UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Evaluation de l’activité antimicrobienne des extraits de neuf plantes médicinales conservées dans le jardin botanique de l’ISABU à GISOZI.

GAHUNGU, Jean Marie; Sous la direction de : Dr. Prudence BARARUNYERETSE

2024-05
UB, FACULTE DES SCIENCES
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/953

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

MASTER EN SCIENCES ET GESTION INTEGREE DE L'ENVIRONNEMENT

Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de neuf plantes médicinales conservées dans le jardin botanique de l'ISABU à GISOZI.

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement.

Option : Génie de l'Environnement

Par

GAHUNGU Jean Marie

Sous la direction de :

Dr. Prudence BARARUNYERETSE

Bujumbura, Mai 2024

COMPOSITION DU JURY

Dr. Lambert NIYOYITUNGIYE : Président

Dr. Jérémie NGEZAHAYO : Secrétaire

Pr. Joël NDAYISHIMIYE : Membre

Dr. Prudence BARARUNYRETSE : Directeur

DEDICACES

A notre regretté Père

A notre regrettée Mère

A tous les amateurs de la médecine traditionnelle

A tous les amis de la biodiversité

A tous ceux qui nous sont chers

Nous dédions ce travail

GAHUNGU Jean Marie

REMERCIEMENTS

La présentation de ce travail est pour nous une heureuse occasion d'exprimer nos sincères et profonds remerciements aux personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

Nos sentiments de gratitude s'adressent tout d'abord à Dr. Prudence BARARUNYERETSE, qui malgré ses nombreuses responsabilités, a accepté de diriger ce travail ; ses conseils paternels, ses encouragements et son esprit d'écoute nous ont confortés ; qu'il trouve dans le présent travail le couronnement de ses efforts.

Nos sincères remerciements s'adressent également à Dr. Jérémie NGEZAHAYO, le spécialiste en matière pour ses aides intellectuels, ses exemplaires, sa direction méthodologique, le temps qu'il a sacrifié pour la réalisation de ce travail ; dans chaque ligne du présent travail qu'il trouve l'expression de notre vive et entière gratitude.

Que nos paroles de reconnaissance parviennent à Dr Pascal NIYOKWIZERA, responsable des laboratoires du Centre Vétérinaire pour son accord à la réalisation du présent travail dans le laboratoire de microbiologie qui est sous sa responsabilité et aussi au technicien Léandre NIYONZIMA pour la disponibilisation du matériel nécessaire quotidiennement.

Nous rendons grâce également les dirigeants de l'ISABU pour nous avoir facilité le déplacement lors de la récolte de ces plantes faisant l'objet d'étude.

Nos remerciements s'adressent aussi à monsieur le candidat au doctorat Japhet NZOYISUBIZIKI pour nous avoir facilité à l'obtention des souches microbiennes ; qu'il trouve le couronnement de ses efforts dans chaque ligne du présent travail.

Que nos profondes émotions parviennent à la famille de Madame Julienne BARUKINAMWO particulièrement son fils ainé Mr Marcien NSENGIYUMVA pour le soutien depuis notre enfance jusqu'aujourd'hui ; Nous lui disons merci de tout notre cœur.

Nous tenons cette occasion pour remercier tous nos enseignants depuis l'école primaire jusqu'au cycle de Master, plus particulièrement ceux intervenant dans le Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement, spécialité Génie de l'Environnement, qui ont mené notre bagage intellectuel à terme.

RESUME

La présente étude porte sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de neuf plantes médicinales conservées dans le jardin botanique de l'ISABU à Gisozi, à savoir : ***Gymnanthemum amygdalinum, Kalanchoe crenata, Tetradenia riparia, Sesbania sesban, Physalis peruviana, Rumex usambarensis, Plectranthus barbatus, Senecio hadiensis et Sonchus luxurians***. Après la récolte des plantes et l'extraction de leurs substances phytochimiques à l'aide de quatre solvants organiques de polarité croissante (heptane, dichlorométhane, acétate d'éthyle et méthanol), les extraits ont été testés contre certaines bactéries Gram-positifs (MRSA : methicillin-resistant *Staphylococcus aureus,* MSSA : methicillin sensible *Staphylococcus aureus*) et Gram-négatifs (*Escherishia coli, Klebsiella pneumoniae*) et en utilisant l'ampicilline comme antibiotique de référence (contrôle positif).

La méthode de diffusion sur l'agar a été utilisée pour la détermination des diamètres d'inhibition et les résultats nous ont montrés qu'au moins un extrait pour chaque plante a eu une action inhibitrice sur la croissance microbienne, même si une inhibition importante a été observée pour les extraits à l'acétate d'éthyle et au méthanol.

La plante dont l'extrait a un grand spectre d'activité est *Gymnanthemum amygdalinum* tandis que *Kalanchoe crenata* quant à elle, présente le plus petit spectre d'activité. L'acétate d'éthyle est le solvant organique capable d'extraire les substances possédant un grand pouvoir antibactérien contrairement à l'heptane. Les résultats trouvés lors de ce travail confirment la connaissance des tradipraticiens burundais et la raison de l'utilisation de ces plantes en médecine traditionnelle.

Mots clés : Plantes médicinales, Médecine traditionnelle, Activité antimicrobienne, Microorganismes.

ABSTRACT:

This study evaluates the antimicrobial activity of extracts of nine medicinal plants guarded in botanic garden of ISABU at Gisozi, namely: ***Gymnanthemum amygdalinum, Kalanchoe crenata, Tetradenia riparia, Sesbania sesban, Physalis peruviana, Rumex usambarensis, Plectranthus barbatus, Senecio hadiensis and Sonchus luxurians***. The plants were harvested and their substances extracted using four organic solvents of grow polarity (heptane, dichloromethane, ethyl acetate and methanol). The extracts were tested against certain Gram-positive bacteries (*MRSA*: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, sensible *Staphylococcus aureus*) and Gram-negative (*Escherishia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) and using ampicillin as the reference antibiotic (control experiment).

The diffusion method on agar was used to determine the inhibition diameters and the results showed us that at least one extract for each plant had an inhibiting action on microbial growth, although significant inhibition was observed for the ethyl acetate and methanolic extracts.

The plant with the broadest spectrum of activity was *Gymnanthemum amygdalinum*, while *Kalanchoe crenata* had the smallest spectrum. Ethyl acetate is the organic solvent able to extract components possessing the greatest antibacterial power, unlike heptane. The results of this study confirm the knowledge of Burundian traditional practitioners and the reason for using these plants in traditional medicine.

Key words: Medicinal plants, Traditional medicine, Antimicrobial activity, Microorganism.

TABLE DES MATIERES

COMPOSITION DU JURY ..... **i**

DEDICACES ..... **ii**

REMERCIEMENTS ..... **iii**

RESUME ..... **iv**

ABSTRACT: ..... **v**

TABLE DES MATIERES ..... **vi**

LISTE DES TABLEAUX ..... **x**

LISTE DES FIGURES ..... **xi**

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ..... **xii**

AVANT-PROPOS ..... **xiii**

CHAPITRE I. INTRODUCTION **1**

I. 1. Problématique et contexte justificatif 2

I.2. Objectifs d'étude 3

I.2.1. Objectif global 3

I.2.2. Objectifs spécifiques 3

I.3. Hypothèses 3

CHAPITRE II. APERÇU SUR LES PLANTES MEDICINALES ETUDIEES **4**

II.1. *Gymnanthemum amygdalinum* (Delile) 4

II.1.1. Description botanique. 4

II.1.2. Zone de répartition géographique et habitat 4

II.1.3. Constituants phytochimique 5

II.1.4. Utilisation biologique 5

II.2. *Sesbania sesban* (L.) Merr. 5

II.2.1. Description botanique 5

II.2.2. Zone de répartition géographique et habitat 6
II.2.3. Constituants phytochimiques 6
II.2.4. Utilisation biologique 7
II.3. *Physalis peruviana* L. 7
II.3.1. Description botanique 7
II.3.2. Zone de répartition géographique et habitat 8
II.3.3. Constituants phytochimiques 8
II.3.4. Utilisation biologique 8
II.4. *Rumex usambarensis* (Dammer) 9
II.4.1. Description botanique 9
II.4.2. Zone de répartition géographique et habitat 9
II.4.3. Constituants phytochimiques 10
II.4.4. Utilisation biologique 10
II.5. *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd 10
II.5.1. Description botanique 10
II.5.2. Zone de répartition géographique et habitat 11
II.5.3. Constituants phytochimiques 11
II.5.4. Utilisation biologique 11
II.6. *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw 12
II.6.1. Description botanique 12
II.6.2. Zone de répartition géographique et habitat 13
II.6.3. Constituants phytochimiques 13
II.6.4. Utilisation biologique 13
II.7. *Plectranthus barbatus* (Andrews) Benth 13
II.7.1. Description botanique 13

II.7.2. Zone de répartition géographique et habitat 14
II.7.3. Constituants phytochimiques 14
II.7.4. Utilisation biologique 15
II.8. *Sonchus luxurians* (R.E. Fr.) 15
II.8.1. Description botanique 15
II.8.2. Zone de répartition géographique et habitat 16
II.8.3. Constituants phytochimiques 16
II.8.4. Utilisation biologique 16
II.9. *Senecio hadiensis* (Forsk) 16
II.9.1. Description botanique 16
II.9.2. Zone de répartition géographique et habitat 17
II.9.3. Constituants phytochimiques 17
II.9.4. Utilisation biologique 18
CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES 20
III.1. Matériel 20
III.1.1. Matériel végétal et extraits 20
III.1.2. Souches bactériennes et leurs provenances 21
III.1.3. Réactifs, milieux de culture, appareillage et leur provenance 21
III.2. Méthodologie 23
III.2.1. Dissolution des extraits secs 23
III.2.2. Culture des cellules souches 24
III.2.2.1. Préparation des milieux de culture 24
III.2.2.2. Ensemencement 25
III.2.2.3. Incubation 26
III.2.3. Préparation de l'inoculum 26

III.2.4. Essai biologique antimicrobien 26

CHAPITRE IV. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 29

IV.1. PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS 29

IV.1.1. Résultat d'une culture bactérienne de 24 h 29

IV.1.2. Activité antibactérienne des extraits des plantes 30

IV.1.2.1. Effet des extraits de *Gymnanthemum amygdalinum* sur les bactéries pathogènes utilisées. 31

IV.1.2.2. Effet des extraits de *Kalanchoe crenata* sur les bactéries pathogènes utilisées 32

IV.1.2.3. Effet des extraits de *Tetradenia riparia* sur les bactéries pathogènes utilisées 33

IV.1.2.4. Effet des extraits de *Sesbania sesban* sur les bactéries pathogènes utilisées 34

IV.1.2.5. Effet des extraits de *Physalis peruviana* sur les bactéries pathogènes utilisées 35

IV.1.2.6. Effet des extraits de *Rumex usambarensis* sur les bactéries pathogènes utilisées 36

IV.1.2.7. Effet des extraits de *Plerancthus barbatus* sur les bactéries pathogènes utilisées ... 37

IV.1.2.8. Effet des extraits de *Sonchus luxurians* sur les bactéries pathogènes utilisées 38

IV.1.2.9. Effet des extraits de *Senecio hadiensis* sur les bactéries pathogènes utilisées 40

IV.2. DISCUSSION DES RESULTATS 42

CHAPITRE V : CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 45

V.1. CONCLUSION 45

V.2. RECOMMANDATIONS 46

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 47

ANNEXES 54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des plantes faisant l'objet d'étude et leurs usages en médecine traditionnelle 19
Tableau 2 : Matériel végétal et solvants organiques 21
Tableau 3 : Souches bactériennes et leurs provenances 21
Tableau 4: Matériels et réactifs utilisés et leurs provenances 22
Tableau 5: Valeurs standards utilisées pour l'interprétation des résultats des tests de susceptibilité face aux extraits des plantes 42

LISTE DES FIGURES

Figure 1: L'image représentant les feuilles de *G. amygdalinum* 4
Figure 2: La photo de *S. sesban* 6
Figure 3: L'image de *P. peruviana* et ses fruits 7
Figure 4: La photo de la tige de *R. usambarensis* 9
Figure 5: L'image de *T. riparia* 11
Figure 6: L'image représentant le *K. crenata* 12
Figure 7: La photo des feuilles de *P. barbatus* 14
Figure 8: La photo de *S. luxurians* 15
Figure 9: L'image de *S. hadiensis* 17
Figure 10 : Dissolution des extraits secs à l'aide du vortex 24
Figure 11 : Etapes de préparation du milieu de culture 25
Figure 12 : Versement du milieu de culture dans les boîtes et ensemencement des colonies . 26
Figure 13: Les boîtes ensemencées sont mises dans l'incubateur pendant 24h 26
Figure 14:Creusement des puits, prélèvement et versement des extraits dans les puits 28
Figure 15 : Résultat d'une culture bactérienne de 24 h 30
Figure 16: Effet des extraits de *G. amygdalinum* sur les bactéries pathogènes utilisées 31
Figure 17 : Effet des extraits de *K. crenata* sur les bactéries pathogènes utilisées 32
Figure 18 : Effet des extraits de *T. riparia* sur les bactéries pathogènes utilisées 33
Figure 19 : Effet des extraits de *S. sesban* sur les bactéries pathogènes utilisées 34
Figure 20 : Effet des extraits de *P. peruviana* sur les bactéries pathogènes utilisées 35
Figure 21 : Effet des extraits de *R. usambarensis* sur les bactéries pathogènes utilisées 36
Figure 22 : Effet des extraits de *P. barbatus* sur les bactéries pathogènes utilisées 37
Figure 23 : Effet des extraits de *S. luxurians* sur les bactéries pathogènes utilisées 39
Figure 24 : Effet des extraits de *S. hadiensis* sur les bactéries pathogènes utilisées 40
Figure 25 : Comparaison du diamètre d'inhibition de l'extrait à l'acétate d'éthyle de *Senecio hadiensis* à l'antibiotique de référence ampicilline contre la croissance de l'*Escherichia coli.* 41

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

APG : Angiosperms phylogeny group

ATCC : American type collection culture

CMB : Concentration minimale bactéricide

CMI : Concentration minimale inhibitrice

DMSO : Dimethylsulfoxide

ISABU : Institut des sciences agronomiques du Burundi

LMG : Laboratory of microbiology of Ghent University

MHA : Mueller Hinton agar

MIS : Maladies infectieuses

MRSA : Methicillin resistance *Staphylococcus aureus*

MSSA : Methicillin sensible *Staphylococcus aureus*

NCCLS : National committee for clinical laboratory standards

OMS : Organisation mondiale de la santé

PCA : Plate count agar

TBX : Tryptone bile glucuronate

UB : Université du Burundi

UFC : Unité format colonie

WHO : World health organization

AVANT-PROPOS

Les plantes médicinales ont été depuis longtemps un remède pour soulager les maux et les souffrances de la population mondiale, en particulier la population burundaise. Elles sont les sources principales des principes actifs utilisés dans le domaine pharmaceutique pour la production des médicaments.

Malheureusement, certaines plantes médicinales n'ont pas encore été étudiées. C'est dans cette optique que le présent travail a été abordé pour pouvoir évaluer neuf plantes conservées dans le jardin botanique de l'ISABU se trouvant en commune Gisozi de la province Mwaro.

Les plantes ont été récoltées et évaluées *in vitro* sur la croissance de quatre microorganismes bactériens MRSA, MSSA, *Escherishia coli* et *Klebsiella pneumoniae*.

CHAPITRE I. INTRODUCTION

Le phénomène grandissant de l'émergence et de la réémergence des maladies dans le monde constitue un défi majeur, tous les pays sont touchés mais les pays en voie de développement sont les plus vulnérables (Aibinu et al., 2004). Ainsi, les maladies infectieuses (MIs) constituent une préoccupation importante de santé publique à cause de leur fréquence et de leur gravité dans ces pays (Traoré et al., 2012). Les agents responsables de ces infections sont divers et variés comprenant aussi bien les champignons, les bactéries, les protozoaires que des virus. Ces infections sont connues depuis longtemps, et la médecine s'y est beaucoup intéressée parce qu'elles sont à l'origine de nombreuses pathologies chez l'homme (OMS, 1977). Ces pathologies constituent en fait un problème de santé publique dans tous les pays du monde.

En effet, selon le rapport de l'OMS (2020) relatif aux causes de décès sur notre planète, sur les 55,4 millions de personnes décédées en 2019 dans le monde entier, 1,27 millions étaient dus aux infections bactériennes courantes devenues résistantes aux antibiotiques. Ainsi, les maladies infectieuses sont les principales causes de décès dans les pays en développement et restent parmi les 10 premières causes de décès sur l'ensemble du globe terrestre (WHO, 2020).

En plus, les chercheurs affirment que cette résistance provoque plus de décès que le sida et le paludisme. Les régions où les décès liés à la résistance aux antibiotiques sont les plus nombreux sont l'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud, avec respectivement 24 et 22 décès pour 100 000 habitants. Dans les pays à revenu élevé, la RAM (Résistance antimicrobienne) a été la cause directe de 13 décès pour 100 000 habitants en 2019[1].

Alors, pour lutter contre ces agressions microbiennes, le monde scientifique a découvert des antibiotiques synthétiques pour soulager les patients (Traoré et al. 2012).

Cependant l'acquisition de ces médicaments s'avère extrêmement difficile à cause des coûts élevés et rend l'accessibilité aux soins médicaux caduque pour les populations pauvres ; et même pour les puissants l'usage abusif de ces molécules a engendré l'apparition des microorganismes multirésistants, rendant les traitements inefficaces (Williams, 2000). Vu ce

[1] https://fr.euronews.com/2022/01/20/des-infections-bacteriennes-courantes-a-l-origine-d-1-2-millions-de-morts-en-2019

constant, la communauté scientifique s'est orientée vers les substances naturelles notamment les plantes médicinales dans l'optique de trouver des nouvelles molécules qui contribueraient non seulement à lutter de façon efficiente aux affections microbiennes mais également à valoriser la médecine traditionnelle. Sofowora (1996) définit les plantes médicinales comme des plantes contenant une ou plusieurs substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse des drogues utiles.

Plusieurs travaux dont ceux de Rates (2001) ont révélé qu'approximativement 25 % de prescription dans le monde pour les médicaments, 60 et 70 % des substances antibactériennes et anticancéreuses sont des substances d'origine naturelle. De plus, l'OMS a estimé en 2007 qu'environ 80% de la population des pays en voie de développement pouvaient être soignées à partir des plantes (Konaté et al., 2011 ; Akoué et al., 2013).

Au Burundi, plus de 80% de la population font toujours recours aux plantes médicinales et sollicitent les tradipraticiens pour leurs soins de santé primaire malgré l'expansion de la médecine moderne (Nineza & Nkengurutse, 2018).

I. 1. Problématique et contexte justificatif

Bien que la médecine traditionnelle soit largement pratiquée sur l'ensemble du territoire national, et que plusieurs plantes (± 400) sont utilisées en cette dernière (Bigendako, 1990), il existe peu d'études effectuées sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne des plantes médicinales autochtones ; on peut citer entre autres l'évaluation *in vitro* de vingt-cinq extraits de cinq plantes (*Justicia subsessilis* (Umubazibazi), *Platostoma otundifolium* (Umusekerasuka), *Pavetta ternifolia* (Umunyamabuye), *Stomatanthes africanus* (Umweyo) et *Virectaria major* (Umukizikizi)) utilisées contre les infections microbiennes au Burundi (Ngezahayo et al. 2017) ; de ce fait, peu de plantes ont déjà fait l'objet d'étude.

C'est dans cette logique que notre travail « **Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de neuf plantes médicinales conservées dans le jardin botanique de l'ISABU à Gisozi »** trouve sa justification car au Burundi l'efficacité antimicrobienne de ces plantes n'est pas encore évaluée. Les espèces suivantes ont fait l'objet de notre étude : *Gymnanthemum amygdalinum, Kalanchoe crenata, Tetradenia riparia, Sesbania sesban, Physalis peruviana, Rumex usambarensis, Plectranthus barbatus, Senecio hadiensis et Sonchus luxurians*.

Elles ont été testées sur la croissance de certaines bactéries Gram-positifs (MRSA : *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline et MSSA : *Staphylococcus aureus* sensible à méthicilline) et Gram-négatifs (*Escherishia coli* et *Klebsiella pneumoniae*).

I.2. Objectifs d'étude

I.2.1. Objectif global

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'évaluation de l'activité antibactérienne des plantes autochtones du Burundi en vue de l'amélioration des conditions sanitaires de la population bénéficiaire.

I.2.2. Objectifs spécifiques

- Faire une culture bactérienne pendant 24h ;
- Déterminer l'activité antibactérienne des extraits de chaque plante contre les pathogènes utilisés.
- Ressortir la plante à haut pouvoir antibactérien.

I.3. Hypothèses

- Tous les trente-six extraits de neuf plantes inhibent la croissance de quatre bactéries (Gram-positifs et Gram-négatifs) ;
- Au moins un extrait pour chaque plante inhibe la croissance de quatre bactéries (Gram-positifs et Gram-négatifs) ;
- Au moins un extrait pour chaque plante inhibe la croissance d'au moins une bactérie Gram-positif ;
- Au moins un extrait pour chaque plante inhibe la croissance d'au moins une bactérie Gram-négatif ;
- Tous les extraits inhibent la croissance bactérienne de la même façon.

CHAPITRE II. APERÇU SUR LES PLANTES MEDICINALES ETUDIEES

II.1. *Gymnanthemum amygdalinum* (Delile)

II.1.1. Description botanique.

G. amygdalinum appartient dans la famille des Asteraceae et possède une écorce rugueuse avec des lanières noires denses et des feuilles elliptiques d'environ 6 cm de long. Les feuilles sont vertes avec une odeur caractéristique et un gout amer (Shinga, 1996). C'est un arbuste pérenne de 2 à 5 m de haut, sa domestication est facile (Igile et al., 1994). Voici ci-dessous l'image représentant les feuilles de l'espèce



Figure 1: L'image représentant les feuilles de *G. amygdalinum*

https://bs.plantnet.org/image/m/6d98e24d9c2abb13f8d21b5faf5103e79102d411

II.1.2. Zone de répartition géographique et habitat

G. amygdalinum prospère dans une gamme des zones écologiques et pousse dans toutes les régions de l'Afrique tropicale (Bonsi et al., 1995). Cette plante est tolérante à la sécheresse même si elle pousse mieux dans l'environnement humide.

II.1.3. Constituants phytochimique

Les travaux antérieurs révèlent que le *G. amygdalinum* contient des substances phytochimiques comme saponines de type stigmastane telsque les vernoniosides A1, A2, A3… ; saponines stéroïdiennes, lactones sesquiterpéniques (Jisaka et al., 1993), des flavonoïdes telles que Luteoline, Luteoline 7-O-ß-glucoronoside (Udensi et al., 2002)

II.1.4. Utilisation biologique

G. amygdalinum est la plante médicinale beaucoup utilisée du genre *Gymnanthemum* (Erasto et al., 2006). Elle est utilisée même par les chimpanzés pour se soigner. Lorsqu'un chimpanzé qui semble être malade mâchait *G. amygdalinum*, il reprenait l'activité normale dans un certain temps ; et cela a attiré l'attention de la communauté phytomedicale (Ogashi et al., 1991).

Igile et al. (1994) ont signalé dans leur travail que dans la médecine traditionnelle les tradipraticiens utilisent le *G. amygdalinum* comme antihelminthique, antipaludique et laxatif. D'autres utilisent cette plante comme tonique digestif, apéritif, fébrifuge et pour le traitement topique des blessures (Iwu, 1986).

La décoction des feuilles est utilisée pour contre la fièvre paludéenne en Guinée et la toux au Ghana (Dalziel, 1937). Au Malawi et en Ouganda, la feuille de *G. amygdalinum* est utilisée par les accoucheuses traditionnelles pour faciliter l'expulsion du placenta après la naissance, favoriser les contractions utérines post-partum, induire la lactation et contrôler l'hémorragie post-partum (Kamatenesi-Mugisha, 2004).

II.2. *Sesbania sesban* (L.) Merr.

II.2.1. Description botanique

S. sesban appartient au règne végétal, à l'ordre des fabales et à la famille des Fabaceae et au genre *Sesbania*. Ses feuilles sont paripennées, allant de 12 à 18 cm de long, les paires de folioles sont au nombre de 6 à 27, la base est asymétrique, arrondie avec des folioles étroites avec des stipules de glucose qui peuvent être minuscules ou absentes. Cette plante présente également des fleurs allant au nombre de deux à vingt. La fleur de cette plante présente différentes couleurs comme le rouge, le violet, le jaune et les odeurs de cette plante sont hostiles.

Elle présente encore de gousse de couleur jaune pâle avec une longueur allant de 10 à 20 cm. Une gousse présente 40 graines chacune (Mani, 2011). Voici ci-après la photo de l'espèce.



Figure 2: La photo de *S. sesban*

http://www.eastafricanplants.senckenberg.de/root/index.php?page_id=47&id=1435

II.2.2. Zone de répartition géographique et habitat

S. sesban est communément présente dans les pays tropicaux, en Inde, en Malaisie, en Indonésie et aux Philippines (Zerihun et al., 2013). Elle est souvent cultivée au-dessus des digues dans les rivières, le long des routes et dans les potages de l'arrière-cour. Elle se présente sous la forme d'arbres vivaces fixatrices d'azotes, mous, semi ou vaguement ligneux, d'une hauteur de 1 à 8 m et peut atteindre un diamètre de 12 cm.

II.2.3. Constituants phytochimiques

La littérature montre que l'espèce renferme des différents constituants tels que des triterpénoïdes, des hydrates de carbone, des disaccharides, de l'hydroxy-phényl propane, des acides gras, de l'acide oléanolique, acide pyruvique, oxaloacétique, α-cétoglutarique, glucosides delphinidine, cyanidine, stéroïdes, glycosides, saponines, tanins, protéines, vitamines et acides aminés (Gomase, 2012).

II.2.4. Utilisation biologique

S. sesban est couramment utilisée comme fourrage, car ses feuilles ont une teneur élevée en protéines de l'ordre de 20 à 25 % et lorsqu'elle est utilisée par les chèvres et le bétail, elle agit comme un digestif. Elle présente des nombreux usages médicinaux en Afrique et en Asie. Ses graines par exemple, sont utiles en cas de diarrhée, de flux mensuel extrême, de la réduction de la taille de la rate hypertrophiée, d'affections cutanées et de rhumatismes (Zerihun et al.2013). La consommation des feuilles de l'espèce est bénéfique en cas de gonflement inflammatoire ou d'antihelminthique.

II.3. *Physalis peruviana* L.

II.3.1. Description botanique

P. peruviana est une plante annuelle, appartenant à la famille des Solanaceae, au genre de *Physalis*. Cette plante peut atteindre 1 m de hauteur, elle est érectile et robuste avec des feuilles jaunâtres, de forme oblique, très dentée et ovale allant de 4-10 cm de long et 3-6 cm de large. Ses fleurs allant de 5-40 mm de long, avec une corolle jaune fréquemment sans pédale ou occasionnellement avec une pédale allant de 4-12 mm de long et 6-12 mm de large, Avec des anthères violettes pouvant atteindre 2.5 mm de long. Son fruit a une coloration jaunâtre et un bon goût (Reddy et al., 2007). Voici ci-dessous l'image de l'espèce avec ses fruits (fig3.)



Figure 3: L'image de *P. peruviana* et ses fruits

https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQgiTGNInDAsDNOa45xde7d_CzsRSvOTNltfA&s

II.3.2. Zone de répartition géographique et habitat

P. peruviana est une plante indigène dans plusieurs parties des tropiques. Elle peut être trouvée dans les tropiques de plusieurs continents comme Afrique, Asie et Amérique. Elle pousse dans les espaces ouverts, milieux perturbés, les espaces périphériques appelés les lisières et dans les terres cultivables. Elle a une énorme croissance dans les sols fertiles, elle préfère les lieux ensoleillés mais aussi tolère les lieux partiellement ombreux. En général, malgré sa distribution large, *l'espèce* est considérée comme une plante tropicale, subtropicale. Elle peut occasionnellement être une hydrophyte mais elle est abondamment trouvée dans les hautes altitudes (USDA-NRCS, 2013). *P. peruviana* propage facilement par la germination des graines. Les plants spontanés peuvent être trouvés tout au long des rivières et nulle part où le sol est perturbé et où les canopées se manifestent, cela permet le soleil nécessaire pour promouvoir sa croissance rapide.

II.3.3. Constituants phytochimiques

P. peruviana renferme des métabolites secondaires. Le travail d'Alice et ses collaborateurs a révélé la présence des saponines, des composés réducteurs, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des stérols, des triterpènes et des coumarines dans le fruit de cette plante (Alice et al., 2015).

II.3.4. Utilisation biologique

P. peruviana a une place importante dans la médecine traditionnelle dans les pays tropicaux où elle pousse abondamment. En Inde quelques peuples l'utilisent dans le traitement de l'asthme (Chhayya et al., 2011). Cette plante a été utilisée dans la médecine traditionnelle comme un analgésique, pour traiter les maux de la gorge et les douleurs abdominales. Des nombreux travaux montrent que cette plante est traditionnellement utilisée dans le traitement de la malaria, asthme et fièvre (dos Santos et al., 2003, Soares et al., 2003). Dans la vallée Amazone son jus est utilisé comme sédative, dépurative et dans le traitement des maux d'oreille (Bastos et al., 2008). En Afrique de l'ouest, la plante est utilisée dans le traitement du cancer (Lawal et al., 2010). *P. peruviana* est l'une des plantes fréquemment utilisées dans le traitement de la gonorrhée (Armando et al., 2000). En Afrique tropical son fruit est consommé comme une nourriture mais consommer la quantité excessive peut causer des vertiges.

II.4. *Rumex usambarensis* (Dammer)

II.4.1. Description botanique

Appartenant à la famille des Polygonaceae et au genre *Rumex*, c'est une espèce herbacée arbustive grimpante atteignant 3 m ou plus. Elle a une tige brune et des feuilles généralement ovales mais avec des lobes basaux distinctifs et 3 nervures claires jusqu'à 5 cm de long, bout pointu sur un pédoncule de 1-4 cm les feuilles tendres ont un gout piquant (Gahamanyi, 2021).

Elle a des fleurs en capitules terminaux très ramifiées. Chaque fleur est petite avec 2 séries de 3 sépales minuscules autour de 6 étamines. Les sépales internes en forme d'ailes environ 6 mm, sont presque circulaires à maturité et possédant des fruits avec une noix à 3 faces ovales (Mathee, 2011). Voici ci-dessous l'image de la tige de l'espèce (Fig.4).



Figure 4: La photo de la tige de *R. usambarensis*

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSm6rvjJuAN_-DPFAcV1cHuSiqizQh_aMB6_w&s

II.4.2. Zone de répartition géographique et habitat

R. usambarensis est une plante indigène, elle se trouve souvent au bord de la route dans l'Afrique de l'est, Malawi et Zaïre commune dans les prairies, les buissons rocailleux, les pâturages et les jachères. Elle pousse entre 1300 et 2400 m d'altitude (Wambugu, 2011)

II.4.3. Constituants phytochimiques

L'analyse phytochimique de *R. usambarensis* a montré la présence des flavonoïdes, des alcaloïdes, des saponins, des anthraquinones et des tanins dans les feuilles et racines (Nighat, 2009).

II.4.4. Utilisation biologique

L'espèce est connue pour ses utilisations médicinales ; l'infusion de ses racines est utilisée pour le traitement de la toux, rhumatisme et différents problèmes de l'estomac (Wambugu, 2011). Les parties aériennes sont pressées et le jus est utilisé comme les gouttes de l'œil, comme antihelminthique ou antifungique et pour traiter le tonsillitis (Mathee, 2011).

Au Rwanda, les parties aériennes de différentes espèces de Rumex inclus *R*. usambarensis sont utilisées pour traiter les maladies communes de la peau et dysenterie (Gahamanyi, 2021)

II.5. *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd

II.5.1. Description botanique

T. riparia appartient à la famille des Lamiaceae, au genre *Tetradenia* est un arbuste avec des branches dioïques qui a une hauteur approximativement comprise entre 1-3 m. Les feuilles de cette plante sont semi-succulentes, crenate-dentee, et hautement aromatique avec une pubescence glandulaire très dense pour toutes les deux surfaces (Codd, 1985). Voici ci-dessous l'image de l'espèce (Fig.5).



Figure 5: L'image de *T. riparia*

https://www.researchgate.net/figure/Tetradenia-riparia-as-found-in-the-field-at-Njari-village-Source-field-photo_fig1_269849880

II.5.2. Zone de répartition géographique et habitat

T. riparia est une herbacée arbustive qui est largement trouvée dans l'Afrique orientale et tropicale (Troupin, 1985). Elle pousse dans les sols très variés, dans des sols légers et même pauvres, toutefois, elle se développe mieux dans des sols drainés et compostés.

II.5.3. Constituants phytochimiques

La littérature confirme que le *T. riparia* renferme des substances actives comme les alcaloïdes (Mamta et al, 2012), les stéroïdes, les flavonoïdes, les tanins, les anthocyanosides, les sucres réducteurs (Doughari et al, 2012), les anthraquinones libres (Doherty, 2010).

II.5.4. Utilisation biologique

Dans son travail de 1996, Bryant a montré que les décoctions et les infusions des feuilles de la plante sont beaucoup utilisées pour lutter contre la toux et les maux de gorge. Une infusion d'eau froide des feuilles broyées peut aussi être prise en cas de toux chronique. Elle est suivie d'une quantité d'eau chaude pour déclencher des vomissements. Encore l'infusion de feuilles serait efficace pour combattre le paludisme (Githinji et al, 1993), et en plus, les feuilles sont mâchées pour contrer la dengue.

Les Tswanas d'Afrique du sud utilisent l'infusion de feuilles pour contrer la fièvre et la maladie de la bile pour le bétail (Roberts, 1990).

Au Kenya diverses parties de *T. riparia* sont utilisées pour traiter les furoncles et les oreillons (Githinji et al, 1993). Des macérats d'eau de feuilles de *T. riparia* avec celles de *G. amygdalinum* et *Markhamia utea Schum* sont utilisés pour traiter le paludisme au Rwanda (Hakizamungu et al., 1992).

Le *T. riparia* est également utilisée pour traiter les maux d'estomac, les aphtes, les maux de dents, la grippe et les jambes enflées. La plante est également utilisée comme la plante hallucinogène (Van et al, 1985). La feuille, fortement aromatique, produirait de la somnolence (Bondestein, 1977).

II.6. *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw

II.6.1. Description botanique

K. crenata est une plante de la famille des Crussalaceae, genre de *Kalanchoe* avec une inflorescence en cyme paniculée terminale (Koller, 2009). Pédicelle vert, pubescent compris entre 0,2-0,7 cm de long. Sépales et pétales sont au nombre de quatre verts (Walters et al. 2011), pubescents, sépales libres 0,35-0,6 cm de longueur et 0,1-0,2 cm de largeur. Les pétales sont au nombre de quatre, les lobes sont de couleurs roses blanchâtres et de forme oblongue (Koller, 2009). Le tube de corolle est de couleur vert clair. Les pétales ont une longueur de 1,6-1,9 cm et une largeur de 0,7-1,6 cm. Etamine avec des filaments verts (Smith et al. 2019) et anthère brune. Style vert 0,2-0,5 cm de longueur et stigmate blanc. Voici ci-après l'image de l'espèce (Fig.6).



Figure 6: L'image représentant le *K. crenata*

https://seedsandall.co.za/product/kalanchoe-crenata-10-seed-pack/

II.6.2. Zone de répartition géographique et habitat

La famille de Crussalaceae connu sous le nom de familles de plantes à noyaux, comprend 34 genres et 1400 espèces (APG, 2016). Elles possèdent des caractéristiques xénomorphes qui permettent de s'adapter au manque d'eau (Herrera, 2008). Parmi ces 34 genres, *Kalanchoe* est inclus et ce dernier comprend 150 espèces parmi lesquelles on y trouve le *K. crenata* (Vargas, 2022), qui est connu du fait de son utilisation dans la médecine populaire, repartie principalement à Madagascar, et moyennement en tout Afrique mais on les trouve également en Arabie et en Asie du Sud-Est.

II.6.3. Constituants phytochimiques

Les travaux antérieurs révèlent que les feuilles de l'espèce contiennent du potassium, du malate, de l'acide ascorbique, malique et citrique (Oliver, 1989). Cette plante est riche en macro et micro éléments, vitamines, calcium, phosphore, acide ascorbique, et d'autres composés comme les saponines, les flavonoïdes, anthraquinones, xanthones (Okwu et Josiah, 2006)

II.6.4. Utilisation biologique

K. crenata possède plusieurs propriétés faisant d'elle un médicament traditionnel dans le traitement de nombreuses pathologies comme l'otite (Dibong et al., 2011), la sinusite, le paludisme (Diafouka, 1997), la fièvre jaune, la fièvre typhoïde (Dibong et al., 2011), les affections ophtalmiques, la cicatrisation (Foutse et al., 2007) et la conjonctivité.

Au Congo, le jus est utilisé dans la dermatite vermineuse et sur les scarifications (Diafouka, 1997). Le suc de feuilles est utilisé en instillation oculaire dans le traitement de la conjonctivité et en instillation nasale dans la rhino-pharyngite (Bokdam et al., 1975). Il est utilisé dans les affections cutanées (Jiofake, 2009) et certaines parasitoses intestinales (Adjanohoun, 1994).

II.7. *Plectranthus barbatus* (Andrews) Benth

II.7.1. Description botanique

P. barbatus est une espèce de la famille des Lamiacées, genre *Plectranthus*, une plante arbustive vivace qui a des feuilles opposées, dentées, charnues largement pétiolées, aux nervures bien marquées (Hamill et al., 2003). Ses fleurs sont légèrement bleutées.

C'est une plante qui se multiplie essentiellement par boutures. Voici ci-dessous la photo des feuilles de l'espèce (Fig.7).



Figure 7: La photo des feuilles de *P. barbatus*

https://www.ebay.co.uk/itm/386096420437

II.7.2. Zone de répartition géographique et habitat

Le genre *Plectrancthus* renferme plusieurs espèces dont 46 sont présentes en Afrique (Neuwinger, 2000), 14 espèces en Asie (Yoganarasimhan, 2000), 10 espèces en Amérique (Ruiz et al., 1996), 5 espèces en Australie (Morthon, 1992) et 1 espèce dans le pacifique. En Afrique les espèces les plus fréquemment utilisées sont *P. barbatus* et *P. laxiflorus*. En plus, *P. barbatus* et *P. amboinicus* occupent une zone géographique large ; elles sont présentes en Afrique, en Asie et en Amérique.

II.7.3. Constituants phytochimiques

Les travaux antérieurs révèlent que l'espèce renferme des diterpénoïdes inclus des forskolines E et F (Jin and He, 1998). Les forskolines qui sont connues pour leurs rôles d'activer l'adényl cyclase qui peut stimuler les sécrétions gastriques et la présence des forskolines explique pourquoi les extraits provenant de cette plante est utilisés pour le traitement des troubles digestifs.

II.7.4. Utilisation biologique

P. barbatus est traditionnellement utilisée comme agent antiinflammatoire, antifongique et elle a été encore reconnue pour ses effets contre les bactéries responsables des caries dentaires telles que *Streptococcus mutans* et *Streptococcus sobrinus* (Figueiredo, 2009). La plante est aussi utilisée pour traiter des problèmes de l'estomac et comme un purgatif (Simon and Mollel, 1999), pour traiter les nausées (Hamill et al., 2003) et pour traiter des douleurs intestinales au Brésil (Camara et al., 2003).

II.8. *Sonchus luxurians* (R.E. Fr.)

II.8.1. Description botanique

S. luxurians est une herbe annuelle ou vivace de courte durée appartenant dans la famille des Asteraceae. Les tiges sont ramifiées à partir de la base. Les feuilles sont gris-vert, sessiles, ovales ou lancéolées, les feuilles inférieures sont généralement pennées, tandis que les feuilles supérieures sont généralement entières ou peu lobées. La plante possède des fleurs avec des plusieurs capitules qui s'assemblent en grappes denses, les capitules matures entourés de capitules bourgeonnants, leur base et la partie supérieure du pédoncule du capitule avec un tomentum blanc ; phyllaires verts avec une teinte rouge-violet sur les marges et l'apex, ovales à lancéolés, 3-15mm de long, l'extérieur proximalement tomenteux, l'intérieur glabre. Sa corolle est jaune et un tube cylindrique (Everitt et al., 2007). Voici l'image de l'espèce (Fig.8).



Figure 8: La photo de *S. luxurians*

https://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Sonchus+luxurians

II.8.2. Zone de répartition géographique et habitat

S. luxurians est une plante de l'Afrique tropicale orientale ; elle se répartit en Ouganda, Kenya, Rwanda, Burundi et Tanzanie. Elle pousse aux bords de routes dans les zones de montagne, sur les flancs des montagnes, dans les prairies, à des altitudes de 1 500 à 2 000 m en Tanzanie (Ruffo et al., 2002). Fourrés ou végétation dense en lisière des forêts ou sur les berges des cours d'eau forestiers, également dans les sols perturbés[2].

II.8.3. Constituants phytochimiques

Le travail de Njeri Kamau (2018) a révélé la présence des alcaloïdes, flavonoïdes, saponines, tannins, phénols, phytostérols et glucosides dans l'extrait aqueux de *Sonchus luxurians*. Alcaloïdes possèdent une activité hypoglycémique et hypolipidemique, phénols ont une activité antioxydant et antibactérienne (Aldulaimi, 2017).

II.8.4. Utilisation biologique

Les feuilles de *S. luxurians* sont pilées et trempées dans l'eau froide. L'infusion est utilisée comme remède contre la fièvre et les maux d'estomac (Ruffo et al., 2002). L'espèce est utilisée comme plante ornementale, comme plante médicinale pour traiter les affections digestives et respiratoires et comme source d'huiles essentielles.

II.9. *Senecio hadiensis* (Forsk)

II.9.1. Description botanique

S. hadiensis appartenant à la famille des Asteraceae est un arbuste succulent semi-ligneux ou grimpant traçant jusqu'à 15 m de haut, avec une tige verte et lisse. Ses feuilles sont simples, alternes et succulentes, le bord avec des dents minuscules, environ 10 cm de long, ovales, le bout pointu ou non. Ses fleurs avec grandes têtes terminales de petites fleurs jaunes, les têtes ont surtout des rayons jaunes, souvent au nombre de 5 seulement. Son fruit est très petit, sec typique du genre cylindrique, 10-côtelés, surmontés de nombreuses rangées de poils simples.

[2] http://apps.kew.org/efloras/fz/intro.html

Elle se propage par boutures, drageons, sauvageons, marcottage et semis[3]. Voici ci-dessous l'image de l'espèce (Fig.9)



Figure 9: L'image de *S. hadiensis*

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%253A%252F%252Fbotany.cz%252Fcs%252Fsenecio-hadiensis%252F&psig

II.9.2. Zone de répartition géographique et habitat

S. hadiensis est une plante commune d'Afrique de l'Est dans toutes les bordures de forêts sèches des hautes terres, parfois en masse sur de vastes étendues. En Ouganda, elle pousse souvent sur les termitières et dans les fourrés. Elle est commune dans les régions centrale et occidentale, et peut être cultivée comme arbuste dans la cour arrière ou comme sous-arbrisseau dans les plantations de bananes, de café et de cacao.

II.9.3. Constituants phytochimiques

La plante renferme des métabolites secondaires qui pourraient lui conférer les vertus médicinales. Le travail de Nineza et Nkengurutse (2018) a révélé que les feuilles de cette plante renferment des métabolites secondaires tels que les alcaloïdes, les tannins, les flavonoïdes, les stéroïdes et les terpènes (Nineza & Nkengurutse, 2018).

[3] https://apps.worldagroforestry.org/usefultrees/pdflib/Senecio_hadiensis_UGA.pdf

II.9.4. Utilisation biologique

Le jus de *S. hadiensis* est utilisé pour traiter les règles extrêmement abondantes, les vermifuges, la teigne encore ce même jus est un remède contre le prolapsus vaginal chez les vaches qui viennent mettre de bas (Nineza & Nkengurutse, 2018). Également, *S. hadiensis* est utilisée pour traiter la malaria, les menaces d'avortement ou les problèmes liés à l'éruption des dents chez les enfants[4]. Toutes les plantes faisant l'objet de cette étude leurs noms scientifiques, noms vernaculaires, la partie utilisée, répartition et usage traditionnel sont synthétisés ci-après (Tableau 1).

[4] https://apps.worldagroforestry.org/usefultrees/pdflib/Senecio_hadiensis_UGA.pdf

Tableau 1 : Synthèse des plantes faisant l'objet d'étude et leurs usages en médecine traditionnelle

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Partie de la plante	Répartition	Usage en médecine traditionnelle	Auteur
G. amygdalinum Asteraceae	Umubirizi	Feuilles	Afrique tropicale	Antihelminthique, blessures, fièvre paludéenne, accouchement, fébrifuge, …	Iwu, 1986
Kalanchoe crenata Crussalaceae	Ikizirankurwe	Feuilles	Afrique, Arabie et Asie du Sud	Otite, sinusite, paludisme, fièvre jaune, fièvre typhoïde, parasitoses intestinaux, …	Dibong et al., 2011
Tetradenia riparia Lamiaceae	Umuravumba	Feuilles	Afrique orientale et tropicale	Lutte contre la toux, la dengue, les maux d'estomac, les maux de dents, la grippe, …	Bryant, 1996
Sesbania sesban Fabaceae	Umunyegenyege	Feuilles	Pays tropicaux, Inde, Malaisie	Diarrhée, flux mensuel extrême, rhumatisme, affection cutanée, ...	Zerihun et al., 2013
Physalis peruviana Asteraceae	Intumbaswa	Feuilles	Pays tropicaux et subtropicaux	Traitement de l'asthme, les maux de gorge, les maux d'oreilles, traitement de gonorrhée	Soares et al., 2003
Rumex usambarensis Polygonaceae	Umufumbegete	Feuilles	Afrique de l'Est, Malawi et Zaïre	Toux, rhumatisme, problèmes d'estomac, problèmes de la peau, dysenterie, …	Wambugu, 2011
Plectranthus barbatus Lamiaceae	Igicuncu	Feuilles	Afrique, Asie et Amérique	Les problèmes intestinaux, de l'estomac, les caries dentaires, les nausées, …	Hamill et al., 2003
Senecio hadiensis Asteraceae	Icegera	Feuilles	Afrique de l'Est	La malaria, les problèmes de l'avortement, éruptions des dents (enfants)	Nineza, 2018
Sonchus luxurians Asteraceae	Akaziraruguma	Feuilles	Afrique tropicale orientale	La fièvre, les maux d'estomac, les affections digestives et respiratoires, …	Ruffo et al., 2000

CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES

III.1. Matériel

III.1.1. Matériel végétal et extraits

La récolte des plantes faisant l'objet de l'étude a été effectuée dans le jardin botanique des plantes médicinales et nutritionnelles autochtones du Burundi conservées dans le site de l'ISABU et situé en Province Mwaro, commune Gisozi, pendant le mois de mai 2023. Après la récolte des feuilles de ces plantes, les échantillons ont été séchés à température ambiante et à l'abri de la lumière au laboratoire du Centre de Recherche Universitaire en Pharmacopée et Médecine Traditionnelle (CRUPHAMET) de l'Université du Burundi, pendant 21 jours. Après le séchage, les feuilles ont été pilées, puis tamisées afin d'obtenir une poudre fine.

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet de l'ISABU (Valorisation et conservation des plantes autochtones médicinales et nutritionnelles du Burundi). Nous étions deux étudiants à travailler sur ces plantes (le chimiste a fait l'extraction des métabolites secondaires et la partie phytochimique et nous, avons fait les tests antimicrobiens). L'extraction par la méthode de macération décrite par Abeysinghe (2007), avec des modifications quantitatives, a été effectuée dans le laboratoire de CRUPHAMET en utilisant les solvants organiques de polarité croissante (heptane, dichlorométhane, acétate d'éthyle et le méthanol). En fin, l'évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif a été faite au laboratoire de chimie analytique de la Faculté des Sciences, pour avoir des extraits secs. Et voici ci-dessous le matériel végétal et les solvants organiques utilisés pour avoir les extraits (Tableau 2).

Tableau 2 : Matériel végétal et solvants organiques

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Solvant organique
Gymnanthemum amygdalinum	Umubirizi	Heptane Dichlorométhane Acétate d'éthyle Méthanol
Sesbania sesban	Umunyegenyege	
Physalis peruviana	Intumbaswa	
Rumex usambarensis	Umufumbegete	
Tetradenia riparia	Umuravumba	
Kalanchoe crenata	Ikizirankurwe	
Plectranthus barbatus	Igicuncu	
Sonchus luxurians	Akaziraruguma	
Senecio hadiensis	Icegera	

III.1.2. Souches bactériennes et leurs provenances

Les microbes utilisés dans cette présente étude comprennent deux bactéries à Gram-positifs (*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (MRSA) et celui qui est sensible à la méthicilline (MSSA)) et les deux autres à Gram-négatifs (*Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae*) (Tableau 3).

Tableau 3 : Souches bactériennes et leurs provenances

Microorganismes	Provenance
MRSA (isolat clinique)	Laboratoire de microbiologie de l'Université de Ghent
MSSA (isolat clinique)	Laboratoire de microbiologie de l'Université de Ghent
Escherishia coli ATCC	American type Culture Collection
Klebsiella pneumoniae (isolat Clinique)	Laboratoire de microbiologie de l'Université de Ghent

III.1.3. Réactifs, milieux de culture, appareillage et leur provenance

L'évaluation de l'activité des extraits des plantes sur la croissance des microorganismes a été effectuée au Centre vétérinaire, qui est une direction appartenant au ministère d'environnement, agriculture et élevage consacrée aux analyses et soins des animaux.

Le Centre vétérinaire renferme le laboratoire clinique, virologie, microbiologie, helminthologie et parasitologie. C'est dans le laboratoire de microbiologie que cette étude a été abordée. Ci-après sont cités tous les matériels utilisés, réactifs, milieux de culture lors de la réalisation de ce travail et leur provenance (Tableau 4).

Tableau 4: Matériels et réactifs utilisés et leurs provenances

Matériels et réactifs utilisés	**Provenance**
Réactifs	
Extrait heptanique de chaque plante étudiée	Tous les extraits sont fournis par mon collègue Félix KABONEYE, le chimiste qui a fait l'extraction des métabolites secondaires et le criblage phytochimique
Extrait dichlorometanique de chaque plante	
Extrait d'acétate d'éthyle de chaque plante	
Extrait méthanolique de chaque plante étudiée	
DMSO	Dr Moran, pharmacopée européenne/Allemagne
Eau distillée	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
NaCl	
Etalon de 0,5 McFarland	
Ethanol pour la désinfection	
Savon détergent	
Eau de robinet	
Ampicilline utilisé comme contrôle	Ampicilline utilisé pour le témoin
Milieux de culture	Tous les milieux de culture utilisés proviennent du Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Muller Hinton Agar	
Muller Hinton Bouillon	
TBX	
PCA	
Appareillage	
Balance analytique	UB, Faculté des sciences département de chimie
Flacons conservant les extraits	Hôpital Prince Régent Charles au Burundi
Vortex	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Balance de précision	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi

Cuillère de prélèvement	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Les bouteilles	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Plaque chauffante	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Autoclave	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Bain marie	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Boites de pétri	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Anse de striation	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Un étaleur	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Micropipettes simples	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Micropipettes multicanaux	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Tips	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Incubateurs	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Marqueur	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Essuie-tout	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Poubelle	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
Flamme	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi
La latte	Centre vétérinaire, Bujumbura/Burundi

III.2. Méthodologie

III.2.1. Dissolution des extraits secs

Lors de la dissolution des extraits secs, 100 mg pour chaque extrait ont été prélevés et dissous dans 250 µl de DMSO, puis dilués avec 5 ml de l'eau distillée afin d'obtenir une concentration finale en DMSO de 5 % (Ngezahayo, 2017) et de disponibiliser pour chaque extrait une concentration mère de 20 mg/ml.

Exemple : Pour l'extrait acétate d'éthyle de *Gymnanthemum amygdalinum*, 100 mg de l'extrait sec ont été prélevés et dissous dans 250 microlitres de DMSO à l'aide d'un vortex, puis dilués avec 5 ml de l'eau distillée pour obtenir une concentration finale en DMSO de 5 % et avoir une concentration mère de 20 mg/ml. Ci-dessous, la photographie a été prise au laboratoire pour l'illustration de la méthodologie (Fig.10).





Figure 10 : Dissolution des extraits secs à l'aide du vortex

III.2.2. Culture des cellules souches

III.2.2.1. Préparation des milieux de culture

La quantité du milieu de culture a été pesée sur la balance de précision et mise dans la quantité de l'eau distillée en suivant les instructions du fabricant pour tous les milieux utilisés tels que ; TBX (pour la culture de l'*E. coli*), Baird Parker (pour la culture des staphylocoques) et Mueller Hinton (pour la culture de *Klebsiella pneumoniae*).

Ensuite, l'homogénéisation a été faite au moyen d'une plaque chauffante tout en étiquetant le milieu sur le papier aluminium couvrant la bouteille. Lorsque l'homogénéisation est maximale, le milieu a été mis dans le portoir pour être acheminé dans l'autoclave afin de subir une stérilisation et une décontamination. Après avoir déposé le milieu dans l'autoclave, on a réglé l'autoclave à 121°C de température et à 15 min de temps lorsque l'autoclave atteint à 121°C.

Après ces 15 min l'autoclave a sonné pour nous signaler que la stérilisation est bien terminée et nous l'avons arrêté pour diminuer la température. Après la diminution de la température en dessous de 80°C, nous avons ouvert l'autoclave, retiré le milieu de culture et le milieu a été transporté vers le bain-marie pour subir une stabilisation de la température (entre 44°C et 47°C). Ci-après, la photographie a été prise pour illustrer la méthodologie (Fig.11).



Figure 11 : Etapes de préparation du milieu de culture

(A) : Peser sur la balance de précision, (B) : Mettre le milieu dans l'eau distillée,

(C) : Homogénéisation sur la plaque chauffante, (D) : Stérilisation dans l'autoclave

III.2.2.2. Ensemencement

Les milieux de culture ont été versés dans les boîtes de pétri et attendus 30 min pour que les milieux soient solides (NCCLS, 2000). Après la solidification du milieu, les souches microbiennes ont été amenées et ensemencées dans le milieu en faisant des striations à l'aide d'une anse de platine. Ci-dessous la photographie a été prise pour illustrer la méthodologie (Fig.12).



Figure 12 : Versement du milieu de culture dans les boîtes et ensemencement des colonies

III.2.2.3. Incubation

Après avoir ensemencé les boîtes avec les souches, nous avons emmené les boîtes dans un incubateur et réglé la température à 37˚C. Après 24 h d'incubation, nous avons obtenu des cultures pures de 24 heures. Ci-dessous on a photographié les boîtes incubées (Fig.13).



Figure 13: Les boîtes ensemencées sont mises dans l'incubateur pendant 24h

A partir d une culture pure de 24 h, deux ou trois colonies ont ete prelevees et mises dans un tube contenant trois millilitres de l'eau physiologique et la suspension bactérienne a été comparée à la turbidité de l'étalon de 0.5 McFarland qui correspond à 10^8ufc/ml (NCCLS, 2000). Si la suspension bactérienne est moins turbide que l'étalon de 0.5 McFarland on ajoute des colonies pour ajuster l'inoculum à 10^8 ufc/ml, dans le cas contraire, on ajoute de la quantité de l'eau physiologique pour avoir la suspension bactérienne de 10^8 ufc/ml. L'inoculum doit être ensemencé juste après 15 min de sa préparation (NCCLS, 2000).

III.2.4. Essai biologique antimicrobien

Pour déterminer l'activité antibactérienne, la méthode de diffusion sur l'agar a été utilisée telle que décrite par Murray (1995) avec des modifications quantitatives. Dans les boîtes de Pétri contenant déjà le milieu Mueller Hinton Agar (MHA), des puits d'agar ont été creusés à l'aide d'un Tips de 6 mm de diamètre, espacés de 4 cm. 100µl de suspension bactérienne ont été

prélevés à l'aide d'une micropipette, déposés sur la surface d'une boîte et étalés sur toute la surface à l'aide d'un étaleur.

100µl de chaque extrait d'une plante ont été versés dans le puit suivant leur ordre de polarité croissante (puit 1=EHP, puit 2=EDM, puit 3=EAE, puit 4=EMeOH).

Une expérience de standard et une expérience de contrôle ont été faites ;

L'ampicilline a été utilisée comme antibiotique standard avec sa concentration mère de 1 mg/ml, 100 µl de l'ampicilline ont été prélevés à l'aide d'une micropipette et versés dans le puit 6.

Dimethylsulfoxide (5% DMSO) sans extrait de plante a été utilisé comme contrôle, 100 µl de DMSO ont été prélevés à l'aide d'une micropipette à usage unique et versés dans le puit 5.

Les extraits et les contrôles ont été laissés à diffuser à la température ambiante pendant 2 h (NCCLS, 2000).

Les boîtes ont été incubées à 37˚C pendant 24 h et les diamètres de la zone d'inhibition induites par les extraits et le contrôle ont été mesurés à l'aide d'une latte graduée.

Les manipulations ont été tripliquées et les valeurs moyennes ont été enregistrées. La méthodologie est illustrée dans la figure 14.



Figure 14:Creusement des puits, prélèvement et versement des extraits dans les puits

(A) Creusement des puits dans la boîte contenant du milieu

Puit 1 : Extrait à l'heptane ;

Puit 2 : Extrait au dichlorométhane ;

Puit 3 : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

Puit 4 : Extrait au méthanol ;

Puit 5 : DMSO ; solvant de dissolution ;

Puit 6 : Ampicilline ; contrôle positif.

(B) Tous les 36 extraits à tester.

(C) Versement des extraits dans les puits.

CHAPITRE IV. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Après avoir utilisé tous les matériels cités dans ce présent travail et parcouru toutes les méthodes citées dans cette étude, les résultats correspondant aux objectifs spécifiques ont été trouvés et sont présentés ci-après :

IV.1.1. Résultat d'une culture bactérienne de 24 h

Dans notre étude, nous avions des souches microbiennes provenant de l'ATCC (American Types Collection Culture) et LMG (Laboratory Microbiology of Ghent University), pour nous rassurer que les souches sont encore vivantes, une culture de 24 h a été faite pour chaque souche bactérienne sur son milieu sélectif sauf le *Klebsiella pneumoniae* dont le milieu sélectif a été manqué et le milieu général Mueller Hinton Agar a été utilisé pour la culture de ce dernier. *L'Escherichia coli* a été cultivé sur le milieu TBX, MRSA et MSSA ont été cultivés sur le milieu Baird Parker.

Après l'incubation, on a trouvé que tous les microorganismes utilisés dans cette présente étude étaient vivants et voici ci-après le résultat de la culture sous la forme des images (Fig15) :

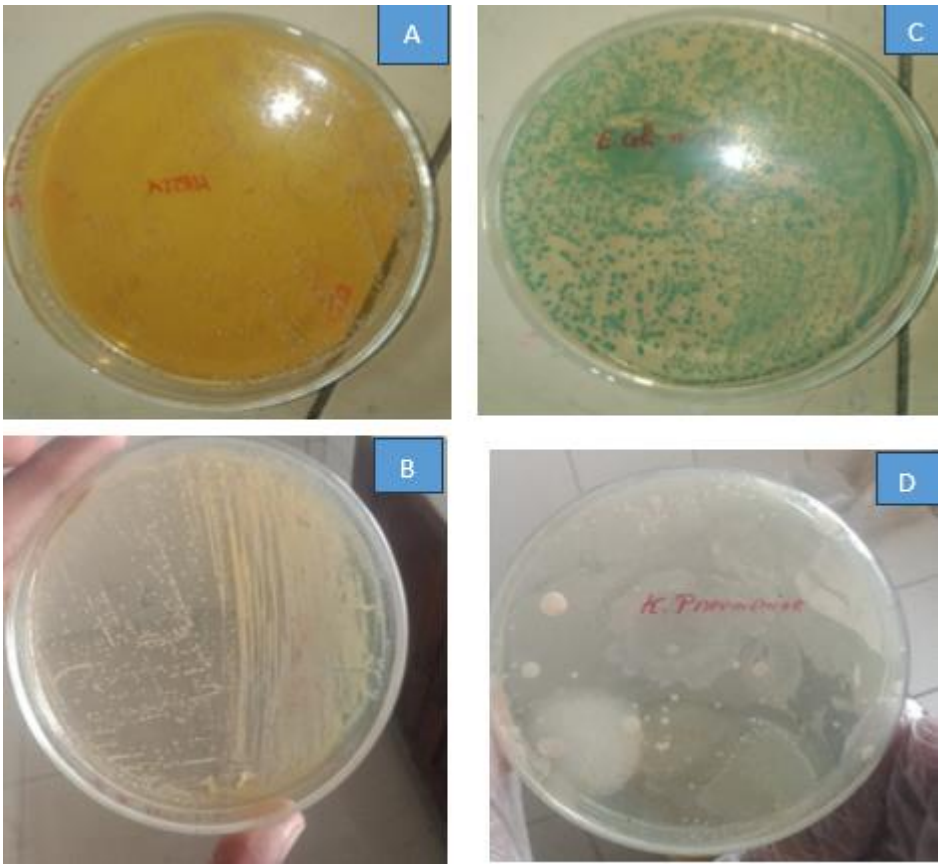


Figure 15 : Résultat d'une culture bactérienne de 24 h

(A) Culture de MRSA de 24 h,

(B) Culture de MSSA de 24 h

(C) Culture d'*Escherishia coli* de 24 h, (D) Culture de *Klebsiella pneumoniae* de 24 h

Cette culture de 24, h nous a aidé lors de la préparation de l'inoculum bactérien.

IV.1.2. Activité antibactérienne des extraits des plantes

Après avoir parcouru toutes les méthodes utilisées dans cette présente étude pour répondre aux objectifs spécifiques, tous les extraits de toutes les neuf plantes ont été testés contre les quatre microorganismes pathogènes utilisés et les zones d'inhibition ont été trouvées.

IV.1.2.1. Effet des extraits de *Gymnanthemum amygdalinum* sur les bactéries pathogènes utilisées.

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés par les extraits de *G. amygdalinum* contre les bactéries utilisées se trouvent ci-dessous dans la figure 16 :

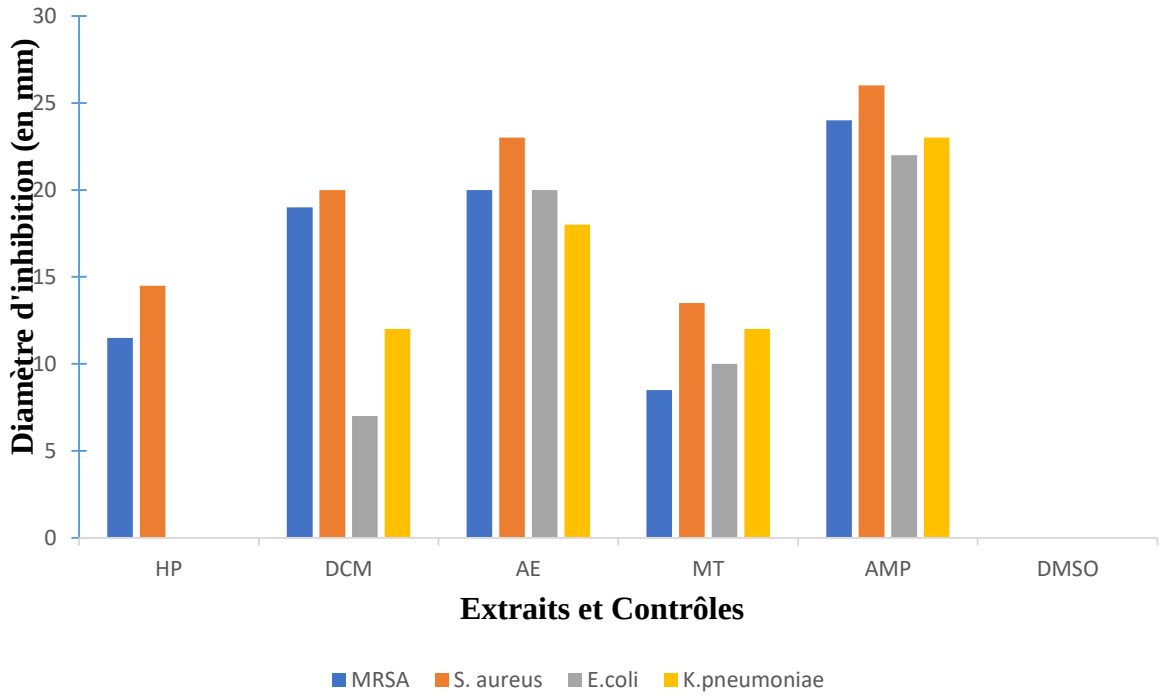


Figure 16: Effet des extraits de *G. amygdalinum* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ; MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Tous les extraits de *G. amygdalinum* ont eu une activité inhibitrice malgré que l'extrait heptanique a inhibé les deux pathogènes seulement (MRSA et MSSA). L'extrait le plus actif du *G. amygdalinum* est l'extrait à l'acétate d'éthyle, suivi par l'extrait dichloromethanique. L'extrait à l'acétate d'éthyle a eu une grande zone d'inhibition contre *Staphylococcus aureus* sensible à la méthicilline (23 mm), ce diamètre d'inhibition est proche à celui de l'antibiotique de référence contre cette bactérie (26 mm).

Ampicilline comme antibiotique de référence utilisée a eu une zone d'inhibition importante conformément à l'expectation et le DMSO à 5 % n'a pas eu d'effet sur la croissance microbienne, cela nous rassure que les zones d'inhibition entraînées par les extraits sont totalement correctes.

IV.1.2.2. Effet des extraits de *Kalanchoe crenata* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés par les extraits de *K. crenata* contre les bactéries utilisées se trouvent ci-dessous dans la figure 17 :

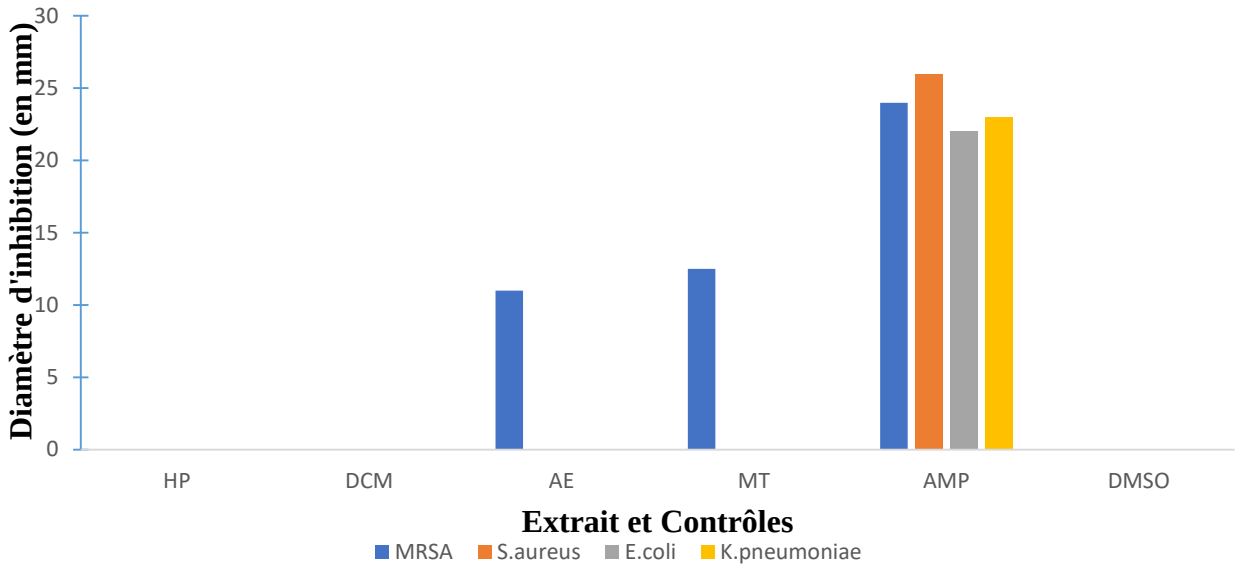


Figure 17 : Effet des extraits de *K. crenata* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Deux extraits seulement de *K, crenata* ont eu une inhibition contre un seul pathogène (MRSA) qui était supposé comme bactérie résistante. Extrait à l'acétate d'éthyle de *K. crenata* avec une concentration de 20 mg/ml a eu une petite inhibition contre la croissance de MRSA (11 mm), ce même extrait avec cette même concentration n'est pas parvenu à provoquer l'inhibition contre les trois bactéries pathogènes restantes (MSSA, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*), même cas pour l'extrait méthanolique de cette plante (une petite zone d'inhibition 12.5 mm contre MRSA).

Extrait heptanique et dichloromethanique n'ont provoqué aucune inhibition contre un pathogène. L'inhibition de l'ampicilline reste comme précédemment, même cas pour le DMSO (à 5% pas d'effet sur la croissance microbienne)

IV.1.2.3. Effet des extraits de *Tetradenia riparia* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés par les extraits de *T. riparia* contre les bactéries utilisées se présentent ci-dessous dans la figure 18 :

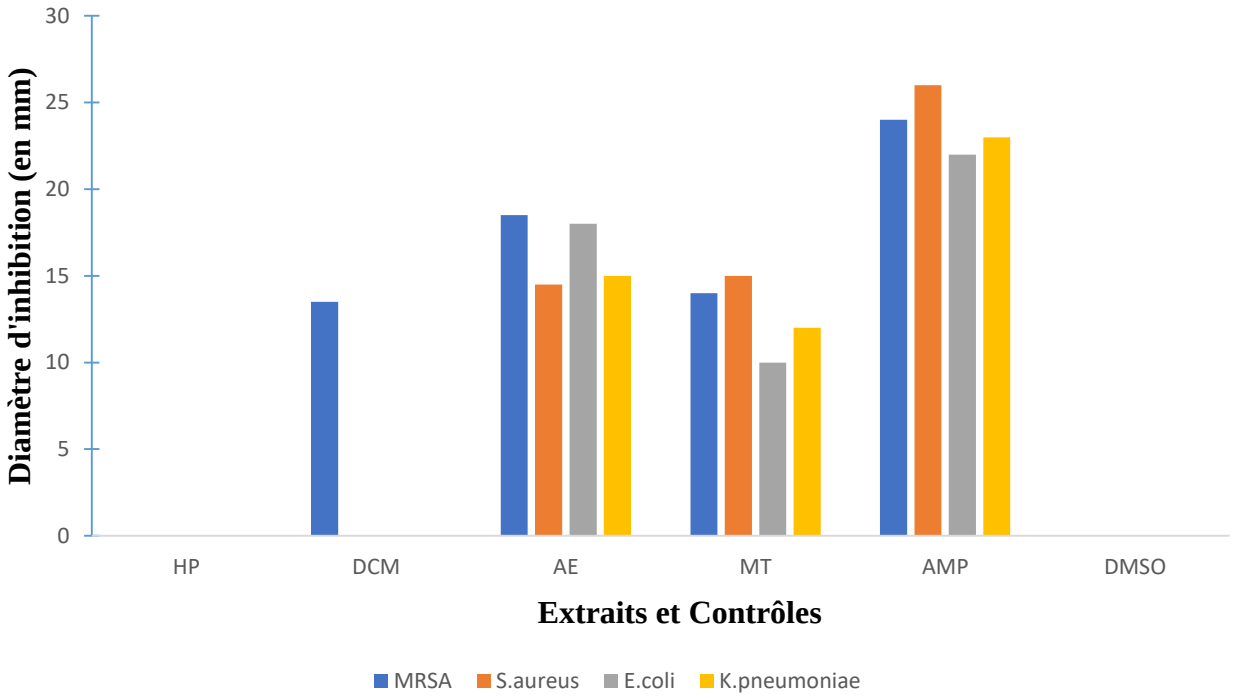


Figure 18 : Effet des extraits de *T. riparia* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Tous les extraits en provenance de *Tetradenia riparia* sauf extrait heptanique sont actifs sur *MRSA* mais les extraits à l'acétate d'éthyle et au méthanol possèdent une grande inhibition contre tous les organismes utilisés.

L'extrait à l'acétate d'éthyle de Tetradenia riparia a provoqué une zone d'inhibition importante pour tous les pathogènes utilisées (18.5 mm contre MRSA, 14.5 mm contre MSSA, 18 mm contre l'*Escherichia coli* et 15 mm contre le *Klebsiella pneumoniae*) suivi par l'extrait méthanolique, lui aussi qui a inhibé la croissance de toutes les bactéries pathogènes utilisées et l'extrait dichloromethanique a inhibé la croissance contre un seul pathogène *MRSA*.

L'ampicilline a été utilisée comme antibiotique de référence et le DMSO a été utilisé pour voir si le solvant de dissolution à 5% n'a pas d'effet.

IV.1.2.4. Effet des extraits de *Sesbania sesban* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats du diamètre d'inhibition entraînés par les extraits de *S. sesban* contre les bactéries utilisées se présentent ci-dessous dans la figure 19 :

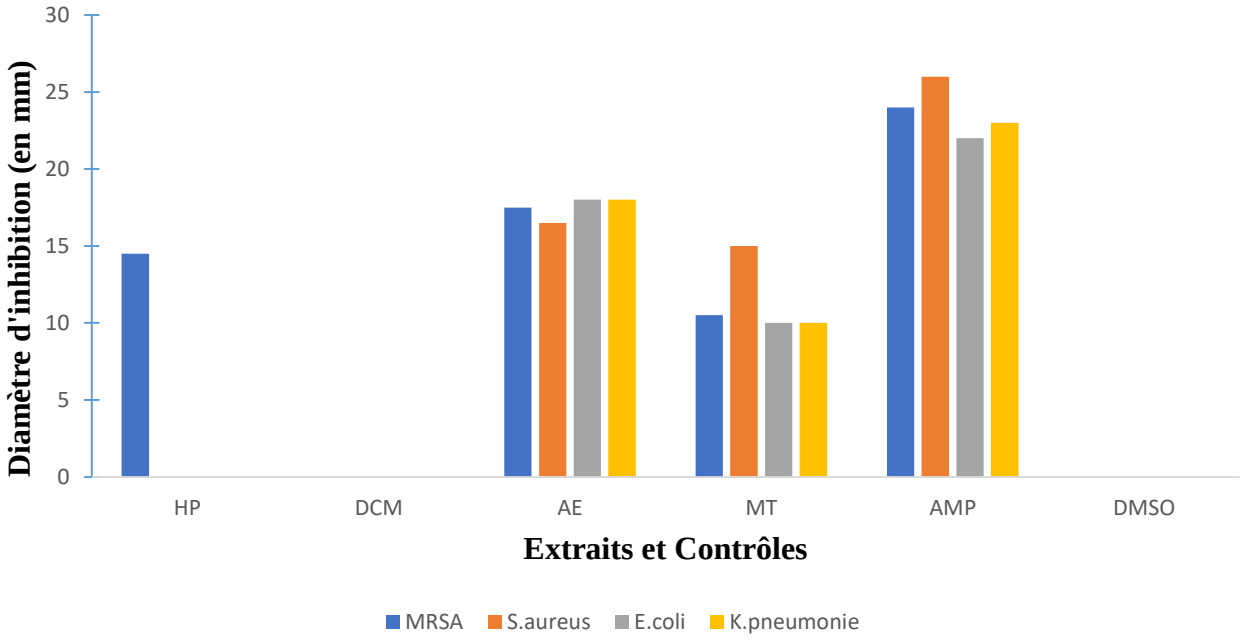


Figure 19 : Effet des extraits de *S. sesban* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Tous les extraits en provenance de *S. sesban* sauf extrait dichloromethanique sont actifs sur *MRSA* mais les extraits à l'acétate d'éthyle et au méthanol possèdent une grande zone inhibition contre tous les microorganismes utilisés.

L'extrait à l'acétate d'éthyle de *S. sesban* a provoqué une zone d'inhibition importante pour tous les bactéries utilisées (17.5 mm contre MRSA, 16.5 mm contre MSSA, 18 mm contre l'*Escherichia coli* et 18 mm contre le *Klebsiella pneumoniae*) suivi par l'extrait méthanolique, lui aussi qui a inhibé la croissance de tous les microbes pathogènes utilisés et l'extrait heptanique a inhibé la croissance contre un seul pathogène MRSA.

L'ampicilline a servi d'une référence positive et le DMSO à 5 % n'a pas d'effet.

IV.1.2.5. Effet des extraits de *Physalis peruviana* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés des extraits de *P. peruviana* contre les bactéries utilisées se présentent ci-dessous dans la figure 20 :

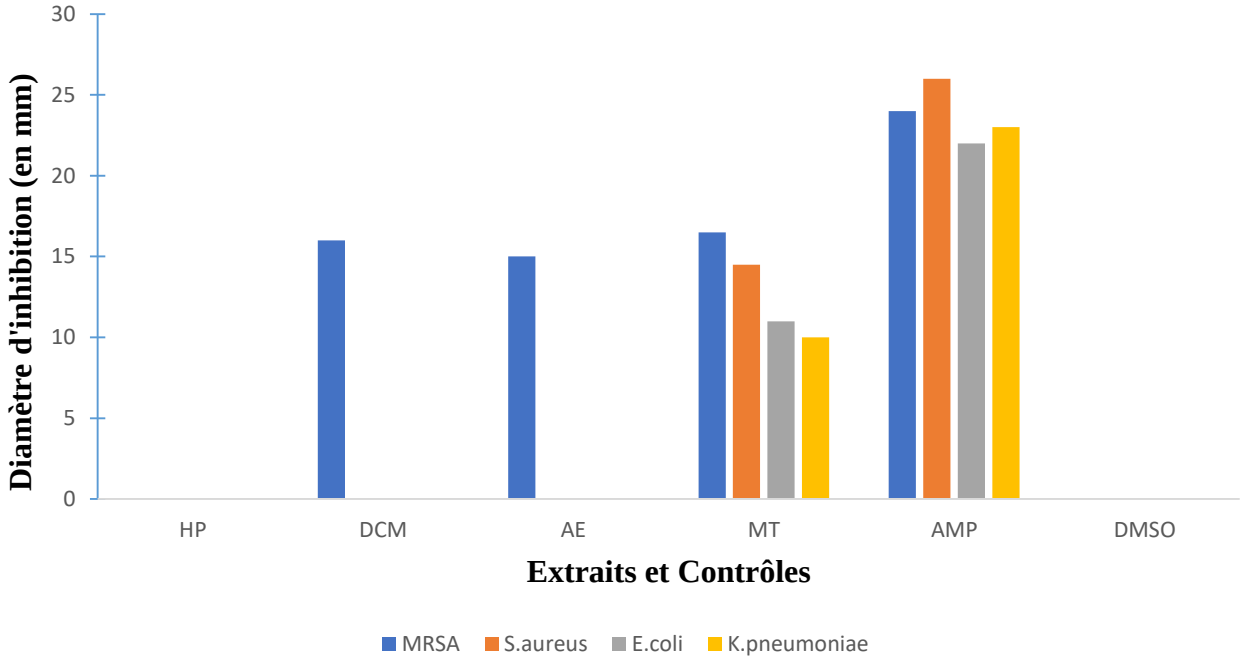


Figure 20 : Effet des extraits de *Physalis peruviana* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ; MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

L'extrait heptanique *Physalis peruviana* n'a pas provoqué l'inhibition contre aucun pathogène au moment où l'extrait dichloromethanique et à l'acétate d'éthyle ont provoqué une inhibition contre *MRSA* seulement respectivement avec une zone de 16mm et 15mm.

L'extrait méthanolique de *P. peruviana* a provoqué une inhibition contre tous les microorganismes bactériens utilisés (16.5 mm contre MRSA, 14.5 mm contre *Staphylococcus aureus* sensible à la méthicilline, 11 mm contre l'*Escherichia coli* et 10 mm contre le *Klebsiella pneumoniae*).

L'ampicilline a servi d'une action de référence et son inhibition reste constante pour toutes les reprises, même cas pour le DMSO qui a servi pour toutes les reprises un solvant de dissolution.

IV.1.2.6. Effet des extraits de *Rumex usambarensis* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats du diamètre d'inhibition entraînés par les extraits de *R. usambarensis* contre les microorganismes bactériens utilisés sont ci-dessous dans la figure 21 :

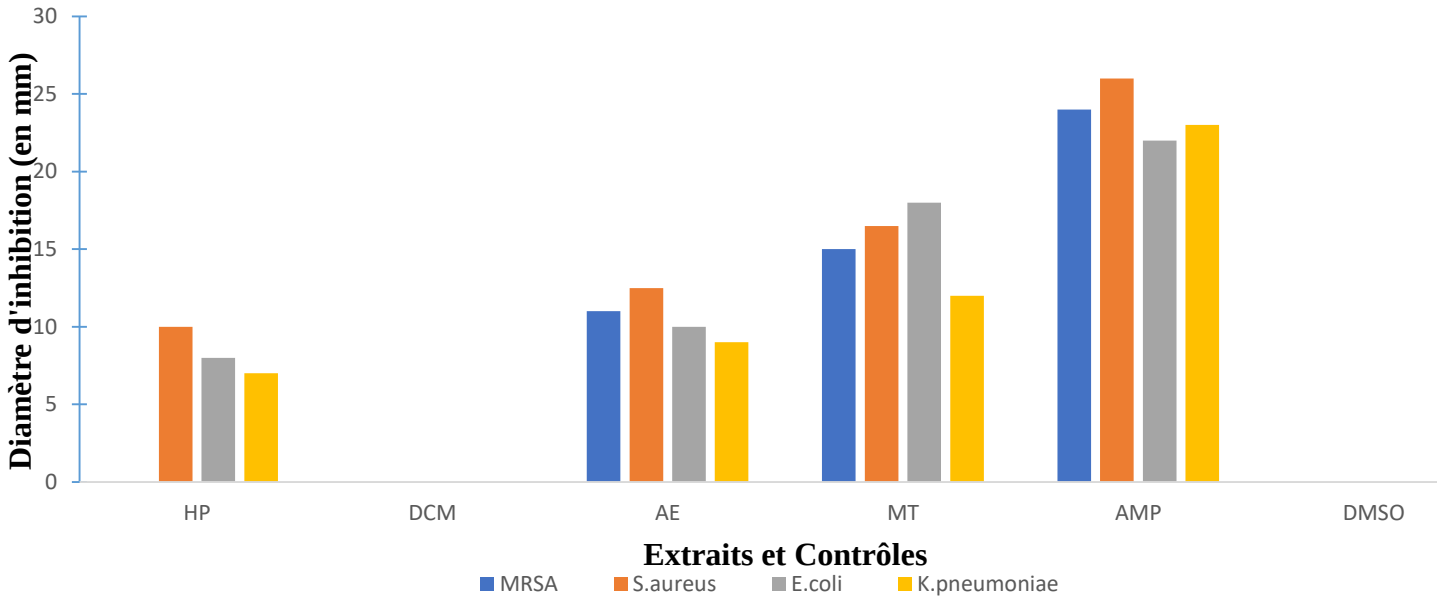


Figure 21 : Effet des extraits de *R. usambarensis* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ; MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Tous les extraits en provenance de *R. usambarensis* sauf extrait dichloromethanique sont actifs sur au moins trois microorganismes utilisés même si les extraits n'ont pas eu les mêmes diamètres d'inhibition contre les pathogènes.

L'extrait méthanolique a manifesté une zone d'inhibition importante pour tous les pathogènes par rapport aux autres extraits inhibiteurs (15 mm contre MRSA, 16.5 mm contre MSSA, 18 mm contre *Escherichia coli* et 12 mm contre *Klebsiella pneumoniae*).

L'extrait à l'acétate d'éthyle vient en second lieu et a provoqué une inhibition contre tous les pathogènes utilisés (11 mm contre MRSA, 12.5 mm contre *Staphylococcus aureus* sensible à la méthicilline, 10 mm contre *Escherichia coli* et 9 mm contre *Klebsiella pneumoniae*).

L'extrait heptanique a eu un effet inhibiteur contre trois pathogènes, même si son diamètre est significativement minime. Ampicilline a servi d'une référence positive et DMSO un solvant de dissolution.

IV.1.2.7. Effet des extraits de *Plerancthus barbatus* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés par les extraits de *P. barbatus* contre les microorganismes bactériens utilisés se présentent dans la figure 22 :

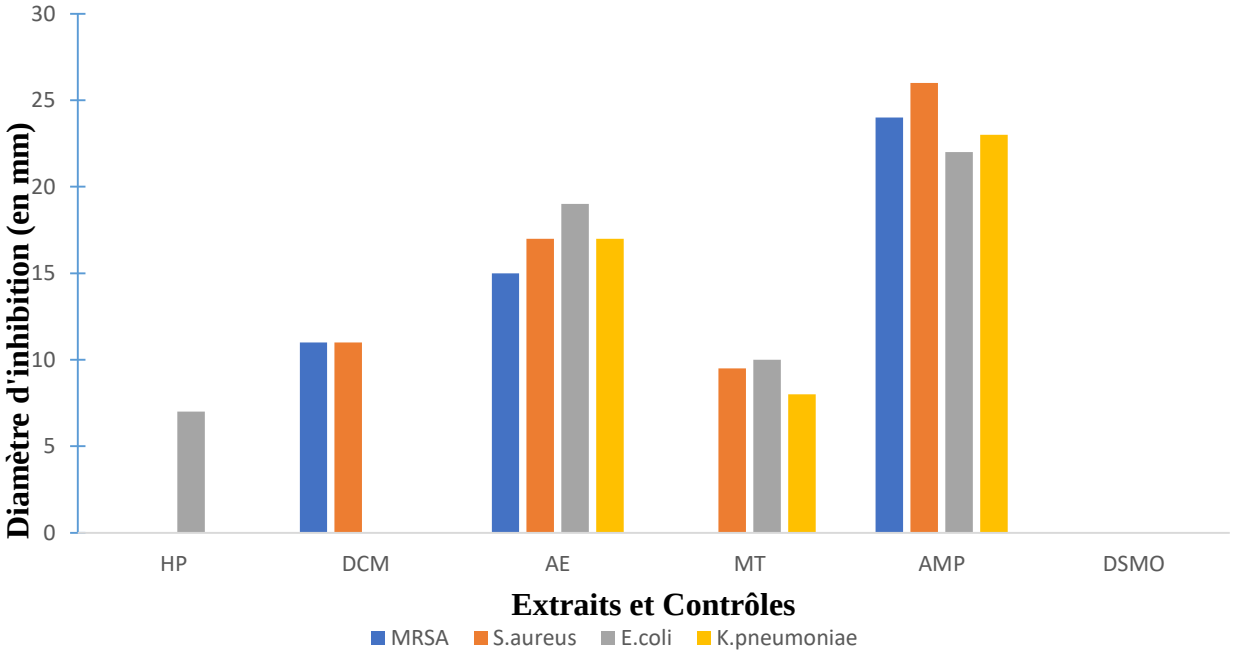


Figure 22 : Effet des extraits de *P. barbatus* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Tous les extraits provenant de *P. barbatus* ont provoqué une inhibition contre au minimum un seul pathogène, même s'il ya des extraits dont l'inhibition est significativement petite comme l'extrait heptanique contre *Escherichia coli* (7 mm).

L'extrait à l'acétate d'éthyle a inhibé la croissance de tous les pathogènes utilisés avec une zone d'inhibition importante (15 mm contre MRSA, 17 mm contre MSSA, 19 mm contre *Escherichia coli* et 17 mm contre *Klebsiella pneumoniae*).

L'extrait dichloromethanique a provoqué l'inhibition contre deux microorganismes seulement (11 mm contre MRSA, 11 mm contre *Staphylococcus aureus* sensible à la méthicilline).

L'extrait méthanolique, lui aussi a entraîné une inhibition contre la croissance de trois pathogènes (9.5 mm contre *Staphylococcus aureus* sensible à la méthicilline, 10 mm contre *Escherichia coli* et 8 mm contre *Klebsiella pneumoniae*).

L'ampicilline a joué le rôle d'un antibiotique de référence et le DMSO un solvant de dissolution.

IV.1.2.8. Effet des extraits de *Sonchus luxurians* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés par les extraits de *S. luxurians* contre les microorganismes bactériens utilisés se présentent ci-dessous dans la figure 23 :

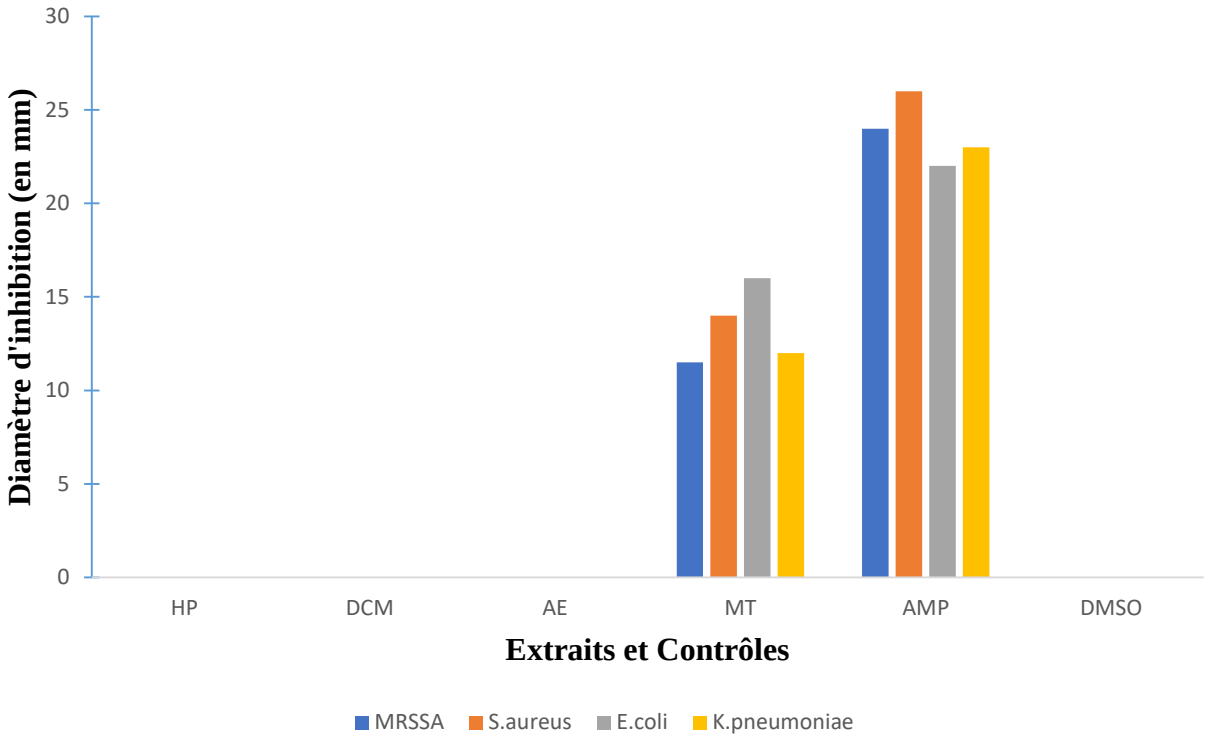


Figure 23 : Effet des extraits de *S. luxurians* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide.

Pour le *Sonchus luxurians*, un seul extrait a inhibé la croissance de tous les microorganismes bactériens utilisés (l'extrait méthanolique).

L'extrait méthanolique provenant dans le *S. luxurians* a inhibé la croissance à 11.5 mm contre MRSA, 14 mm contre MSSA, 16 mm contre *Escherichia coli* et 12 mm contre *Klebsiella pneumoniae*

L'extrait heptanique n'a manifesté aucune inhibition, l'extrait dichloromethanique n'a provoqué aucune inhibition et même cas pour l'extrait à l'acétate d'éthyle.

IV.1.2.9. Effet des extraits de *Senecio hadiensis* sur les bactéries pathogènes utilisées

Les résultats des diamètres d'inhibition entraînés par les extraits de *S. hadiensis* contre les microorganismes bactériens utilisés se présentent ci-dessous dans la figure 24 :

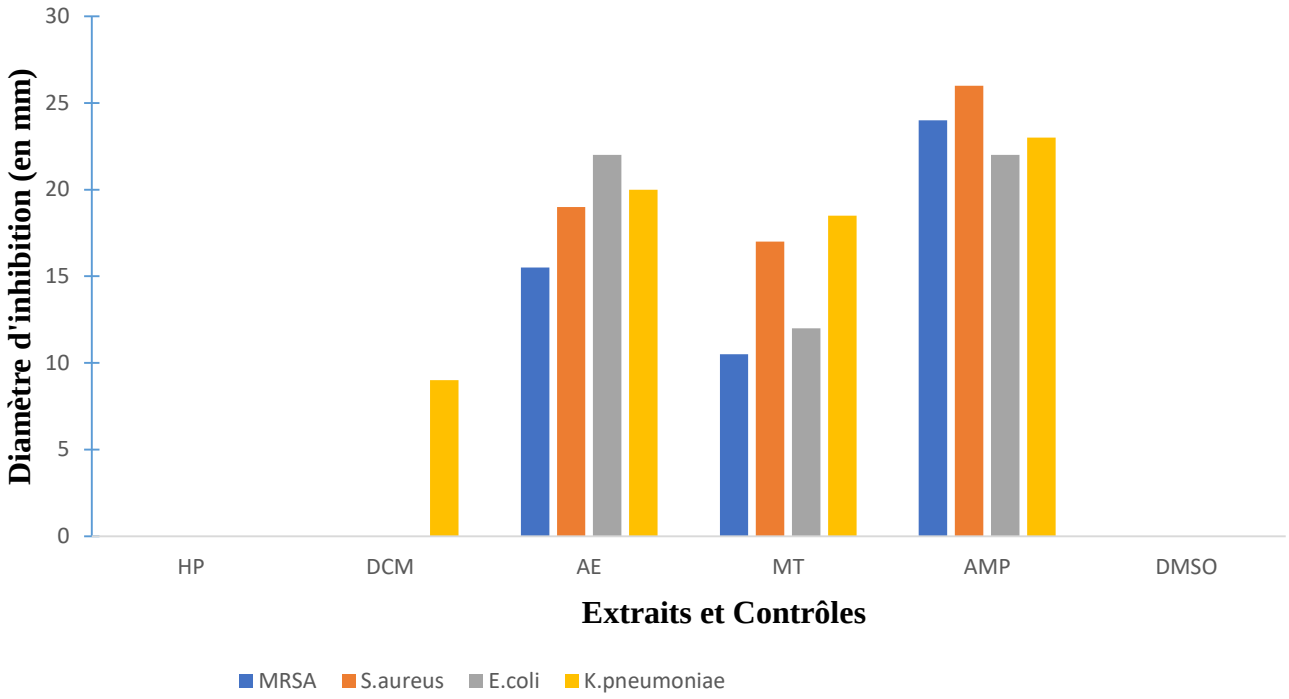


Figure 24 : Effet des extraits de *S. hadiensis* sur les bactéries pathogènes utilisées

HP : Extrait heptanique ; DCM : Extrait dichloromethanique ; AE : Extrait à l'acétate d'éthyle ;

MT : Extrait méthanolique ; AMP : Ampicilline ; DMSO : Dimethylsulfoxide

Tous les extraits sauf l'extrait heptanique a inhibé la croissance du pathogène *Klebsiella pneumoniae*, même si l'extrait dichloromethanique l'a inhibé avec une petite zone (9 mm).

L'extrait à l'acétate d'éthyle a provoqué une inhibition de tous les microorganismes bactériens utilisés avec une zone importante (15.5 mm contre MRSA, 19mm contre MSSA, 22 mm contre *Escherichia coli* et 20 mm contre *Klebsiella pneumoniae*).

L'extrait méthanolique, lui aussi a inhibé la croissance de tous les pathogènes utilisés dans ce présent travail (10.5 mm contre MRSA, 17mm contre MSSA, 12 mm contre *Escherichia coli* et 18.5 mm contre *Klebsiella pneumoniae*).

L'ampicilline a été utilisée comme un antibiotique de contrôle et le DMSO comme un solvant de dissolution. Ce qu'on peut souligner sur cette plante, son extrait à l'acétate d'éthyle avec une concentration 20 mg/ml, son activité inhibitrice contre *Escherichia coli* est exactement similaire avec l'activité de l'ampicilline à une concentration de 1mg/ml contre cette dernière (voir Fig.25).

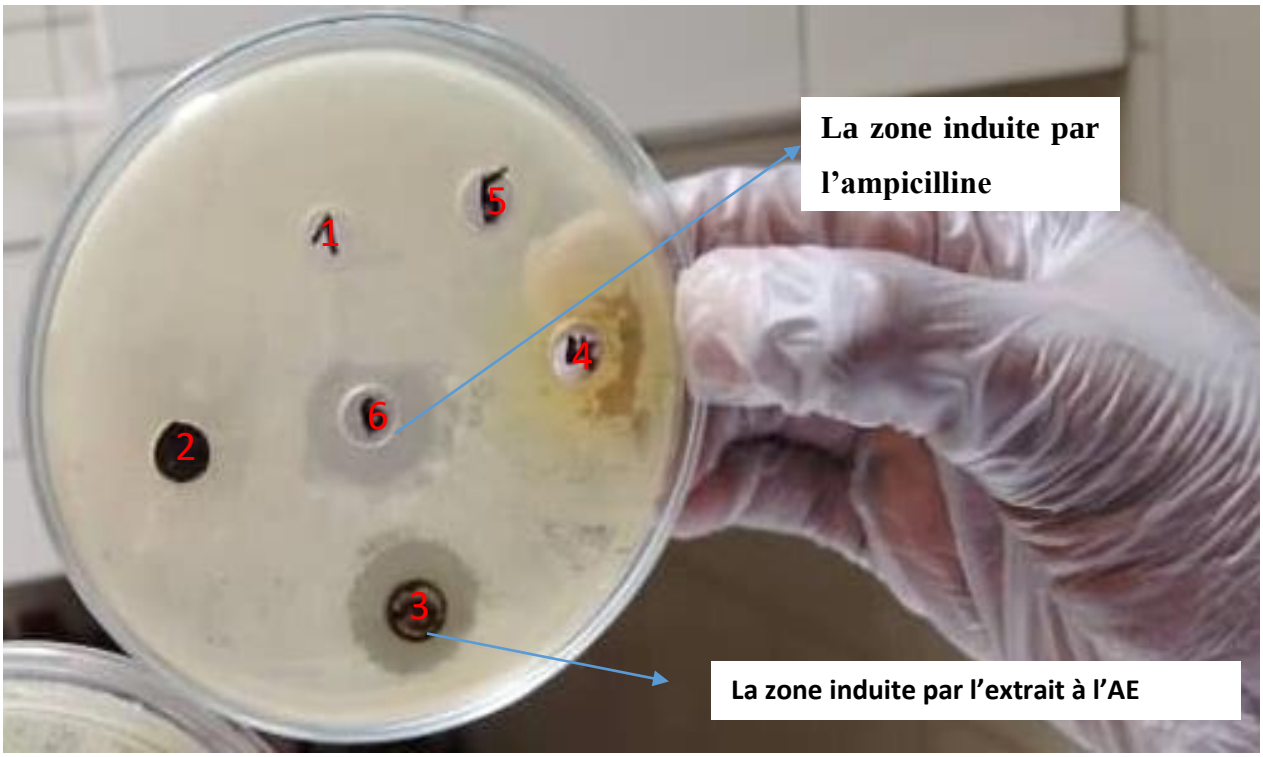


Figure 25 : Comparaison du diamètre d'inhibition de l'extrait à l'acétate d'éthyle de *Senecio hadiensis* à l'antibiotique de référence ampicilline contre la croissance de l'*Escherichia coli.*

IV.2. DISCUSSION DES RESULTATS

Dans ce présent travail, l'objectif global était de contribuer à l'évaluation *in vitro* de l'activité antibactérienne des plantes autochtones du Burundi en vue de leur utilisation thérapeutique. Après avoir parcouru toutes les méthodes utilisées, les résultats montrent que chaque plante a au moins un extrait pouvant inhiber la croissance bactérienne, et les valeurs des diamètres de la zone d'inhibition trouvées se trouvent dans l'intervalle de la sensibilité excellente lorsqu'elles sont comparées aux valeurs standards utilisées par Tsirinirindravo et Andrianarisoa (2009) et OMS (2000) pour l'interprétation des résultats des tests de susceptibilité face aux extraits des plantes; cela confirme que toutes les plantes de notre étude sont antimicrobiennes.

Tableau 5: Valeurs standards utilisées pour l'interprétation des résultats des tests de susceptibilité face aux extraits des plantes.

Diamètre d'inhibition (Δ)	Degré de susceptibilité du germe	Symbole
$\Delta < 7$ mm	Résistant	-
$7\text{mm} \leq \Delta < 8$ mm	Susceptible	+
$8\text{mm} \leq \Delta < 9$ mm	Moyennement susceptible	+ +
$\Delta \geq 9$ mm	Très susceptible	+ + +

Source : Tsirinirindravo et Andrianarisoa (2009), OMS (2000).

Parmi les plantes étudiées, *G. amygdalinum* montre un grand diamètre d'inhibition (23 mm) contre le MSSA qui est très proche à son antibiotique standard (ampicilline). Tous les extraits de *G. amygdalinum* ont montré une zone d'inhibition contre la croissance de MSSA même s'il y a des extraits qui ont montré une petite zone, cela implique l'espèce exige des solvants d'extraction polaire et non polaire.

Le *G. amygdalinum* a montré une activité contre les 4 microorganismes testés *MRSA*, MSSA, *E. coli* et *K. pneumoniae*, cela ressemble aux travaux d'Akinpelu (1999). Cela implique également que l'espèce a un grand spectre d'activité ; les tradipraticiens qui l'utilisent pour traiter les problèmes de l'estomac, gastro-intestinaux ont raison, nos résultats ont montré que ses extraits sont actifs contre les entérobactéries.

L'activité des extraits de *G. amygdalinum* remarquée dans la présente étude peut être due à une présence des métabolites secondaires révélés par Jiaska (1993) et Udensi (2002) qui sont entre autres les saponines, les stéroïdes, les flavonoïdes ou à une combinaison des métabolites secondaires

L'autre plante qui a montré l'activité pour les solvants polaires et non polaires c'est *Sesbania sesban* ; tous les extraits sauf celui au dichlorométhane ont montré une zone d'inhibition contre MRSA, même si ce dernier est résistant à la méticilline. Parmi les microorganismes bactériens utilisés, l'*E. coli* a été très sensible face à l'extrait à l'acétate d'éthyle ceci ressemble aux résultats du travail de Mythili & Ravindhran (2012) qui rapporte que l'*Escherichia coli* est sensible face aux extraits de *Sesbania sesban*.

Le *S. sesban* a un pouvoir antibactérien ; ses extraits ont inhibé la croissance de tous les microorganismes entérobactéries utilisés. L'utilisation de l'espèce dans la médecine traditionnelle pour traiter les diarrhées et les affections cutanées est raisonnable. Cette inhibition peut être due à la présence des saponines et flavonoïdes révélés par Gomase (2012).

Tous les extraits en provenance de *T. riparia*, sauf l'extrait à l'heptane, sont actifs sur MRSA mais les extraits à l'acétate d'éthyle et au méthanol possèdent une grande inhibition contre tous les microorganismes utilisés. Cette plante possède un grand spectre d'activité ce qui explique la raison de l'utilisation des feuilles de l'espèce dans la médecine traditionnelle comme anti-diarrhéique, antitussif et dans le traitement des maux d'estomac généraux rapporté par Njau (2001).

P. barbatus lui aussi, est une plante qui possède des métabolites secondaires solubles dans les solvants organiques d'extraction polaires et non polaires. Chacun de ses extraits a montré une activité inhibitrice contre au moins un microorganisme, même si l'extrait à l'acétate d'éthyle a montré la meilleure inhibition contre tous les microbes utilisés. L'extrait à l'acétate d'éthyle a entrainé un diamètre d'inhibition de 19 mm contre l'*Escherishia coli*. Cette plante possède un grand spectre d'activité et cela colle avec les résultats de Simon et Mollel (1999), ce qui justifie son utilisation dans la médecine traditionnelle burundaise.

P. peruviana est une seule plante dans notre étude dont tous les 3 extraits (dichlorométhane, acétate d'éthyle et méthanol) ont montré presque le même diamètre d'inhibition contre MRSA.

Pour les autres microorganismes bactériens, c'est l'extrait méthanolique seulement qui est actif, il a montré une zone d'inhibition de 10 mm de diamètre contre *K. pneumoniae* ; ce résultat coïncide avec les résultats de Osho et al. (2010) sur l'activité de l'huile essentiel des parties aériennes de *P. peruviana*.

Les extraits à l'acétate d'éthyle et au méthanol de *Kalanchoe crenata* ont montré une petite zone d'inhibition respectivement 12.5 et 11 mm contre seulement MRSA. Pour le MSSA, *E. coli* et *K. pneumonie* aucun extrait n'a montré une activité. Cela confirme les résultats d'Odunayo et al. (2007) rapportant que l'extrait méthanolique provenant des feuilles de *K. crenata* ont des CMI suivantes : 256 mg/ml pour *S. aureus*, 256 mg/ml pour *E. coli* et 512.mg/ml pour *K. pneumoniae* sachant que notre étude a utilisé 20 mg/ml comme concentration mère pour tous les extraits. Pour le *K. crenata*, il fallait utiliser une très grande concentration pour que les extraits déclenchent l'inhibition contre les microorganismes bactériens utilisés dans ce présent travail.

Le pouvoir antibactérien de l'extrait méthanolique de *S. luxurians* dans la présente étude confirme le travail de Njeri Kamau (2018) qui a révélé la présence des alcaloïdes, flavonoïdes, saponines, tannins, phénols dans les constituants de l'espèce. Les résultats trouvés pour cette plante confirment l'utilisation de celle-ci en médecine traditionnelle, en traitant les douleurs intestinales signalées par Ruffo et al. (2002).

L'extrait à l'acétate d'éthyle de *S. hadiensis* a montré une zone d'inhibition contre *l'Escherishia coli* égale à celle de l'ampicilline (figure 15) ; cela montre que le *S. hadiensis* renferme des substances actives capables d'inhiber la croissance de cette bactérie.

Le pouvoir antibactérien *in vitro* de cette plante justifie son utilisation en médecine traditionnelle et les résultats trouvés peuvent être dû aux métabolites secondaires les alcaloïdes, les tannins, les flavonoïdes, les stéroïdes et les terpènes tels que révélés par Nineza et Nkengurutse (2018). Cette plante a besoin des investigations ultérieures du fait qu'elle a déclenché une inhibition similaire à celle de l'antibiotique de référence contre *E. coli*.

CHAPITRE V : CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

V.1. CONCLUSION

Notre étude a été réalisée afin de déterminer si les plantes faisant l'objet d'étude ont un effet sur la croissance *in vitro* des microorganismes et d'identifier pour chaque plante le solvant le plus capable d'extraire les substances pouvant inhiber la croissance bactérienne.
Pour répondre à cet objectif, la dissolution des extraits secs (fournis par notre collègue chimiste Félix KABONEYE) dans le DMSO ne dépassant pas 5 % a été effectuée à l'aide d'un vortex, dans le laboratoire microbiologique du Centre vétérinaire

Ensuite, l'effet des extraits dissous de toutes les plantes a été examiné sur la croissance des quatre microorganismes bactériens (tels que MRSA, MSSA, *Escherishia coli* et *Klebsiella pneumoniae)* suivant la méthode de Murray (1995). La zone d'inhibition de chaque extrait de chaque plante contre chaque microorganisme bactérien a été mesurée.

Les résultats révèlent que toutes les plantes de l'étude ont un effet inhibiteur sur la croissance de ces 4 pathogènes et les extraits qui montrent une meilleure inhibition, sont les extraits à l'acétate d'éthyle et au méthanol. Ce sont ces solvants (acétate d'éthyle et Méthanol) qui peuvent extraire des substances pouvant inhiber la croissance microbienne, du fait de leur degré de polarité.

Les résultats ont montré également que parmi les neuf plantes examinées, le *G. amygdalinum* a un grand spectre d'activité au moment où le *K. crenata* présente un faible spectre d'activité.

Les résultats trouvés confirment la connaissance des personnes qui les utilisent dans la médecine traditionnelle burundaise. Il faut des études profondes jusqu'à trouver des produits finis provenant de ces plantes. Encore, en voyant leur utilité du fait que la majorité d'elles figure sur la liste des plantes menacées, il faut des mesures de préservation et de domestication de ces espèces.

V.2. RECOMMANDATIONS

Au regard de résultats de notre travail, la formulation des recommandations s'impose :

- A l'université du Burundi
- Etablir un laboratoire de microbiologie bien équipé avec des appareils de haut niveau, des milieux de culture, des colorants
- Former des spécialistes en microbiologie
- Au gouvernement du Burundi
- Valoriser les résultats de la recherche
- Sensibiliser la population burundaise à la protection des plantes médicinales
- Sensibiliser la population à planter dans leur jardin les plantes médicinales
- Promouvoir la médecine traditionnelle
- Financer les recherches en médecine traditionnelle
- Aux bailleurs du Burundi
- Investir dans la médecine traditionnelle
- Fabriquer les produits finis provenant des plantes médicinales
- Aux chercheurs
- Déterminer la CMI pour ces plantes dans les travaux ultérieurs
- Examiner le pouvoir antimicrobien des parties racinaires de ces plantes dans les recherches ultérieures
- Evaluer entre l'eau et les solvants organiques celui qui peut extraire les substances actives pouvant inhiber la croissance microbienne.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abeysinghe, D.C. ; Li, X. ; Sun, C. ; Zhang, W. ; Zhou, C. (2007). Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of *citrus* fruit of four species. Food Chemistry 104(4):1338-1344.
2. Aibinu, I. ; Adenipekun, E. ; Odugbemi, T. (2004). Emergence of Quinolone resistance amongst *Escherishia coli* strains isolated from clinical infections in some Lagos State hospitals in Nigeria. Nigerian journal of health and Biomedical Science. 3(2):73-78.
3. Aibinu, I.E.; Odunayo, R.A.; Tayo, A.; Toyin, A.; Tolu, O. (2007). *In vitro* antimicrobial activity of crude extracts from plants *Bryophyllum pinnatum* and *kalanchoe crenata*. Afr. J. Trad. CAM (2007) 4 (3): 338 – 344
4. Aldulaimi, O. (2017). General overview of phenolics from plant to Laboratory, Good Antibacterial or Not. Pharmacognosy Review, 11(22):123-127.
5. Alice, N.; John, D.K.; Immaculate, N. (2015). Phytochemicals and Antioxidant Properties of Five Wild Edible Plants Consumed by Pregnant Women in Buikwe District, Uganda. Int.J. Pharma and Polytech.R.7 (6):1267-1271.
6. Andrews, JM. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations. J Antimicrob. Chemo. 48:5-16.
7. APG IV. (2016). Mise à jour de la classification des groupes phylogéniques des angiospermes pour les ordres et familles des plantes à fleurs. APG IV. Bot J Linn. Soc .181 :1-20
8. Armando, C.; Herlinda, M.; Emilia, M.; Ericka, C.; Blanca, E.S.; Elsa, J.; Eduardo, P.; Guillermo, C. (1995). Antigonorrhoeal activity of plants used in Guatemala for the treatment of sexually transmitted diseases J. Ethnopharmacol. 48(2): 85-88.
9. Bastos, C.N.T.; Silveira, A.J.A.; Salgado, C.G.; PicancoDiniz, D.L.W.; de Nascimento, J.L.M., (2008). *Physalis angulata* extracts exerts anti-inflammatory effects in rats inhibiting different pathways. Journal of Etnhopharmacology .118 : 251–264.
10. Bigendako, M.J. (1990). Recherches ethnopharmacognosiques sur les plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle au Burundi occidental. Thèse de Doctorat en botanique systématique et phytosociologie. Faculté des sciences, Université Libre de Bruxelles. 358p

11. Bondestein, J.W. (1997). Toxicité des remèdes traditionnels à base des plantes. South Afr Med: 790-792.
12. Bonsi, M.L.K.; Osuji, P.O.; Tuah, A.K.; Umunna, M.N. (1995). *Vernonia amygdalina* comme complément de la paille teff Eragros.
13. Bruyant, A.T. (1996). Zulu medicine and medicine-men. A Cape Town stuck.
14. Chhaya Rathore, K.R.; Dutt Shobharam, S.; Lokesh, D. (2011). Antiasthmatic activity of the methanolic extract of *Physalis angulata* Linn: Journal of Medicinal Plants Research. 5(22):351-355.
15. Codd, L.E. (1985). The genus *Tetradenia*. Flora South. Afr. 28 (4), 113–116.
16. Chung, P.Y.; Navaratnam; Chung, L.Y. (2011). Activité antimicrobienne synergique entre les triterpénoïdes pentacycliques et les antibiotiques contre les souches de *Staphylococcus aureus*. Ann Clin Microbiol Antimicrob.10(25).
17. Doherty, V.F. ; Olaniran, O.O. ; Kanife, U.C. (2010). Activité antimicrobienne d'*Aframomum Melegueta* (Poivre allegator). Int J Biol :2(2)
18. Doughari, J.H.; Ndakidemi, P.A; Human, I.S.; Benade, S. (2012). Antioxydant, antimicrobial and antiverotoxic potentials of extracts of *Curtisia dentata*. J ethnopharmacol. 141 :1040-1050.
19. Mamta, S. ; Jyoti, S. (2012). Criblage phytochimique d'*Acorus calamus* et de *Lantana camara*. Int Res pharm. 3(5)
20. Dos Santos, J.A. ; Tomassini, T.C. ; Xavier, D.C. ; Riberio, I.M. ; da Silva, M.T. ; de Morais Filho, J.B. (2003) : Molluscicidal activity of *Physalis angulata* L. extracts and fractions on *Biomphalaria tenagophila* under laboratory conditions. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. ; 98 : 425–428.
21. Everitt, J.H.; Lonard, R.L.; Little, C.R. (2007). Weeds in South Texas and Northern Mexico. Lubbock: Texas Tech University Press.
22. Gahamanyi, N.N.; Munyaneza, E.; Dukuzimana, E.; Tuyiringire, N.; Pan, C.H.; Komba, E.V.G. (2021). Ethnobotany, Ethnopharmacology, and Phytochemistry of Medicinal Plants Used for Treating Human Diarrheal Cases in Rwanda: A Review. Antibiotics 10, 1231.
23. Githinji, C.; Kokwaro, J.O. (1993). Ethnomedicinal study of major species in the family of Labiatae from Kenya. J Ethnopharmacol. 39 ; 197-203.

24. Gomase, P.V. (2012). *Sesbania sesban* Linn : une etude sur son ethnobotanique, son profil phytochimique et pharmacologique. Asian journal of Biomedical and Phamaceutical science.2 :11-14.
25. Hakizamungu, E.; Van Puyvelde, I.; Wery, M. (1992). Screening of Rwandese medicinal plants for anti-trichomonas activity. J Ethnopharmol. 36 ; 143-146
26. Herrera, A. (2008). Le métabolisme de l'acide des Crassulacées et la capacite de résistance au stress du déficit hydrique. Si ce n'est pas pour le gain du carbone à quoi sert le CAM facultative. Ann Bot. 103; 645-53.
27. http://apps.kew.org/efloras/fz/intro.html.consulté le 22 /8/2023: 20h15'
28. http://www.eastafricanplants.senckenberg.de/root/index.php?page_id=47&id=1435 consulté le 05/06/2024 :18h30'
29. https://apps.worldagroforestry.org/usefultrees/pdflib/.consulté le 23 /09/2023 18h20'
30. https://bs.plantnet.org/image/m/6d98e24d9c2abb13f8d21b5faf5103e79102d411 consulté le 05/06/2024 :18h30'
31. https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQgiTGNInDAsDNOa45xde7d_CzsRSvOTNltfA&s consulté le 05/06/2024 :18h30'
32. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSm6rvjJuAN_-DPFAcV1cHuSiqizQh_aMB6_w&s consulté le 05/06/2024 :18h30'
33. https://fr.euronews.com/2022/01/20/des-infections-bacteriennes-courantes-a-l-origine-d-1-2-millions-de-morts-en-2019 consulté le 10/4/2024 :19h50'
34. https://seedsandall.co.za/product/kalanchoe-crenata-10-seed-pack/ consulté le 05/06/2024 :18h30'
35. https://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Sonchus+luxurians consulté le 05/06/2024 :18h30'
36. https://www.ebay.co.uk/itm/386096420437 consulté le 05/06/2024 :18h30'
37. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%253A%252F%252Fbotany.cz%252Fcs%252Fsenecio-hadiensis%252F&psig consulté le 05/06/2024 :18h30'
38. https://www.researchgate.net/figure/Tetradenia-riparia-as-found-in-the-field-at-Njari-village-Source-field-photo_fig1_269849880 consulté le 05/06/2024 :18h30'

39. Igile, G.O.; Oleszek, W.; Jurszysta, M.; Burda, S.; Fanfunso, M.; Fasanmade, A.A. (1994). Flavonoïdes de *Vernonia amygdalina* et leurs activités antioxydantes. J. Agric. Food. Chem. 42: 2445-2448.
40. Jin, Q.D.; He, B.H. (1998). Minor constituents from *Coleus forskohlii*. Yunnan Zhiwu Yanjiu 20, 469–473.
41. Jisaka, M.; Ohigashi, H.; Takegawa, K.; Hirota, M.; Irie, R.; Huffman, M.A.; Koshmizu, K. (1993). Steroid glucosides from *Vernonia amygdalina*, a possible chimpanzee medicinal plant. Phytochem.34 :409-413.
42. Koller, E. (2009). Plantes médicinales javanaises utilisées dans les communautés rurales Kubelka, Wolfgang ; Université de vienne.
43. Konaté, K. ; Souza, A. ; Kassi Yomalan, T. ; Dibala, I.C. ; Barro, N. ; Millogo-Rasolodimby, J. ; Nacoulma, O.G. (2011). Phytochemical composition, Antioxidant and Anti-inflammatory potential of bioactive fractions from extracts of three medicinal plants traditionally used to treat liver diseases in Burkina Faso. International Journal of Phytomedicine 3:406-415.
44. Lawal, I.O.; Uzokwe, N.E.; Igboanugo, A.B.I.; Adio, A.F.; Awuson, E.A.; Nwogwugwu, J.O.; Faloye, B.; Olatunji, B.P.; Adesoga, A.A. (2010): Ethnomedicinal information on collection and identification of some medicinal plants in research institutes of South-west Nigeria. African Journal of Pharmacy and Pharmacology; 4: 1–7.
45. Mani, R.P.; Panadey, A.; Goswami, S.; Tripathi, P.; Kumudhavalli, V.; Singh, A.P. (2011) Phytochemical screening and *in vitro* evaluation of antioxidant activity and antimicrobial activity of the leaves of *Sesbania sesban*. Free Radic. Antioxidant; 3(1): 66-69
46. Morton, J.F. (1992). Country borage (*Coleus amboinicus* Lour.): a potent flavoring and medicinal plant. Journal of Herbs, Spices Medicinal Plants 1,77–90.
47. Muhammad, A.; Amna, S.; Umme, L.; Suresh, G.; Khanderao, P.; Rajeshwari, O. (2021). Traditional Use, Phytochemistry and Pharmacology of *Genus Sesbania*. Adv J Sci Eng. 2(1):64-68.
48. Murray, P.R.; Barron, E.J.; Pfaller, M.A.; Tenover, F.C.; Yolken, H.R. (1995). Manuel de microbiologie clinique. 6e éd.ASM Press, Washington DC.15-18

49. Muthee, J. ; Gakuya, D. ; Mbaria, J. ; Kareru, P. ; Mulei, C. ; Njonge, F. (2011). Ethnobotanical study of anthelmintic and other medicinal plants traditionally used in Loitoktok district of Kenya. J. Ethnopharmacol. 135:15–21.
50. National Committee for Clinical Laboratory standards (2000): Methods for dilution, antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. 5th ed. Pp 30
51. Neuwinger, H.D. (2000). African Traditional Medicine. A Dictionary of Plant Use and Applications. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, pp. 406–408.
52. Ngezahayo, J. (2017) : Plantes médicinales du Burundi et maladies infectieuses : enquête ethnobotanique et activités antibactériennes directe et indirecte de composés isolés de Platostoma rotundifolium (Briq.) A. J. Paton (Lamiaceae). Thèse de Doctorat en pharmacie, Université Libre de Bruxelles, 350p.
53. Ngezahayo, J. ; Sofia, O.R. ; Fontaine, V. ; Hari, L. ; Duez, P. (2017). Are plants used in traditional medicine really active? In vitro study of twenty-five extracts from five herbs used against microbial infections in Burundi. Phytoter Res ;31(10) :1571-1578.
54. Nighat, F.; Muhammad, Z.; Riaz, R.; Zarrin, F.; Safia, A.; Bushra, M.; Fayyaz, C. (2009). Evaluation of methanol and hexane extracts of *Rumex dentatus* L. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (24), pp. 6945-6951.
55. Nineza, C. & Nkengurutse, J. (2018). Screening phytochimique des feuilles de *Senecio hadiensis* Forssk. (Asteraceae) récoltées au Burundi. Annales des Sciences et des Sciences Appliquées., 4, pp. 203–213.
56. Njau, E.A. (2001). Une étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées par les Massai de Manyara-Arusha, Tanzanie. In ; Thèse de Maitrise, Ecoles des études supérieures, Université d'Addis- Abeba.
57. Odunayo, R. ; Akinsulire ; Ibukun, E. ; Aibinu ; Tayo Adenipekun ; Toyin Adelowatan ; Tulu Odugbemi. (2007). *In vitro* antimicrobial activity of crude extracts from plants *Bryophyllum pinnatum* and *Kalanchoe crenata*.Afr.J.Trad.CAM. 4(3): 338-344.
58. Okwaru, D.E.; Igara, E.C. (2009). Isolation, caractérisation et activité antibactérienne de l'alcaloïde des feuilles de *Datura metel* Linn. Afr J Pharm Pharmacol.3: 277-281.
59. Okwu, D.; Josiah, C. (2006). Evaluation of the chemical composition of two Nigerian medicinal plants. African Journal of Biotechnology 5 (4) : 257-361.
60. OMS (1977). Manuel de microbiologie de l'environnement. ISBN 924250587, Genève.

61. OMS (2002). L'utilisation des antimicrobiens en dehors de la médecine humaine et les résistances qui en résultent chez l'homme. OMS Aide-Mémoire N°268, Genève.
62. Osho, A.; Adetunji, T.; Fayemi, S. O.; Moronkola, D.O. (2010). Antimicrobial activity of essential oils of *Physalis angulata*.L. Afr J Tradit Complement Altern Med.7(4):303-306.
63. Rates, M. (2001). Plants as source of drug. Journal Toxicon 39:603-613.
64. Reddy, K.N.; Patnayak Reddy, C.S.; Raju, V.S. (2007). Traditional Knowledge on wild food plants in Andhra Pradesh. Indian Journal of Traditional Knowledge. 6 (1): 223-226.
65. Roberts, M. (1990). Indigenous healing plants. Southern book publishers. Halfway house
66. Ruffo, C.K. ; Birnie, A. ; Tengnas, B. (2002). Plantes sauvages comestibles de Tanzanie. Unité régionale de gestion des terres, Nairobi ; 9966-896-60-0.
67. Ruiz, A.R. ; De La Torre, R.A. ; Alonso, N. ; Villaescusa, A. ; Betancourt, J. ; Vizoso, A. (1996). Screening of medicinal plants for induction of somatic segregation activity in Aspergillus nidulans. Journal of Ethnopharmacology 52, 123–127.
68. Shinga, S.C. (1966). Medicinal plants in Nigeria. National Press Ltd, Apapa, p. 49.
69. Smith, G.F.; Figueiredo, E.; Vanwyk, A.E.; Figueiredo, E.; Vanwyk, A.E. (2009). *Kalanchoe* (Crassulaceae) in Southern Africa. Academic press, Etats-Unis.p.131-30
70. Sofowora, A. (1996). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Edition KARTHALA, Académie Suisse des Sciences Naturelles, 355p.
71. Traoré, Y. ; Ouattara, K. ; Yéo, D. ; Doumbia, I.A.C. (2012). Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae). Journal of Applied Biosciences 58 :4234– 4242.
72. Troupin, G. (1985). Flore du Rwanda. Spermatophytes. Volume III. Tervuren, Belgique. Ann. Mus. R. Afr. Cent. Sci. Econ. 15, 729.
73. Tsirinirindravo, L. ; Andrianarisoa, B. (2009) Activités antibactériennes de l'extrait des feuilles de *Dalechampia clematidifolia* (Euphorbiaceae). Int J Biol Chem Sci. 3 : 1198-1202.
74. Udensi, E.A. ; Ijeh, I.I. ; Ogbonna, U. (2002). Effet du traitement traditionnel sur la composition phytochimique et nutritionnelle de certains légumes-feuilles nigériens locaux. J. Sci.Tech. 8 :37-40.
75. USDA-NRCS, (2013): Plants profile for Physalis angulata (cut leaf groundcherry). http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=phan5.consulté le 24 août 2023 : 18h25'

76. Van Puyvelde, L. ; Lefebvre, R. ; Mugabo, P. ; de Kimpe, N. ; Schamp, N. (1985). Screening of medicinal plants of Rwanda for acaricidal activity. J Ethnopharmacol.13(2): 209-215
77. Vargas, A. (2022). Le genre *Kalanchoe* (Crassulaceae)en Equateur ; Des jardins à la nature. Plants.11: 1746.
78. Walters, M., et al. (2011). Naturalized and invasive succulents of Southern Africa. ABC Taxa. 11:232-59.
79. Wambugu, S.N.; Mathiu, P.M.; Gakuya, D.W.; Kanui, T.I.; Kabasa, J.D.; Kiama, S.G. (2011). Medicinal plants used in the management of chronic joint pains in Machakos and Makueni counties, Kenya. J. Ethnopharmacol. 137: 945–955.
80. WHO, 2020. The top 10 causes of death. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/. Consulté le 09 avril 2024 :19h30'
81. Williams, R. (2000). Antimicrobial resistance a global threat. Essential Drugs Monitor,28-29:1
82. Yoganarasimhan, S.N. (2000). Medicinal Plants of India, Tamil Nadu. V. Srinivasan, N. Kosal Ram. Cyber Media, Bangalore, p. 2.
83. Zerihun Nigussie; Getachew Alemayehu, (2013). *Sesbania sesban* (L.) Merrill: Potential uses of an underutilized multipurpose tree in Ethiopia, African Journal of Plant Science. 7(10):468-475.

ANNEXES

Annexe 1. Diamètre d'inhibition de chaque extrait des plantes étudiées contre les quatre microorganismes.

Espèces	**Extrait**	**MRSA**	**MSSA**	***Escherishia coli***	***Klesiella pneumoniae***
Gymnanthemum amygdalinum	Hp	11.5	14.5	0	0
	DCM	19	20	7	12
	AE	20	23	20	18
	MeOH	8.5	13.5	10	12
Kalanchoe crenata	Hp	0	0	0	0
	DCM	0	0	0	0
	AE	11	0	0	0
	MeOH	12.5	0	0	0
Tetradenia riparia	Hp	0	0	0	0
	DCM	13.5	0	0	0
	AE	18.5	14.5	18	15
	MeOH	14	15	10	12
Sesbania sesban	Hp	14.5	0	0	0
	DCM	0	0	0	0
	AE	17.5	16.5	18	18
	MeOH	10.5	15.5	10	10
		0	0	0	0

Physalis Peruviana	DCM	16	0	0	0
	AE	15	0	0	0
	MeOH	16.5	14.5	11	10
Rumex usambarensis	Hp	0	10	8	7
	DCM	0	0	0	0
	AE	11	12.5	10	9
	MeOH	15	16.5	18	12
Plectranthus barbatus	Hp	0	0	7	0
	DCM	11	11	0	0
	AE	15	17	19	17
	MeOH	0	9.5	10	8
Senecio hadiensis	Hp	0	0	0	0
	DCM	0	0	0	9
	AE	15.5	19	22	20
	MeOH	10.5	17	12	18.5
Sonchus luxurians	Hp	0	0	0	0
	DCM	0	0	0	0
	AE	0	0	0	0
	MeOH	11.5	14	16	12
DMSO		0	0	0	0
Ampicilline		24	26	22	23