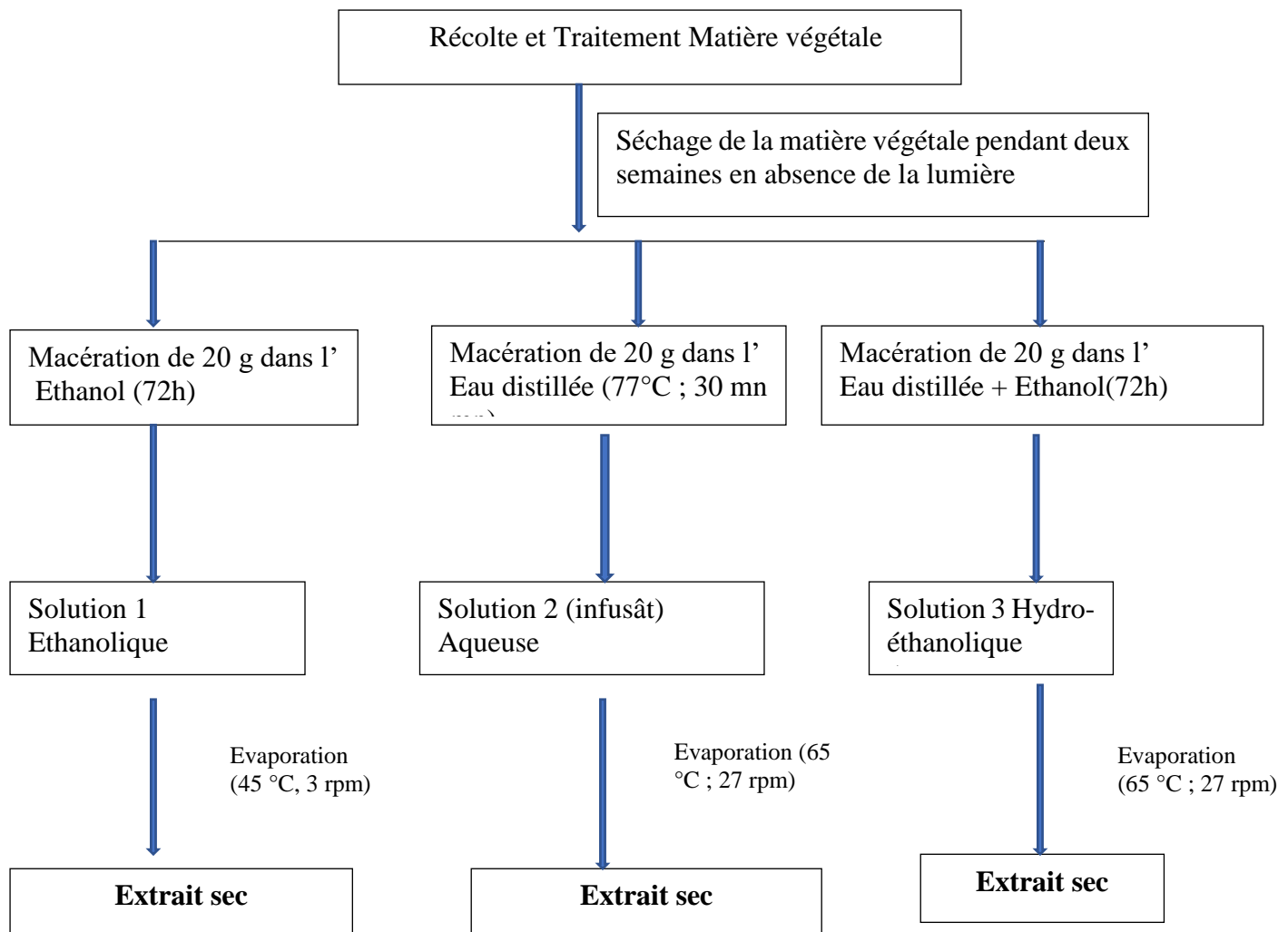
Les extraits bruts ont été préparés par macération éthanolique, hydroéthanolique (30/70 v/v) et hydraulique. Pour ce qui était de la macération, vingt grammes (20 g) de chaque poudre de matériel végétal ont été ajoutés à 200 ml de chaque solvant puis agité. Le mélange a été macéré pendant 72 heures à température ambiante avec agitation quotidienne, puis filtré à l'aide du coton hydrophile. Les filtrats ont été concentrés au rotavapor Rotatif à 40°C sous pression réduite, puis séchés à température ambiante. Les filtrats aqueux ont été séchés à température ambiante et les rendements d'extractions déterminés en utilisant la formule ci-dessous. Le processus a été répété trois fois jusqu'à épuisement et les extraits bruts obtenus ont été conservés au réfrigérateur à 4°C pour utilisation ultérieure.

$$\text{Rd extraction} = \frac{\text{Masse d'extrait obtenu}}{\text{Masse de matière végétale}} \times 100$$

**Rd= Rendement**

$$\text{Rd solubilité} = \frac{\text{Masse de matière sèche}}{\text{Volume de solvant utilisé}} \times 100$$

La figure 8 illustre le profil expérimental d'extraction



**Figure 8:** Profil d'extraction des extraits

#### **II.2.5.2. Préparation des solutions stock d'extraits et antibiotique de référence**

Les solutions stock d'extraits ont été préparées à 100mg/ml en dissolvant 100 mg d'extraits bruts dans 1 ml de diméthylsulfoxyde (DMSO) 100% puis conservées à 4°C pour utilisation ultérieure. La ciprofloxacine utilisée comme antibiotique de référence, a été préparée dans les mêmes conditions à 1 mg/ml dans de l'eau acidifiée au HCl 0,04N.

#### **II.2.5.3. Préparation des inocula bactériens**

Les inocula bactériens ont été préparés selon le standard 0.5 McF. En effet, une colonie issue des cultures de 24 h sur gélose Müller Hinton (MH) a été prélevée à l'aide d'une anse de platine et introduite dans un tube à essai contenant 10 ml de l'eau physiologique puis calibré au 0,5 MacFarland (**Annexe 5**) par comparaison de la turbidité pour obtenir un inoculum de charge

bactérienne  $1,5 \times 10^8$  UFC/ml [68]. Les suspensions bactériennes ont été par suite diluées à  $1 \times 10^6$  UFC/ml.

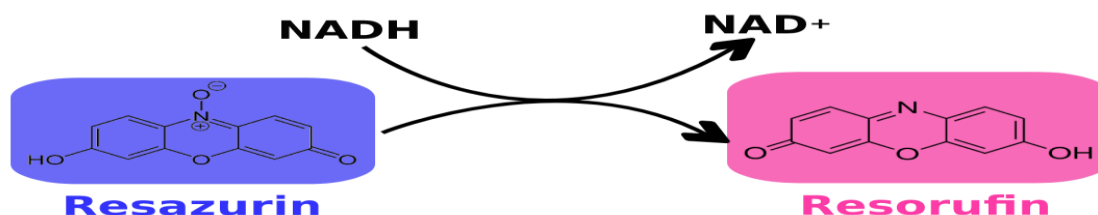
#### **II.2.5.4. Détermination des Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI)**

##### **➤ Méthodes**

Le paramètre d'activité antibactérien (CMI) a été déterminé par microdilution en milieu liquide selon le protocole décrit par le *Clinical and Laboratory Standards Institute* [69], protocole M07-A09.

##### **➤ Principe**

La méthode de microdilution est basée sur la capacité d'un microorganisme à croître en milieu supplémenté ou non en substances suspectées antimicrobiennes. Le paramètre d'inhibition CMI a été révélé par colorimétrie basée sur la réduction de la résazurine de couleur bleue en résorufine de couleur rose par les déshydrogénases des cellules viables (Figure 9).



**Figure 9:** Equation de réduction de la résazurine en resorufine [70].

##### **➤ Protocole**

Les essais ont été effectués en triplicate dans des microplaques stériles de 96 puits. En effet, 196  $\mu$ L de milieu de culture MHB ont été introduits dans les douze premiers puits de la colonne A et 100  $\mu$ L dans le reste des puits de la plaque. Par la suite, 4  $\mu$ L d'une solution de chaque échantillon d'extrait concentré à 100  $\mu$ g/ml ont été prélevés et introduits dans les puits correspondants puis s'en est suivi une série de 5 dilutions de raison géométrique d'ordre 2 de la colonne A à la colonne F. Enfin, 100  $\mu$ L d'une suspension bactérienne à la charge  $1 \times 10^6$  UFC/ml (solution intermédiaire) ont été répartis dans les puits tests et ceux du contrôle négatif. Les concentrations d'extraits et de ciprofloxacine dans les puits d'une ligne seront de 1000  $\mu$ g/ml à 31,25  $\mu$ g/ml et de 0,25  $\mu$ g/ml à 0,0078  $\mu$ g/ml respectivement et la charge finale de l'inoculum dans chaque cupule était de  $5 \times 10^5$  UFC/ml pour un volume de 200  $\mu$ L. Le contrôle de stérilité était constitué uniquement du milieu de culture. Le contrôle positif était constitué du milieu de culture, l'inoculum et la ciprofloxacine. Les microplaques seront recouvertes puis incubées à 37 °C pendant 24 heures. A la fin de la période d'incubation, 20  $\mu$ L d'une solution

de Rézasurine (0,15 mg/ml) fraîchement préparée (Annexe 5) ont été ajoutés dans tous les puits et les plaques ont été une fois de plus incubées dans les mêmes conditions pendant 30 minutes.

➤ **Expression des résultats**

La plus petite concentration à laquelle on n'observera aucun changement de coloration du bleu au rose correspondant à une absence de croissance visible de la bactérie a été considérée comme CMI et exprimée en µg/ml. D'après l'échelle de classification décrit par Tamukou et Kuete (2017) notre extrait est : Très actif lorsque la CMI est en dessous de 100 µg/ml, Significativement actif :  $100 \leq \text{CMI} \leq 512$  µg/ml, Activement Modérée:  $512 < \text{CMI} \leq 2048$  µg/ml, faiblement active:  $\text{CMI} > 2048$  µg/ml et inactif:  $\text{CMI} > 10$  mg/ml. En outre, Gatsing et Adoga ont démontré en 2007 que nos extraits sont Bactéricides pour un rapport de CMB/CMI  $\leq 4$  et Bactériostatiques pour un rapport CMB/CMI  $> 4$ .

**II.2.5.5. Détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB)**

La détermination de ce paramètre a été effectuée par subculture en milieu liquide des préparations prélevées des plaques ayant servi à la détermination des CMI [13].

A l'issue du temps d'incubation des plaques de détermination des CMI, 25µL d'aliquotes des cupules inhibitrices (n'ayant pas reçu de rézasurine) ont été prélevés de façon aseptique et transférés dans des cupules correspondantes d'une autre plaque stérile contenant 175 µL de MHB. Ainsi, les quantités d'extraits contenues dans ces différentes cupules ont été diluées 8 fois afin d'éliminer l'effet inhibiteur de l'extrait testé. Le contrôle de stérilité était constitué du milieu de culture. Le contrôle positif était constitué du milieu de culture, l'inoculum et la ciprofloxacine tandis que le contrôle négatif était constitué de l'inoculum et du milieu de culture. Les plaques ont été recouvertes et incubées à 37 °C pendant 48 heures. Les tests ont été effectués en triplicité. A l'issue du temps d'incubation, 20µL d'une solution de Rézasurine ont été ajoutés dans chaque cupule et les plaques réincubées à 37 °C pendant 30 min et la plus petite concentration d'un extrait n'ayant montré aucune croissance bactérienne marquée par le non changement de coloration était considérée comme concentration bactéricide (CMB) de l'extrait.

Afin d'avoir une idée de leur composition en métabolites secondaires, un criblage phytochimique des extraits a été effectué.

**II.3. Evaluation de la cytotoxicité des extraits aqueux**

**II.3.1. Méthode**

La cytotoxicité des produits actifs a été évaluée selon le protocole décrits par Bowling *et al.*, 2012 [71]. Les cellules ont été maintenues à 37°C pendant 72h dans un incubateur de CO<sub>2</sub>, puis le milieu a été renouvelé toutes les 72h et la densité cellulaire a été suivie sous le



microscope inversé Etaluna 520 jusqu'à la formation d'une monocouche. La culture confluyente (près de 90%) a été trypsinée (0,05% de trypsine EDTA), ensuite centrifugée à 1800 pm pendant 5 minutes et le culot obtenu a été remis en suspension dans le milieu de culture. Les cellules à  $10^4$  cellules par puits ont étéensemencées (100  $\mu$ l) dans les plaques de culture à 96 puits (Costar, USA) et incubées pendant la nuit pour permettre l'adhésion des cellules. Ensuite, 10  $\mu$ l d'extraits dilués en série ont été ajoutés aux points de la plaque en double. De plus, les plaques ont été incubées dans une atmosphère humidifiée et à 5% de CO<sub>2</sub> à 37°C pendant 48h. En effet, la podophyllotoxine à 20  $\mu$ M a été ajoutée comme control positif et les puits Contenant des cellules non traitées ont été inclus comme contrôle de croissance à 10%. Dix microlitres d'une solution mère de resazurine (0,15 mg /ml dans du PBS stérile) ont été ajoutés à chaque puits et incubés pendant 4h supplémentaires. La fluorescence a ensuite été lue à l'aide d'un lecteur de plaques multi-puits à fluorescence magelan infinie M200 (TECAM) avec des longueurs d'onde d'excitation et d'émission de 530 et 590 nm, respectivement. Le pourcentage de viabilité cellulaire a été calculé par rapport au contrôle négatif, puis utilisé pour déterminer la concentration qui réduit de 50% la viabilité cellulaire (CC<sub>50</sub>) par régression non linéaire à l'aide du logiciel graphpad prism 9.0 (San Diego, california).

#### **II.4. Criblage phytochimique des extraits bruts**

Une étude de la composition en substances bioactives de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata* a été faite pour cibler celles qui peuvent être responsables de l'activité antibactérienne des extraits bruts selon les méthodes standards telles que décrites par (Evan, 2002) [72]; (Harborne, 1998) [73]

##### **II.4.1. Identification des Alcaloïdes**

Les alcaloïdes ont été mis en évidence par le test de Valse Mayer. A 1 ml d'extrait 1% on ajoute 5 gouttes de réactif de Mayer constitué du chlorure de mercure et l'iodure de potassium. L'obtention d'un précipité blanc crémeux ou blanc-jaune indique la présence des alcaloïdes [74].

##### **II.4.2. Identification des Stéroïdes**

Les stéroïdes ont été mis en évidence tel que décrit par Harbone (1998) [73]. A 1 ml d'extrait 1% a été prélevé dans un tube à essai, puis 2 ml d'acide acétique ont été ajoutés et enfin 2 ml de sulfure de dihydrogène (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 10% ont été ajoutés. L'apparition d'une coloration passante du violet au bleu indique la présence des stéroïdes.



#### **II.4.3. Identification des Terpenoides et Stéroïdes**

Les terpenoides ont été mis en évidence par la méthode décrite par Harbone en 1976 [75]. Pour ce faire, 2 ml de chloroforme ont été ajoutés dans 1 ml d'extrait 1%. Après ajout de 2 ml de sulfure de dihydrogène ( $H_2SO_4$ ) 10%. L'apparition d'une couche de coloration brune rougeâtre formée à l'interface indique des terpenoides [72].

#### **II.4.4. Identification des Quinones**

Les quinones ont été mis en évidence tel que décrit par Harbone en 1998. En ajoutant 2 ml de sulfure de dihydrogène ( $H_2SO_4$ ) dans 1 ml d'extrait 1%. L'obtention d'une coloration rouge indique la présence des quinones [73].

#### **II.4.5. Identification des Coumarines**

Le test de Shinoda a révélé la présence de coumarines, donc 3 gouttes de chlorure de fer ( $FeCl_2$ ) 10% ont été introduites dans 1 ml d'extrait. Les coumarines sont présentes si l'acide nitrique ( $HNO_3$ ) ajoute une coloration verte ou bleue qui tourne au jaune.

#### **II.4.6. Identification des Saponines**

Les saponines ont été mis en évidence par le test de Mousse. A 1 ml d'extrait 1% a été ajouté 10 ml d'eau distillée. Le mélange a été agité pendant quinze seconde (15 S) dans le sens de la longueur puis laisser au repos pendant quinze minutes (15 min). L'obtention d'une mousse persistante est caractérisée par la présence des saponines [75].

#### **II.4.7. Identification des Mucilages**

Les mucilages ont été mis en évidence par la méthode décrite par Harbone en 1976 [48]. Dans 1 ml d'extrait 1%, nous avons introduit 3 ml d'éthanol absolu. L'obtention d'un précipité floconneux par mélange indique la présence des mucilages.

#### **II.4.8. Identification des anthocyanes**

Les anthocyanes ont été mis en évidence par le test de la méthode décrite par Harbone en 1976 [75]. Pour ce faire, 2 ml de chlorure d'hydrogène 2N suivi de 2 ml d'ammoniaque diluée au demi ont été introduit dans 1 ml d'extrait 1%. L'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu violet indique la présence des anthocyanes.

#### **II.4.9. Identification des flavonoïdes**

Les flavonoïdes ont été mis en évidence par le test à l'hydroxyde de sodium. Nous avons 1 ml d'hydroxyde de sodium ( $NaOH$ ) 2N et 3 gouttes du sulfure dihydrogène ( $H_2SO_4$ ) dans 1

ml d'extrait 1%. L'obtention d'une coloration jaune-orange indique la présence des flavonoïdes [75].

#### **II.4.10. Identification des polyphénols**

Les polyphénols ont été mis en évidence par le test au perchlorure de fer. Nous avons ajouté 3 ml d'une solution de trichlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) dans 1 ml d'extrait 1%. Après homogénéisation, 2 gouttes de ferricyanure de potassium ont été ajoutées. L'obtention d'une coloration bleue indique la présence des polyphénols [73].

#### **II.4.11. Identification des tanins**

Les tanins ont été mis en évidence par le test de STIASNY. Nous avons ajouté 1 ml de réactif de STIASNY dans 1 ml d'extrait 1%, le mélange a été chauffé à  $90^\circ\text{C}$  pendant 15 minutes. L'apparition d'un précipité indique la présence des tanins catéchiques. Après filtration, le filtrat est saturé d'acétate de sodium pulvérisé puis l'ajout de 1 ml de trichlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) 1% dans le tube révèle la présence des tanins galliques non précipité par le réactif de STIASNY est indiquée par le développement d'une teinte bleu-noir [73].

## **CHAPITRE III: RESULTATS**

### III.1. RESULTATS :

#### III.1.1. Enquête ethnobotanique

##### III.1.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des tradipraticiens enquêtés

Parmi les 43 tradipraticiens enquêtés il y'avait 31 hommes et 12 femmes qui représentaient respectivement 72,09% et 27,91%. La majorité étaient âgés d'entre 40 et 55 ans, soit les tranches d'âges moyennes de 30,23 % (45-50 ans), 23,26 % (50-55 ans) et 18,60 % (40-45 ans).

En revanche, le niveau d'étude était très bas pour l'essentiel de l'échantillon ; soit 51,16 % pour les illettrés, 23,26 % pour ceux qui ont fait le primaire et le secondaire.

Par ailleurs, le plus grand nombre de tradipraticiens a été enregistré dans la localité de Garoua (48,84 %).

Les tradipraticiens enquêtés étaient dans leur majorité des musulmans (51,16 %) et animistes (27,91 %) contre 20,93% seulement chrétiens (TAB. II).

**Tableau II.** Caractéristiques sociodémographiques des tradipraticiens enquêtés.

Catégories	Paramètres	h (n=31)	T (%)	F(n=12)	T (%)	Total	Taux (%)
<b>Age</b>	] 25-30]	1	3,23	1	8,33	2	4,65
	] 30-35]	2	6,45	1	8,33	3	6,98
	] 35-40]	2	6,45	1	8,33	3	6,98
	] 40-45]	4	12,90	4	33,33	8	18,60
	] 45-50]	11	35,48	2	16,67	13	30,23
	] 50-55]	8	25,81	2	16,67	10	23,26
	] 60	3	9,68	1	8,33	4	9,30
<b>Niveau d'étude</b>	Aucun	14	45,16	8	66,67	22	51,16
	Primaire	8	25,81	2	16,67	10	23,26
	Secondaire	8	25,81	2	16,67	10	23,26
	Universitaire	1	3,23	12	100,00	13	30,23
<b>Localités</b>	Garoua	15	48,39	6	50,00	21	48,84
	Lagdo	4	12,90	3	25,00	7	16,28
	Guider	4	12,90	1	8,33	5	11,63
	Poli	4	12,90	1	8,33	5	11,63
	Tcholliré	4	12,90	1	8,33	5	11,63
<b>Religion</b>	Musulmans	15	48,39	7	58,33	22	51,16
	Chrétiens	7	22,58	2	16,67	9	20,93
	Animistes	9	29,03	3	25,00	12	27,91

**Légende :** h : homme      T : Total      F : Femme      n : nombre

### III.1.1.2. Caractéristiques des plantes prioritaires recensées

A l'issue de cette étude, il ressort que 11 plantes médicinales sont régulièrement utilisées dans la pharmacopée traditionnelle locale pour traiter les infections bactériennes. Les plus appréciées des tradipraticiens sont entre autres *Acacia nilotica* (FRCi = 13,03 % ; UV = 0,93) et *Lophira lanceolata* (FRCi = 12,70 % ; UV = 0,91) (TAB. III). Ces spécimens ont été identifiés par comparaison avec des spécimens déposés à l'Herbier National du Cameroun sous les numéros d'accessions 2691/SRF/CAM/HNC et 1992 /SRF/CAM/HNC.

**Tableau III.** Liste des plantes médicinales prioritaires utilisées dans le traitement traditionnel antibactérien dans la localité enquêtée.

Noms scientifiques	Familles	NV	PU	MP	VA	Sci	NP	FRCi	UV
<i>Cassia arereh</i>	Fabaceae	Gaadal	Ec	Mac	Or	39	38	12,70	0,91
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Neemier	Fe	Inf	Or	34	27	11,07	0,79
<i>Acacia nilotica</i>	Fabaceae	Mbircha	Ec	Mac	Or	40	22	13,03	0,93
<i>Lophira lanceolata</i>	Ochnaceae	Swaare-maatwere	Fr	Mac	Or	39	22	12,70	0,91
<i>Parkia biglobosa</i>	Fabaceae	Narehi	Ec	Dec	Or	27	22	8,79	0,63
<i>Bombax costatum</i>	Malvaceae	Mouchou	Ec	Inf	Or	23	20	7,49	0,53
<i>Physalis angistofolia</i>	Solanaceae	Bembem	Ra	Dec	Or	23	19	7,49	0,53
<i>Boswellia dalzielii</i>	Burseraceae	Andakehi	Ec	Dec	Or	21	18	6,84	0,49
<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	Dukuhi-ladde	Ec/Fe	Dec	Or	21	18	6,84	0,49
<i>Chrysanthellum americanum</i>	Asteraceae	Fewo	Ec	Mac	Or	20	18	6,51	0,47
<i>Kaya senegalensis</i>	Meliaceae	Dalehi	Ec/	Dec	Or	20	18	6,51	0,47

**Légende :** NV : Nom Vernaculaire PU : Partie Utilisée FR : Fréquence Relative VA : Voie d'Administration Sci : Score de citation NP : Nombre de Plantes FRCi : Fréquence Relative de Citation UV : Use-Value Ec : Ecorce Fr : Fruit Fe : Feuille MP : Mode de Préparation Dec : Décoction Mac : Macération Inf : Infusion Or : Orale

### III.1.2. Rendement d'extraction

Le tableau IV nous présente les rendements d'extraction des matières fraîches et sèches des extraits des deux plantes (*Acacia nilotica* et *Lophira lanceolata*) de la ville de Garoua et ses environs. Le rendement de la matière fraîche est plus élevé dans la famille des Ochnacées 17.01% et une plus faible valeur dans la famille des Fabacées 2.63%. De même, les rendements d'extractions des matières sèches ont des valeurs élevées dans la famille des Ochnacées 51.02% et plus faibles dans la famille des Mimosacées 7.88%

**Tableau IV.** Matière végétale poids des fruits et écorces fraîches

Rendement deux types d'extractions (Macération hydro-éthanolique, hydraulique et éthanolique) réalisées sur les trois plantes

Matière végétale	Poids des écorces ou fruits frais Mo (g)	Poids des écorces séchées ou fruits, broyées et tamisées M'o(g)	Poids de l'extrait lyophilisé obtenu Mi (g)	Rendement d'extraction Rd% Mf	Rendement d'extraction Rd% Ms
<i>Lophira lanceolata</i> macéré (H <sub>2</sub> O/EtOH)	94,83	31,61	6,77	7,13	21,41
<i>Lophira lanceolata</i> macéré (EtOH)	94,83	31,61	3,67	3,87	11,61
<i>Lophira lanceolata</i> macéré (H <sub>2</sub> O)	94,83	31,61	5,7	6,01	18,03
<i>Acacia nilotica</i> macéré (H <sub>2</sub> O/EtOH)	3319,05	1107,38	47,23	1,42	4,26
<i>Acacia nilotica</i> Macéré (EtOH)	3319,05	1107,38	40 ,16	1,21	3,62

**Légende :** Mf : Matière fraîche ; Ms : Matière sèche ; Rd : Rendement

### III.1.3. Screening phytochimique qualitatif in vitro

Les résultats obtenus lors du screening phytochimique des extraits macérés (éthanolique ; hydroéthanolique ; hydraulique) des écorces et des fruits de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata* ont révélé la présence des alcaloïdes, des flavonoïdes, des terpenoïdes, des tanins catéchiques, des polyphénols, des quinones et des stéroïdes (TAB.V). Les alcaloïdes, les

## Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

stéroïdes, les polyphénols et les flavonoïdes étaient les plus diversifiés dans les différents extraits. Cependant, Les saponosides sont absentes dans les extraits macérés hydroéthanoliques et éthanoliques de *Acacia nilotica* et de l'extrait éthanolique de *Lophira lanceolata*. De même, une absence remarquable des mucilages dans tous les extraits des deux plantes sélectionnées.

**Tableau V.** Screening phytochimique des extraits des deux plantes sélectionnées

Codes des échantillons (Extraits)	Lol. /H <sub>2</sub> O	Lol. /H <sub>2</sub> O/EtOH	Lol. /EtOH	An. /EtOH	An. /H <sub>2</sub> O/EtOH
<b>Saponosides</b>	+	+	-	-	-
<b>Alcaloïdes</b>	+	+	+	+	+
<b>Terpenoides</b>	+	+	+	+	+
<b>Stéroïdes</b>	+	+	+	+	+
<b>Polyphénols</b>	+	+	+	+	+
<b>Quinones</b>	+	+	+	+	+
<b>Coumarines</b>	+	+	+	+	+
<b>Anthocyanes</b>	-	-	+	+	+
<b>Tanins catéchi-ques</b>	+	+	+	+	+
<b>Tanins galliques</b>	-	+	+	+	+
<b>Mucilages</b>	-	-	-	-	-
<b>Flavonoïdes</b>	+	+	+	+	+

**Légende :** *Lol* : *Lophira lanceolata* ; *An* : *Acacia nilotica* ; *EtOH* : Ethanol ; *H<sub>2</sub>O* : Eau ; *Lol. /H<sub>2</sub>O* : *Lophira lanceolata* Aqueux ; *Lol. /H<sub>2</sub>O/EtOH* : *Lophira lanceolata* Hydroéthanolique ; *Lol. /H<sub>2</sub>O/EtOH* : *Lophira lanceolata* Ethanolique ; *An. /EtOH* : *Acacia nilotica* Ethanolique ; *An. /H<sub>2</sub>O/EtOH* : *Acacia nilotica* Hydroéthanolique ; + = présent ; - = Absent

L'extrait aqueux de *Lophira lanceolata* a révélé la présence des saponosides, des stéroïdes, des alcaloïdes, des terpenoides, des tanins catéchi-ques, des polyphénols, des flavonoïdes, des quinones et des coumarines. Mais une absence des anthocyanes, des mucilages et des tanins galliques.

Par ailleurs, l'extrait macéré hydroéthanolique de *Lophira lanceolata* a montré la présence des saponosides, des alcaloïdes, des stéroïdes, des terpenoides, des flavonoïdes, des tanins catéchi-ques, des polyphénols, des quinones, des coumarines et des tanins galliques. Or, une absence des anthocyanes et des mucilages.

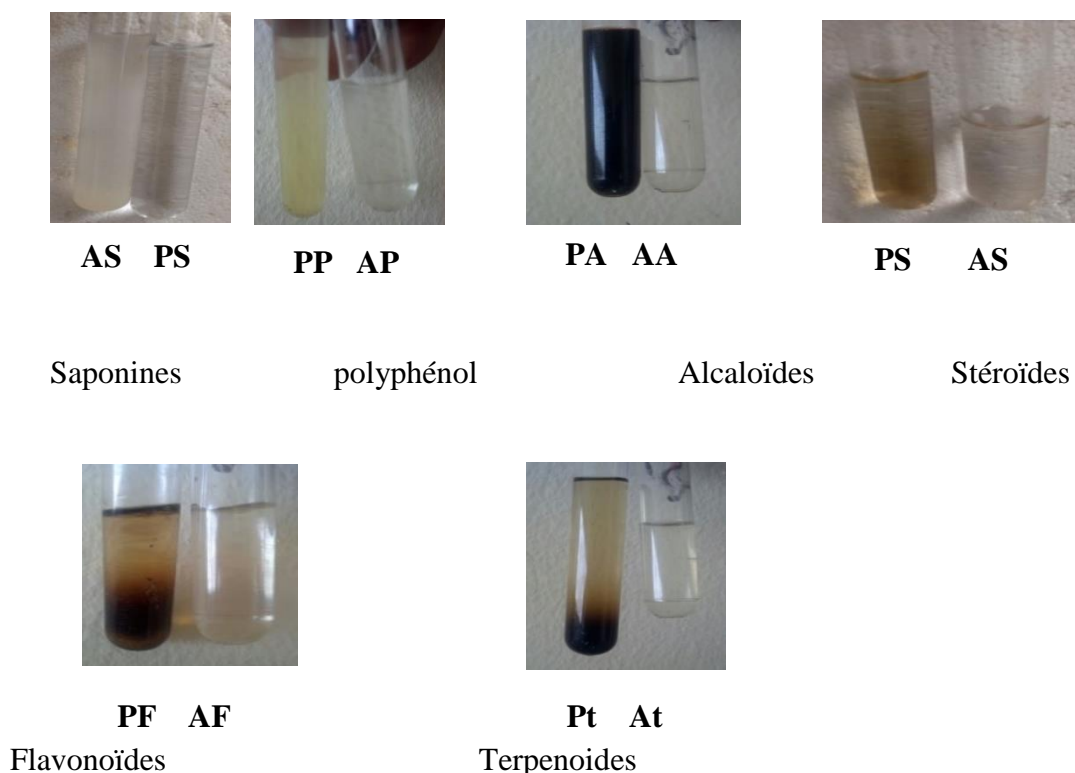
## Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

Toutefois, l'extrait macéré éthanolique de *Lophira lanceolata* a démontré la présence des alcaloïdes, des flavonoïdes, des polyphénols, des anthocyanes, des terpenoïdes, des stéroïdes, des tanins catéchiques, des quinones, des coumarines et des tanins galliques. Néanmoins, l'absence des saponosides et des mucilages.

D'ailleurs l'extrait macéré éthanolique de *Acacia nilotica* a révélé la présence des polyphénols, des alcaloïdes, des terpenoïdes, des flavonoïdes, des stéroïdes, des tanins catéchiques, des quinones, des anthocyanes et des tanins galliques. Par contre, une absence des saponosides, des coumarines et des mucilages.

De même, l'extrait macéré hydroéthanolique de *Acacia nilotica* a montré la présence des polyphénols, des alcaloïdes, des terpenoïdes, des flavonoïdes, des stéroïdes, des tanins catéchiques, des quinones, des coumarines, des anthocyanes et des tanins galliques. Certes, une absence des saponines et des mucilages.

Les photographies de la Figure 10 illustrent la présence ou l'absence des métabolites recherchés.



**Figure 10:** Résultats des tests positifs des constituants phytochimiques (Igra et al., 2021).

**Légende :** AS : Absence Saponine, PP : Présence Polyphénols, PA : Présence Alcaloïdes, PF : Présence Flavonoïdes, PS : Présence Saponine, AP : Absence Polyphénols, AA : Absence Alcaloïdes, AF : Absence Flavonoïdes



## Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

**Tableau VI.** Activités antibactériennes *in vitro* des extraits bruts de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata*

Extraits	An/(H <sub>2</sub> O/EtOH)		An/EtOH		Lol/(H <sub>2</sub> O/EtOH)		Lol/H <sub>2</sub> O		Lol/EtOH	
Sf NR	CMI	1.25	CMI	1.25	CMI	1.25	CMI	0	CMI	1.25
518	CMB	5	CMB	5	CMB	2.5	CMB	ND	CMB	5
	CMB/CMI	4	CMB/CMI	4	CMB/CMI	2	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	4
Sd	CMI	5	CMI	5	CMI	0	CMI	0	CMI	0
CPC	CMB	>5	CMB	>5	CMB	ND	CMB	ND	CMB	ND
	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND
Sa	CMI	1.25	CMI	1.25	CMI	1.25	CMI	0	CMI	1.25
ATCC	CMB	5	CMB	5	CMB	>5	CMB	ND	CMB	5
12600	CMB/CMI	2	CMB/CMI	4	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	4
Sa	CMI	2.5	CMI	1.25	CMI	1.25	CMI	0	CMI	2.5
ATCC	CMB	>5	CMB	>5	CMB	5	CMB	ND	CMB	>5
700698	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	4	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND
Kp NR	CMI	2.5	CMI	2.5	CMI	0	CMI	0	CMI	0
500	CMB	5	CMB	>5	CMB	ND	CMB	ND	CMB	ND
	CMB/CMI	2	CMB/CMI	2.5	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND	CMB/CMI	ND

**Légende :** *Sa* : *Staphylococcus aureus* ; *Sf* : *Shigella flexneri* ; *Sd* : *Shigella dysenteriae* ; *Kp* : *Klebsiella pneumoniae* ; *CPC* : Centre Pasteur du Cameroun ; *Lol* : *Lophira lanceolata* ; *An* : *Acacia nilotica* ; *EtOH* : Ethanol ; **CMI** : Concentration Minimale d'Inhibition ; **CMB** : Concentration Minimale Bactéricide.

L'analyse du tableau VI ci-dessus montre une activité modérée hydroéthanolique de *Acacia nilotica*, avec une valeur de CMI égale à 1,25 mg/ml et 2,5 mg/ml sur la souche de *Shigella flexneri* NR518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, et sur *Klebsiella pneumoniae* NR 500. Toutefois, l'activité Bactéricide de l'extrait hydroéthanolique a été observée sur trois souches Bactériennes. Premièrement sur la souche *Shigella flexneri* NR 518 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 4 ; Ensuite, sur la souche de *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 2 et en fin sur *Klebsiella pneumoniae* NR 500 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 2. En outre, l'extrait éthanolique de *Acacia nilotica* a présenté une activité modérée avec une valeur de CMI égale à 1,25 mg/ml et à 2,5 mg/ml vis-à-vis de certaines souches bactériennes à savoir *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 et *Klebsiella pneumoniae* NR 500. En effet, l'activité Bactéricide sur l'extrait éthanolique de *Acacia nilotica* a été appréciée avec une valeur de CMB /CMI égale à 4 sur la souche *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 et avec une valeur de rapport CMB/CMI égale 2 sur la souche *Klebsiella pneumoniae* NR

500. D'autre part, l'extrait hydroéthanolique de *Lophira lanceolata* a également révélé une activité modérée avec une valeur de CMI égale à 1,25 mg/ml sur les souches *Shigella flexneri* NR 518 et *Staphylococcus aureus* ATCC 700698. Certes, l'activité Bactéricide de l'extrait hydroéthanolique de *Lophira lanceolata* a été observée sur *Shigella flexneri* NR 518 avec une valeur de CMB/CMI égale à 2 et sur *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 4. D'ailleurs, l'extrait éthanolique de *Lophira lanceolata* a présenté une activité modérée avec une valeur de CMI égale à 1,25 mg/ml sur les souches *Shigella flexneri* NR 518 et *Staphylococcus aureus* ATCC 12600. Toutefois, la Bactéricidie de l'extrait éthanolique de *Lophira lanceolata* a été révélée sur les souches de *Shigella flexneri* NR 518 et *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 avec une valeur de CMB/CMI égale à 4. Par contre, aucune activité (Bactéricide ou Bactériostatique) de notre extrait aqueux (hydraulique) de *Lophira lanceolata* n'a été observée sur toutes les souches Bactériennes utilisées.

## **CHAPITRE IV: DISCUSSION**

#### **IV.1. DISCUSSION**

Des résultats obtenus à l'issue de l'enquête ethnobotanique, il en ressort que 11 plantes médicinales sont régulièrement utilisées dans la pharmacopée traditionnelle locale pour traiter les maladies Bactériennes dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun) et sa périphérie. Les plus appréciées des tradipraticiens sont entre autres *Acacia nilotica* (FRCi = 13,03 % ; UV = 0,93), *Lophira lanceolata* (FRCi = 12,70 % ; UV = 0,91) (Tab.2). De plus, plusieurs études biographiques rapportent les résultats ethnobotaniques similaires. C'est par exemple l'étude faite à Maiduguri (Nigeria) qui a confirmé l'utilisation de *Lophira lanceolata* en milieu traditionnel pour traiter la dysenterie, la diarrhée, les infections cutanées, les brûlures, les plaies et les ulcères et en côte d'ivoire pour traiter l'hypertension [43] [76]. De même, *Acacia nilotica* qui est une espèce de la famille des Fabacées et est beaucoup plus utilisé en médecine traditionnelle contre les affections bactériennes, l'impuissance sexuelle, le cancer de l'oreille, la lèpre [77].

La caractérisation phytochimique des extraits aqueux, hydroéthanoliques et éthanoliques macérés des écorces et des fruits de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata* a révélé la présence des alcaloïdes, des saponosides, des terpenoïdes, des flavonoïdes, des stéroïdes, des polyphénols, des tanins, des quinones, des coumarines et des anthocyanes (Tab 9). Les flavonoïdes, les alcaloïdes, les stéroïdes, les terpenoïdes, les polyphénols, les quinones, les coumarines étaient présentes dans les extraits de *Lophira lanceolata*. Ce qui corrobore avec les résultats obtenus des travaux de N'Guessam *et al.* (2022) [76] qui ont révélé la présence des polyphénols, des flavonoïdes, des alcaloïdes, des polyterpènes et des stérols dans les extraits des feuilles de *Lophira lanceolata*. Mais néanmoins, l'absence des anthocyanes dans certains de nos extraits (aqueux et hydroéthanolique) ne corrobore pas avec les résultats obtenus dans les travaux de Mounvera *et al.* (2023) [12] qui ont pu démontrer la présence des anthocyanes dans les extraits aqueux et éthanoliques. L'absence des anthocyanes dans nos travaux peut être dû à plusieurs facteurs tels que la période de récolte, les conditions de séchages et les méthodes d'extractions utilisées [56]. Par ailleurs, les études de Audu *et al.* (2007) [43] faites sur les extraits de *Lophira lanceolata* ont révélé l'absence des alcaloïdes ce qui ne corrobore pas avec les résultats obtenus dans ce travail. D'autre part, les études de Keita *et al.* (2021) [78] faites sur les extraits macérés de *Acacia nilotica* ont révélé la présence des tanins, des flavonoïdes, des anthocyanes et les coumarines ce qui concorde avec les résultats obtenus dans ce travail. Mais du moins les résultats de leurs travaux ont démontré la présence des mucilages dans les extraits de *Acacia nilotica* ce qui ne concorde pas avec nos travaux qui ont révélé l'absence des

mucilages dans les extraits de *Acacia nilotica*. Ceci pourrait probablement être dû à plusieurs facteurs tels que la période de récolte, les conditions de séchage et les méthodes d'extractions utilisées [56].

Les résultats obtenus à l'issue de l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits étudiés ont permis de les catégoriser conformément à l'échelle établit par Tamakou *et al* (2017) [55]; un extrait/fraction était donc considéré comme hautement actif (Ve) lorsque la CMI < 100 µg/ml, significativement actif (Ve) si  $100 \leq \text{CMI} \leq 512$  µg/ml, modérément actif (Ve) pour  $512 < \text{CMI} \leq 2048$  µg/ml, faiblement actif CMI > 2048 µg/ml et non actif CMI > 10 µg/ml. D'après Gatsing et Adoga (2007) [45], lorsque le rapport d'activité CMB/CMI d'un antimicrobien est inférieur ou égal à quatre ( $\leq 4$ ), ce dernier est dit bactéricide tandis que, si ce rapport est supérieur à quatre ( $> 4$ ), il est dit bactériostatique. On note également que la majorité des échantillons ont présenté une activité modérée sur au moins une des bactéries testées dans le cadre de ce travail. Toutefois, il en ressort que seule l'extrait aqueux de *Lophira lanceolata* s'est révélé sans activité avec toutes les souches bactériennes utilisées. Ce qui ne concorde pas avec les travaux réalisés par Signou *et al.* (2021) [78] au Mali qui ont démontré que les extraits bruts de macération et de décoction étaient actifs pour quatre souches Bactériennes testées (*Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus sp*) avec une valeur de CMI égale à 0.5 mg/ml. D'autre part, les extraits hydroéthanoliques et éthanoliques de *Lophira lanceolata* ont révélé une activité modérée avec une valeur de CMI égale à 1,25 mg/ml vis-à-vis des souches de *Shigella flexneri* NR 518 et de *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 ou ATCC 12600. De même, la Bactéricidie des extraits (hydroéthanolique et éthanolique) de *Lophira lanceolata* a été observée sur des souches *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 et *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 avec des valeurs de CMB/CMI comprise entre 2 et 4. Ce qui corrobore avec les résultats obtenus des travaux de Abubakar *et al.* (2019) [77] qui ont démontré selon leurs travaux que les extraits et les fractions d'écorces de tige de *Lophira lanceolata* présentaient une activité antibactérienne vis-à-vis de certaines souches Bactériennes (*S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aroginosa*, et *E. coli*). En outre, l'extrait éthanolique avec une CMI égale à 31.3 mg/ml a révélé une Bactéricidie par rapport à *B. subtilis* d'après les résultats obtenus de leurs travaux. Par ailleurs, une activité modérée hydroéthanolique de *Acacia nilotica*, avec une valeur de CMI comprise entre 1,25 mg/ml et 2,5 mg/ml sur la souche de *Shigella flexneri* NR518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, et sur *Klebsiella pneumonia* NR 500. Toutefois, l'activité Bactéricide de l'extrait hydroéthanolique a été observée sur trois souches Bactériennes. Premièrement sur la souche *Shigella flexneri* NR

518 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 4 ; Ensuite, sur la souche de *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 2 et en fin sur *Klebsiella pneumonia* NR 500 avec une valeur de rapport CMB/CMI égale à 2. En outre, l'extrait éthanolique de *Acacia nilotica* a présenté une activité modérée avec une valeur de CMI comprise entre 1,25 mg/ml et 2,5 mg/ml vis-à-vis de certaines souches bactériennes à savoir *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 et *Klebsiella pneumonia* NR 500. En effet, l'activité Bactéricide sur l'extrait éthanolique de *Acacia nilotica* a été appréciée avec une valeur de CMB /CMI égale à 4 sur la souche *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 et avec une valeur de rapport CMB/CMI égale 2 sur la souche *Klebsiella pneumonia* NR 500. Par contre, aucune activité (Bactéricide ou Bactériostatique) de notre extrait aqueux de *Lophira lanceolata* n'a été observée sur toutes les souches Bactériennes utilisées. L'étude de la cytotoxicité a révélé que les extraits de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata* possèdent une concentration cytotoxique de 50 supérieurs à 100 µg/ml ( $CC_{50} > 100$ ). Ce qui explique que nos extraits sont non toxiques pour les cellules de Véro. Ce travail corrobore avec les résultats obtenus dans les travaux de Latifa *et al.* (2014) [79] qui ont montré que la gomme de *Acacia nilotica* serait sans effet toxiques aux cellules humaines. De même, Afassatou *et al.* (2009) [38] qui ont démontré que les extraits des feuilles et des fruits de *Acacia nilotica* sont non toxique pour les cellules de l'organisme. D'autre part, Mounvera *et al.* (2022) [12] ont démontré que les extraits de *Lophira lanceolata* sont non cytotoxiques aux globules rouges humains comparé au médicament standard cytotoxique, triton x100 qui possédait une toxicité élevée pour les cellules Erythrocytaires humains.

**CHAPITRE V: CONCLUSION ET  
RECOMMANDATIONS**

## **V.1. CONCLUSION :**

Parvenue au terme de ce travail dont l'objectif général était d'étudier l'activité antibactérienne *in vitro* de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (région du Nord Cameroun), il en ressort que :

- Deux espèces sur 11 ont été sélectionnées à l'issue des enquêtes ethnobotaniques : *Acacia nilotica* et *Lophira lanceolata*. Leurs scores de citations permettent de sélectionner la plante pour approfondir la recherche dans le but de confirmer ou infirmer leur utilisation. Bien qu'ayant fait l'objet de plusieurs publications, ces espèces ont été sélectionnées pour des critères structuraux intéressants, compte tenu des composés qui ont déjà été isolés à partir de ces plantes.
- Le criblage phytochimique a mis en évidence la présence des composés tel que les alcaloïdes, des saponosides, des terpenoïdes, des flavonoïdes, des stéroïdes, des polyphénols, des tanins, des quinones, des coumarines dans les extraits de *Acacia nilotica* et de *Lophira lanceolata*. Les mucilages étaient absents dans tous les différents extraits des plantes tandis que les anthocyanes étaient présents que dans trois (éthanoliques de *Lophira lanceolata*, éthanoliques de *Acacia nilotica*, hydroéthanoliques de *Acacia nilotica*) sur cinq extraits.
- Les extraits hydroéthanoliques et éthanoliques de *Lophira lanceolata* ont révélé une activité modérée avec une valeur de CMI égale à 1.25 mg/ml vis-à-vis des souches *Shigella flexneri* NR 518 et *Staphylococcus aureus* ATCC 700698 ou ATCC 12600. En outre, l'extrait hydroéthanolique de *Acacia nilotica* a présenté une activité modérée avec une valeur de CMI comprise entre 1.25 mg/ml et 2.5 mg/ml sur la souche de *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, et *Klebsiella pneumonia* NR 500. De plus, l'extrait éthanolique de *Acacia nilotica* a aussi démontré une activité modérée avec une valeur de CMI comprise entre 1.25 mg/ml et 2.5 mg/ml par rapport à certaines souches bactériennes à savoir *Shigella flexneri* NR 518, *Staphylococcus aureus* ATCC 12600 et *Klebsiella pneumonia* NR 500. Cependant sur le plan toxicologique, tous nos extraits des plantes ont été testés du fait de déterminer leur cytotoxicité par rapport aux cellules de Véro. Et ils ont été non toxiques ce qui s'explique par les valeurs de concentration cytotoxique supérieure à 100 µg/ml.

Les différents résultats obtenus tout au long du travail sont satisfaisant en ce sens qu'ils démontrent clairement qu'à la suite d'études approfondies, les plantes étudiées pourraient être utilisées pour le traitement des maladies microbiennes causées par les Bactéries.



**V.2. RECOMMANDATION :**

A la fin de nos travaux nous pouvons recommander :

- La sensibilisation de la population sur les bienfaits des plantes médicinales et leurs protections insitus.
- L'organisation des tradipraticiens en association et rechercher les mesures d'intégration des produits médicinaux traditionnels dans le système des soignes conventionnels.
- Etendre des investigations sur les plantes médicinales locales afin d'en construire une base des données disponible pour les chercheurs.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] A. Philippon, «Antibiotiques I.», *Cours de bactériologie Générale.*, 2006.
- [2] OMS., «Prise en charge d'une infection bactérienne potentiellement grave chez le jeune nourrisson âgé de 0 à 59 jours lorsqu'un transfert vers une structure hospitalière est impossible.», 2017.
- [3] C. L. H. B. A. e. F. N. Lemaoui, «Stratégies actuelles de lutte contre la résistance aux antibiotiques,» *Journal Des Anti-Infectieux*, vol. 19(1), pp. 12-19, 2017.
- [4] A. e. M. J. G. Muylaert, «Résistances bactériennes aux antibiotiques: les mécanismes et leur « contagiosité »,» vol. 156, pp. 109-123, 2012.
- [5] A. Benmakhlouf, «Pour la valorisation du pouvoir des plantes dans la médecine,» 2018.
- [6] J. K. T. K. F. e. K. V. Dzotam, «Antibacterial and antibiotic-modifying activities of three food plants *Xanthosoma mafaffa* Lam, *Moringa oleifera* (L.) Schott and *Passiflora edulis* (Sims) against multidrug-resistant (MDR) Gram-negative bacteria,» *Biomed central Complementary and Alternative Medicine*, vol. 16(1), 2016.
- [7] P. M. A. T. W. B. E. N. F. A. G. D. J. K. e. K. V. Nayim, «Antibacterial and Antibiotics-Potentiating Activities of Thirteen Cameroonian Edible Plants against Gram-Negative Resistant Phenotypes,» *The Scientific World Journal*, pp. 1-14, 2018.
- [8] S. G. M. T. A. F. G. A. M. T. H. N. P. W. N. E. B. e. K. V. Nguenang, «*Tristemma hirtum* and five other Cameroonian edible plants with weak or no antibacterial effects modulate the activities of antibiotics against Gram-Negative Multidrug-Resistant Phenotypes,» *Scientific World Journal*, pp. 1-12, 2018.
- [9] N. E. B. N. P. M. T. A. V. K. I. D. K. J. N. O. J. T. e. K. V. Wamba, *Syzigium jambos displayed antibacterial and Antibiotic-Modulation Activities against resistances phenotypes*, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2018, pp. 1-12.
- [10] F. B. R. e. B. P. Caby, «Infections à staphylocoques,» vol. 5(1), pp. 1-7, 2010.
- [11] L. M. H. J. P. e. K. D. A. Prescott, «Microbiologie (2e éd.),» 2003.
- [12] A. Moussi, «La cellule bactérienne,» 2014.
- [13] B. Yahiaoui, «Cours de microbiologie générale,» 2015.
- [14] A. D. J. e. B. A. Meyer, «Cours de microbiologie générale avec problèmes et exercices corrigés (2e éd.),» 2004.

- [15] G. A. W. K. E. M. D. M. W. V. J. O. H. R. A. e. H. D. C. Jacoby, «qnrB, another plasmid-mediated gene for quinolone resistance,» n° % 150, pp. 1178-1182, 2006.
- [16] M. P. Battraud, *La résistance aux antibiotiques, un mythe ou une réalité?*, Lille: Université de Lille, 2017.
- [17] V. D. N. e. E. A. S. Bianchi, *Bactériologie-virologie (1e ed.)*, D. B. supérieur, Éd., Paris, 2013.
- [18] E. Drouet, «Le monde microbien, partie 1: Microbes et Microbiologie,» 2012.
- [19] D. N. W. M. C. O. L. I. D. P. C. A. N. J. B. S. J. C. V. e. T. S. A. Karou, «African Ethnopharmacology and New Drug Discovery. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology,» vol. 1(1), pp. 1684-5315, 2006.
- [20] T. Kenneth, «Mechanisms of bacteria pathogenesis : colonization and invasion,» 2002.
- [21] S. Charachon, «Relations hôtes-Bactéries,» 2007.
- [22] D. M. A. S. M. D. e. O. K. M. N. Yala, «Classification et mode d'action des antibiotiques,» n° % 191, pp. 13-14, 2001.
- [23] J. D. F. R. J. F. R. C. e. G. E. Cavallo, «Béta-lactamines,» vol. 1, pp. 129-616, 2004.
- [24] C. e. V. J. L. Nauciel, «Bactériologie medicale (2e ed.),» 2005.
- [25] C. I. N. P. Zomahoun, «Evaluation de la sensibilité aux antibiotique des bactéries isolées des infections urinaires au laboratoire de bactériologie du centre national hospitalier universitaire Hubert koutoukou Maga (C.N.H.U.H.K.M) (Thèse de doctorat d'état),» 2005.
- [26] L. D. A. A. A. B. M. P. G. C. J.-D. e. T. M. Meradi, «Resistance aux quinolones de types qnr, aac (6')-Ib-cr chez les entérobactéries isolées à Annaba en Algérie,» vol. 4, n° % 159, pp. 73-78, 2009.
- [27] M. Délmée, «Microbiologie médicale,» 2004.
- [28] L. Michel, «Etude de la sensibilité aux antimicrobiens,» 2011.
- [29] F. C. A. e. G. A. Jehl, «L'antibiogramme: Diamètre ou CMI,» *Journal des Anti-infectieux*, vol. 17(4), pp. 125-139, 2015.
- [30] M. S. M. e. I. S. K. Balouiri, «Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity : A review,» *Journal of Pharmaceutical Analysis*, vol. 6(2), pp. 71-79, 2016.

- [31] J. H. e. F. M. J. Jorgensen, «Antimicrobial susceptibility testing: a review of general principles and contemporary practices,» *Clinical Infectious Disease*, vol. 49 (11), pp. 1749-1755, 2009.
- [32] U. P. e. M. Curie, *Cours de Bactériologie*, R. inédit, Éd., Université Pierre et Marie curie, 2003.
- [33] H. G. D. F. M. S. B. C. M. V. B. M. B. L. J. C. O. e. D. P. G. Goossens, *National campaigns to improve antibiotic use*, *European Journal of Clinical Pharmacology*, 2006, pp. 373-379.
- [34] Y. N. A. Bouyahya, *Resistace aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bacteries*, *Phytothérapie*, pp. 1-9.
- [35] C. e. B. J. Gaudy, «Antibiotiques: pharmacologie et therapeutique,» *Librairie Professionnelle Internationale*, p. 272, 2005.
- [36] N. V. B. F. G. Y. V. R. e. T. P. M. Mesaros, «L'efflux des Antibiotiques: un mécanisme ubiquitaire conduisant à la résistance. Etat de la question et implications microbiologiques et cliniques,» *Louvain medical*, vol. 124(8), pp. 308-320, 2005.
- [37] H. S. S. B. L. C. P. G. L. K. G. B. C. e. B. F. Chaussade, «Les médicaments antibiotiques en urologie,» *Progrès En Urologie*, vol. 23(15), p. 1327–1341, 2013.
- [38] J. R. Aeschlimann, «The role of multidrug efflux pumps in the antibiotic resistance of *Pseudomonas aeruginosa* and other gram-negative bacteria. Insights from the Society of Infectious Diseases Pharmacists,» vol. 23(7), pp. 916-924, 2003.
- [39] C. Delmas, *iche technique: Shigella Flexneri . Toulouse: Laboratoire de Bacteriologie Hygiene CHU Toulouse*, Toulouse: Laboratoire de Bacteriologie Hygiene CHU Toulouse, 2007.
- [40] OMS, *Directives pour la lutte contre la shigellose, y compris lors d'epidemies dues à shigella dysenteriae type 1*, 2-25: Bibliothèque de l'OMS, 2008.
- [41] N. KASSIS-CHIKHANI, *Klebsiella Pneumoniae Pathogene Nosocomial Resistance et Virulence*, PARIS : Université Pierre et Marie Curie paris 6, 2012.
- [42] O. D. S. B. M.-E. R. A. t. e. F. V. Oana Dumitrescu, *Résistance aux antibiotiques chez Staphylococcus aureus*, Paris: Med Sci (Paris), 2010.
- [43] J. J. S. J. J. e. L. S. Perry, *Microbial life*, vol. 1, Sunderland (Mass) Sinauer associated ed, 2002.

- [44] G. e. T. N. Tillotson, *New and alternative approaches to tackling antibiotic resistance*, vol. 5(51), F1000Prime Reports, 2013, pp. 1-9.
- [45] R. K. R. P. R. S. K. M. F. D. S. H. S. e. J. R. N. Flamm, *In vitro spectrum of pexiganan Activity When tested against Pāthogens from Diabetic Footy Infections and with selected resistance mechanisms*, Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2015, pp. 1-14.
- [46] T. L. C. B.-C. J. M. D. B. S. L. A. B. e. T. F. Dimitriu, *Genetic information transfer promotes cooperation in bacteria*, vol. 111(30), Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 2014, pp. 11103-11108.
- [47] O. e. al, *Acacia nilotica subsp nilotica*, vol. 4.0, Agroforestry Database, pp. 1-5.
- [48] E. E. a. A. Muhammad, *Fertility enhancing effects of Aqueous stem bark extract of Lophira lanceolata in male spargue dawley rats*, vol. 002, international journal of plant physiology and biochemistry, 2009.
- [49] C. A. O. A. N. O. F. N. M. I. A. N. a. D. I. A. Nneka igboeli, «Antidiarrheal activity of methanol leaf extract of lophira lanceolata tiegh (Ochnaceae),» *Merit Research journals*, vol. 060, 2015.
- [50] S. Krief, *Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observation de l'alimentation des chimpanzés (Pan troglodytes shweinfurthii) en ouganda. Activités biologiques et étude des plantes consommées (Thèse de doctorat)*, Museum national d'histoire naturelle, 2003.
- [51] O. Medjoudja, *Methodes d'étude d'activité des antioxydants des plantes médicinales.*, 2012.
- [52] H. F. M. H. e. K. R. Rasouli, «Polyphenols and their benefits: A review,» *International Journal of Food Properties*, vol. 20(2), p. 1700–1741, 2017.
- [53] T. S. N. J. B. L. I. e. G. O. G. N. I. P. Sourabie, «Etude in vitro de l' activité antibactérienne d'extraits d'une plante de la pharmacopée burkinabé: cas d'Argemone mexicana L. (Papaveraceae),» *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 4(6), 2016.
- [54] K. G. e. B. J. Zulak, «Terpenoid Biosynthesis and specialized vascular cells of conifer defenses,» *Journal of integrative Plant Biology*, n° %152, pp. 86-97, 2010.
- [55] E. G. W. S. H. L. T. C. e. G. F. R. Bisoli, «Bioactiv pentacyclic triterpenes from the stems of Combretum laxum,» *Molecules*, vol. 13(11), pp. 2717-2728, 2008.

- [56] J. Bruneton, *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*. (4e ed), Paris: Paris : Technique et Documentation Lavoisier, 2009.
- [57] T. V. S. S. R. L. C. R. B. e. V. P. E. Balakrishna, *A review on extractions techniques*. *Indo American Journal of Pharmaceutical sciences*, vol. 3(8), 2016, pp. 880-891.
- [58] H. Benhabdallah, *Polycopié de cours : Techniques d'extraction, de purification et de conservation*, R. inédit, Éd., Sétif: Université Ferhat Abbas de Sétif., 2016.
- [59] N. N. Azwanida, *A Review on the extraction methods use in medicinal Plants, principle, strength and limitation*, vol. 4(3), *Medicinal and Aromatics Plants*, pp. 1-6.
- [60] H. F.-X. e. B. Jean, *Carte Pédologique de reconnaissance : Feuille Garoua à 1/200000*, Paris: ORSTOM, (II)-114p, 1974.
- [61] R. MOUSSA, *Communes et Villes Unies du Cameroun*, Hub des savoirs des villes et collectivités territoriales d'Afrique, 2014.
- [62] Babady, *Notion de chimie de substances naturelles*, 1996.
- [63] B. W., «Book Review: Ethnobiological classification: principles of categorization of plants and animals In: Traditional Societies, by Brent Berlin,» *Journal of ethnobiology*, vol. 13 (1), pp. 14-47, 1993.
- [64] B. D. & R. P. Berlin B., «General Principles of Classification and Nomenclature in: Folk Biology,» *American Anthropologis*, vol. 75 (1), pp. 214-242, 2009.
- [65] C. Friedberg, *Methodologie d'enquete sur les plantes médecinales dans le cadre de l'Ethnoscience: In 1er Colloquer Européen d'Ethopharmacologie*, Metz, 1990, pp. 77-95.
- [66] M. A. A. F. B. W. C. & S. O. Heinrich, «Sexual development in plasmodium parasites: Knowing when it's to commit,» *Nature Reviews Microbiology*, vol. 13(9), pp. 573-587.
- [67] H. B. & G. T., «Importance indices in Ethnobotany,» *Research and Applications*, vol. 17(5), pp. 201-218, 2007.
- [68] J. Mc FARLAND, «The Nephelometer and Instrument for Calculating the Opsonic index and for Vaccines,» *JAMA: The journal of American Medical Association XLIX*, vol. (14), p. 1176, 1907.
- [69] B. Yahiaoui, *Cours de microbiologie générale*, R. inédit, Éd., Université de Bejaia, 2015.
- [70] E. Cazares Cortes, *Synthèse de nanogels biocompatibles et multi-stimulables pour la libération contrôlée d'une molécule modèle par hyperthermie magnétique et photothermie.*, 2017.

- [71] T. L. M. R. D. R. J. B. N. Bowling, «Application of a resazurin-based high-throughput screening assay for the identification and progression of new treatments for human African trypanosomiasis,» *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, n° 12, p. 262–270, 2012.
- [72] W. C. Evans, *Trease and Evans pharmacognosy (15e ed.)*, London : W.B sanders., 2002.
- [73] J. B. Harborne, *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis (3e éd.)*, New york: New york : Chapman and Hall Limited., 1998.
- [74] O. O. & S. E. A. Odebiyi, *Phytochemical screening of Nigerian medicinal plants II. Lloydia*, vol. 41(3), Lloydia, 1978, pp. 234-246.
- [75] H. J.B., *Phytochemical Methodes*, A Guide of modern techniques of Plants analysis, 1976, pp. 2-6.
- [76] L. K. K. F. K. N. K. O. I. P. A. Y. a. E. E. E. Jean-Baptiste N'Guessam Ossou, «Pharmacological effects of an aqueous leaf extract of *Lophira lanceolata* ( Ochnaceae) on blood presure and electrocardiogram in anesthetized rabbits,» *World Journal of Advanced Research and Reviews*, pp. 082-094, 2022.
- [77] A. M. A. a. J. Mustapha., «Evaluation of In Vitro Antifungal Activity of different Stem Extracts and Fractions of *Lophira Lanceolata*,» *Scholars Middle East Publishers*, p. 710, 2019.
- [78] Y. B. M. D. L. S. M. D. e. M. W. Signou KEITA, «Etude phytochimique et Activité Antibacterienne des extraits de fruits de *Acacia nilotica* var,» *Journal Afrique Science*, pp. 260-272, 2021.
- [79] D. B. M. B. A. E. K. R.-P. M. G.-s. M. G.-S. M. N. C. S. A. B. B. Latifa El Mansouri, «Phytochemical Screening, Antioxidant and Anti-inflammatory Properties of the Gum of *Acacia nilotica* from Southeast of Morocco,» *International Journal of Pharmacology and Clinical trials*, pp. 2051-8293, 2014.
- [80] NDe, L Maori, H Ardo, *A study on antimicrobial effect of extracts of Cassia arereh (Del.) on some clinical isolates*, *Journal of Medicinal Plants research* 3 (3) 116-119,, 2009.
- [81] A. e. M. J. G. Muylaert, *Résistances bactériennes aux antibiotiques: les mécanismes et leur « contagiosité »*, *Annales de Medecine vétérinaire*, pp. 109-123.

## ANNEXES

### **Annexe 1 : Fiche d'enquête ethnobotanique auprès des tradipraticiens ou ménages**

#### **A-Profiles des enquêtés**

1. Date : ..... Lieu : ..... Village : ...  
..... Quartier .....
2. Nom de l'enquêté : ..... Age .....
3. Sexe : homme..... Femme.....
4. Ethnie : ..... Religion..... (Animistes, chrétiens, musulmans, autres).....
5. Niveau d'étude : aucun..... primaire..... secondaire..... universitaire.....
6. Mode d'acquisition du pouvoir : par le père ou la mère..... un guérisseur quelconque..... rêves mystiques..... ancien malade..... livresque.....
7. Profession : cultivateur..... ménagère..... fonctionnaire..... Herboriste.....
8. Lieu d'exercice : marché..... ménage..... ambulancier..... officine.....
9. Faites-vous la voyance ? ..... Utilisez-vous des incantations ? ..... Rituels ? .....
10. Comment arrivez-vous à poser un diagnostic ? : Observation sur le patient, voyance..... Faites-vous des attouchements sur vos patients ? : Oui...Non..... Si oui, quelle partie du corps ? Yeux..... Visage..... Torse..... Organe génital.....

#### **B- Informations sur les plantes utilisées dans les traitements (recettes)**

1. Avez-vous une (des) recette (s) contre le paludisme ? Oui.....Non.....
2. Si oui, Combien en avez-vous ? .....
3. Pouvez-vous les énumérer ? .....
4. Quels sont les ingrédients végétaux qui constituent la recette ? .....
5. Donnez le nom vernaculaire de la plante ..... Que signifie ce nom ? ..... Existe t-il une relation entre le nom de la plante et la maladie traitée ? .....
6. Comment s'effectue la préparation (temps de cuisson à indiquer) ? Décoction..... Macération..... Pulvérisation..... Infusion..... Cuisson à l'étouffée..... Trituration.....



## Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

---

7. Quel est le mode d'administration du traitement et la posologie ? Per os..... Bain.... Friction...Lavement.....Purge.....Inhalation.....Scarification..... Instillation.....
8. Qu'elle est la durée du traitement ? 1 semaine.....2 semaines.....1 mois.....2 mois...3 mois.....4mois.....5mois.....6 mois.....
9. La plante est-elle toxique ? Très toxique.....faiblement toxique.....pas toxique.....
10. Y-a-t-il des effets secondaires indésirables déjà déclarés ? Oui....Non.....Si oui ; comment faites-vous dans ce cas ?.....

### C- Informations botaniques et environnementales sur les plantes recensées

1. Nom de la plante (local et vernaculaire).....
2. Mode d'approvisionnement : Livrée.....Récoltée.....
- 3.Statut national :  
Sauvage.....domestiquée.....Cultivée.....
4. Plante est-elle aussi alimentaire, fourragère, bois de chauffe ?.....
5. Lieu de récolte : jardin de case.....Savanes (arbustive, arborée, boisée).....  
Friche.....Jachère .....Galerie forestière.....Foret séché.....
6. Organes utilisés de la plante : Racines .....Tige ..... Feuille ..... Écorce....  
Plante entière..... Fruits.....Graine ..... Sève..... Gui.....
7. Forme d'utilisation : Poudre..... Cendre..... Pate ..... Macéré .....Décocté.....  
Infusé..... Teinture alcoolique .....Talisman.....
8. Mode de conservation de l'organe utilisé : Sec..... Frais.....  
Immergé.....
9. Durée d'utilisation de la plante : Un jour ..... Deux jours..... Une semaine .....  
Deux semaines..... 1 mois..... 2 mois ..... Autres  
à préciser.....
10. La plante est -elle sacrée ?.....Quel est l'usage médico-magique de son gui d'Afrique ?.....

**Annexe 2: Ethnobotanical survey forms for traditional practitioners or households**

**A-profiles of the surveys.**

- 1-Date ..... Place..... Village.....Neighborhood.....
- 2- Name of the survey:.....Age.....
- 3-Gender: Male ..... Female.....
- 4-Ethnicity..... Religion..... (Animist, Christian, Muslim, other).....
- 5-Level of education: None..... Primary..... Secondary.....University.....
- 6-Mode of acquisition of power: by father or mother..... Any healer..... Mystical dreams..... Former patient.....bookish.....
- 7-profession: former..... housekeeper..... civil servant..... Herbalist.....
- 8-place: Market..... Housekeeping..... Itinerant.....Pharmacy.....
- 9-Do you do fortune telling?.....Do you use incantations?..... Ritual?.....
- 10- How do you make a diagnosis? Observation on the patient.....clairvoyance do you touch your patients?

**B-Information on the plants used in the treatments (recipes)**

- 1-Do you have a recipe for malaria? Yes..... No.....
- 2- If so, how many do you have?.....
- 3-Can you list them?.....
- 4- What are the plant ingredients that make up a recipe?.....
- 5- Give the vernacular name of the plant..... What does this name?..... is there a relationship between the name of the plant and the disease treated?.....
- 6- How is the preparation done (Cooking time to be indicated)? Decoction..... Maceration.....Pulverization..... Infusion..... Stewing..... Trituration.....
- 7- What is the mode of administration of the treatment and the dosage? Per os..... Bath.....Friction... Enema.... Purging.....Inhalation... Scarification...Installation.....
- 8- What is the duration of the treatment? 1week... 2week... 1month...2months...3months... 4months...5months...6months
- 9- Is the plant toxic? Very toxic..... slightly toxic..... not toxic.....
- 10- Are there any adverse side effects already reported? Yes.....No..... If yes, What do you do in this case?

**C- Botanical and environmental information about the plants**

- 1-name of plant (local and vernacular).....
- 2- Mode of supply: delivered..... Harvested.....
- 3-national status: wild..... domestic..... Cultivated.....
- 4-plant is also food, fodder, firewood?.....
- 5-place of harvest: Garder of hut..... Savannahs (shrubby, bushy and wooded)....  
Wasteland.....Follow..... Gallery..... Forestry.....Direct forest.....
- 6- Used organs of the plant: Roots..... Stem.....Leaves..... bark,...whole....  
plant..... Fruits.....seeds.....sap.....mistletoe.....
- 7- Form of use: powder..... ash..... paste.....macerated..... Decocted.....  
infused..... Alcoholic Tincture.....talisman.....
- 8-method of preservation of organ used: dry..... fresh..... Immersed.....
- 9-duration of use of the plant: two days.....one week..... two weeks.....  
1month.....others to specify.....
- 10- Is the plant sacred?..... What is the medicinal use of its African Mistletoe?.....

# Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

## Annexe 3 : Composition des milieux de cultures

<u>Milieux</u>	<u>Composition</u>	<u>Quantité (g)</u>
<u>Mueller Hinton</u> <u>Agar (MHA)</u>	<u>Peptone de caséine</u>	<u>17,5</u>
	<u>Amidon de maïs</u>	<u>1, 5</u>
	<u>Agar</u>	<u>17,0</u>
<u>Mueller Hinton</u> <u>Broth (MHB)</u>	<u>Peptone de caséine</u>	<u>17,5</u>
	<u>Amidon de maïs</u>	<u>1, 5</u>
<u>Composition du</u> <u>milieu DMEM</u>	<u>Chlorure de calcium hydraté</u>	<u>265.000 mg/L</u>
	<u>Nitrate de fer nanohydraté</u>	<u>0.100 mg/L</u>
	<u>Sels inorganiques</u>	<u>Sulfate de magnésium anhydre</u>
		<u>97.720 mg/L</u>
		<u>Chlorure de potassium</u>
		<u>400.000 mg/L</u>
		<u>Chlorure de sodium</u>
		<u>6400.000 mg/L</u>
	<u>Acides aminés</u>	<u>Glycine</u>
		<u>30.000 mg/L</u>
		<u>Hydrochlorure de L-Arginine</u>
		<u>84.000 mg/L</u>
		<u>Dihydrochlorure de L-cystine</u>
		<u>62.570 mg/L</u>
		<u>L-Glutamine</u>
		<u>584.000 mg/L</u>
		<u>Hydrochlorure de L-Histidine nomohydraté</u>
		<u>42.000 mg/L</u>
		<u>L-Isoleucine</u>
		<u>105.000 mg/L</u>
		<u>Hydrochlorure de L-Lysine</u>
		<u>146.000 mg/L</u>
		<u>L-Methionine</u>
		<u>30.000 mg/L</u>
		<u>L-Phenylalanine</u>
		<u>66.000 mg/L</u>
		<u>L-Serine</u>
		<u>42.000 mg/L</u>
		<u>L-Threonine</u>
		<u>95.000 mg/L</u>
		<u>L-Tryptophan</u>
		<u>16.000 mg/L</u>
	<u>Vitamines</u>	<u>sel de L-tyrosine disodique</u>
		<u>103.790 mg/L</u>
		<u>L-Valine</u>
		<u>94.000 mg/L</u>
		<u>chlorure de choline</u>
		<u>4.000 mg/L</u>
		<u>D-Ca-Pantothenate</u>
		<u>4.000 mg/L</u>
		<u>acide folique</u>
		<u>4.000 mg/L</u>
		<u>Nicotinamide</u>
		<u>4.000 mg/L</u>

## Etude de l'activité antibactérienne in vitro de deux plantes médicinales dans la ville de Garoua (Nord-Cameroun)

	<u>hydrochlorure pyridoxal</u>	<u>4.000 mg/L</u>
	<u>Riboflavine</u>	<u>0.400 mg/L</u>
	<u>hydrochlorure de thiamine</u>	<u>4.000 mg/L</u>
	<u>i-Inositol</u>	<u>7.200 mg/L</u>
<u>Autres</u>	<u>D-Glucose</u>	<u>4500.000 mg/L</u>
	<u>sel de rouge phénol sodique</u>	<u>15.900 mg/L</u>

### Annexe 4 : Préparation des milieux de culture utilisés

**Bouillon de Muller Hilton (MHB) :** le milieu de MHB a été préparé selon les instructions du fabricant. En effet, 21 g de poudre de milieu ont été pesés et dissous dans 1L d'eau distillée puis homogénéisé à l'aide d'un agitateur électrique en présence du barreau aimanté. Par la suite, le milieu a été autoclavé à 121°C pendant 30 min.

**Gélose de Muller Hinton (MHA) :** le milieu MHA a été préparé selon les instructions du fabricant. Pour cela, 39 g de poudre de milieu ont été pesé et dissous dans 1L d'eau distillée, porté à ébullition à 100°C, puis Autoclavé pendant 30 min à 121°C.

**Milieu DMEM :** Dans un flacon de 1L ajouter 100 ml de tryptose phosphate, 2 ml d'antibiotique (pénicilline-streptomycine 1%) et 100 ml de sérum de veau fœtal (SVF) puis stériliser par microfiltration à l'aide d'un micro filtre.

### Annexe 5 : Préparation des solutions

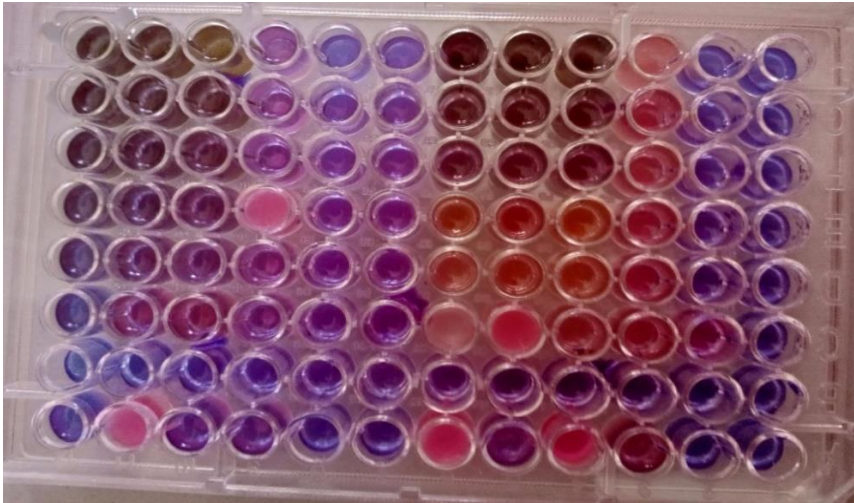
#### **Préparation de 0.5 ; 1 ; 2 ; 3 McF**

Préparation de 1% de BaCl<sub>2</sub> pour 10 m : peser 0.1g de BaCl<sub>2</sub> et dissoudre dans 10 ml d'eau distillée.

**Préparation de 1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour 10 ml :** diluer 100 µL d'acide sulfurique concentré dans 9.9 ml d'eau distillée. Prélever 50 µL de BaCl<sub>2</sub> préparer à 1% et introduire dans 9.950 µL d'acide sulfurique 1% puis homogénéiser. Vérifier que la DO à 630 nm est comprise entre 0.08 et 0.12. Préparation de l'eau physiologique : Peser 0.9 g de NaCl et dissoudre dans 100 m d'eau distillée puis homogénéiser. Autoclaver à 121°C pendant 30 min.

Préparation de la résazurine (0.15g/L) : A l'abri de la lumière, 4.5 mg de poudre de résazurine ont été pesés et dissous dans 30 ml d'eau distillée stérile puis l'ensemble a été homogénéisé.

**Annexe 6 :** Microplaque de déterminations des CMI



*Légende : Bleu : présence de resazurin, rouge : présence de resorufine*