

Activité antibactérienne des extraits aqueux et hydro-éthanoliques de *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii* et *Xylopiya aethiopica* sur la croissance in vitro de *Salmonella typhi* et de *Escherichia coli*

AHON Gnamien Marcel^{1,2*}, ACKAH Jacques Auguste Alfred Bognan³, GOLLY Koffi Julien⁴,
KRA Adou Koffi Mathieu², DJAMAN Allico Joseph^{2,5}.

¹Institut Pédagogique National de l'Enseignement Technique et Professionnel (IPNETP), 08 BP 2098 Abidjan 08, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

³Laboratoire Agrovalorisation, UFR Agroforesterie, Université Jean LOROUGNON GUEDE, BP 150 Daloa, (Côte d'Ivoire).

⁴Pôle de Biologie de l'Immunité, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI) 01 BP 490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

⁵Département de Biochimie, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, 01 BP 490 Abidjan 01.

Date de réception : 17 Octobre 2022; Date de révision : 09 Décembre 2022; Date d'acceptation : 23 Décembre 2022

Résumé :

Les maladies infectieuses sont une des premières causes de mortalité dans le monde. Les molécules anti-infectueuses qui existent sont soit obsolètes soit avec des effets secondaires insupportables. Face à cette situation, la recherche de molécules bioactives devient nécessaire. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits de *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii* et *Xylopiya aethiopica* et les extraits composés de ces plantes à différentes proportions. Le potentiel bactérien des extraits a été réalisé par les méthodes de diffusion en milieu solide et de dilution en milieu liquide. Le screening phytochimique basé sur des tests de coloration et/ou de précipitation, a été réalisé sur les extraits. Les données expérimentales ont montré que les extraits aqueux (EHmaq, M1aq et M2aq) présentent des activités antibactériennes sur les deux isolats aux concentrations de 100 mg/mL et 50 mg/mL. Les extraits hydro-éthanoliques (M1éth, M2éth, et EHméth) ont été actifs sur les deux isolats aux concentrations de 100 mg/mL et 50 mg/mL. En revanche, l'extrait M1éth a été actif sur les germes bactériens à toutes les concentrations (100 mg/mL à 12,5mg/mL). Les extraits contiennent des polyphénols, des flavonoïdes, des saponines des tanins cathéchiques et galliques et des anthocyanes. Par contre, l'absence de stéroïls dans l'ensemble des extraits a été notée. L'extrait M1 (aqueux ou hydro-éthanolique) issu du mélange des plantes à différentes proportions a été le plus actif sur tous les germes bactériens avec un effet bactéricide.

Mots clés : Activité antibactérienne, extraits aqueux, extraits hydro-éthanoliques, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, in vitro.

Antibacterial activity of aqueous and hydroethanolic extracts of *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii* and *Xylopiya aethiopicas* on the in vitro growth of *Salmonella typhi* and *Escherichia coli*

Abstract:

Infectious diseases are one of the leading causes of death in the world. Existing anti-infection molecules are either obsolete or have unbearable side effects. Faced with this situation, the search for bioactive molecules becomes necessary. The objective of this study was to evaluate the antibacterial activity of extracts of *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii* and *Xylopiya aethiopica* and the combined extracts of these plants at different proportions. The bacterial potential of the extracts was carried out by the methods of diffusion in solid medium and dilution in liquid medium. Phytochemical screening based on staining and/or precipitation tests was performed on the extracts. The experimental data showed that the aqueous extracts EHmaq, M1aq and M2aq exhibited antibacterial activities on both isolates at concentrations of 100 mg/mL and 50 mg/mL. The hydroethanol extracts of M1eth, M2eth, and EHmeth were active on both isolates at concentrations of 100 mg/mL and 50 mg/mL. In contrast, the M1eth extract was active on bacterial germs at all concentrations (100 mg/mL to 12.5mg/mL). The extracts contained polyphenols, flavonoids, saponins, catechic and gall tannins and anthocyanins. However, the absence of sterols in all the extracts was noted. The M1 extract (aqueous or hydro-ethanolic) from the mixture of plants at different proportions was the most active on all bacterial germs with a bactericidal effect

Key words: Antibacterial activity, aqueous extracts, hydro-ethanolic extracts, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, in vitro.

Introduction

Les maladies infectieuses constituent une préoccupation importante de santé publique à cause de leur fréquence et de leur gravité dans les pays en voie de développement (Traoré et al, 2012). Les agents responsables de ces infections sont divers et variés, comprenant les champignons, les bactéries et les virus. Pour lutter contre ces agressions microbiennes la

population se tourne vers la médecine moderne qui dispose des antibiotiques dans la lutte contre ces maladies. Si la découverte et l'utilisation des antibiotiques ont été à l'origine des plus grands succès de la médecine moderne, aujourd'hui, l'émergence et la diffusion des bactéries multi-résistantes dans les populations humaines sont devenues des problèmes de santé publique très

(*) Correspondance : Ahon G.M.; e-mail : gnamienmarcel@yahoo.fr; tél. : (+225) 0707772187.

préoccupants (Lozniewski et Rabaud, 2010). La progression des bactéries résistantes et l'absence de réelles perspectives de découverte de nouveaux antibiotiques ont conduit à étudier l'efficacité des plantes à vertus thérapeutiques afin d'en isoler les principes actifs. Car malgré l'existence des antibiotiques modernes, de nombreuses populations ont eu toujours recours à l'usage des plantes pour leurs problèmes de santé. Le recours à la médecine traditionnelle s'explique par les habitudes traditionnelles et culturelles, la proximité des plantes et les coûts élevés des médicaments modernes qui sont hors de portée pour la plupart des populations africaines aux revenus faibles (Stevens, 1997). Selon le rapport annuel de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 80 % de cette population utilisent les plantes pour se soigner (OMS, 2003 ; Elujoba et al., 2005). Ces dernières décennies avec la valorisation de la recherche scientifique et des substances naturelles, la pharmacopée traditionnelle a constitué pour ces populations une principale voie d'accès aux soins. En Côte d'Ivoire, de nombreuses plantes ont fait l'objet d'études scientifiques pour leurs propriétés

pharmacologiques et médicinales (Bekro et al., 2007 ; Tra Bi et al., 2008 ; Soro et al., 2010 ; Kouassi et al., 2012). Dans la même logique cette étude a été initiée pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits aqueux et hydro-éthanoliques de *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii* et *Xylopiya aethiopica* et des extraits composés de ces plantes à différentes proportions sur la croissance in vitro de *Salmonella typhi* et d'*Escherichia coli*. Des études antérieures ont montré que les feuilles de *H. madagascariensis* possèdent une activité antibactérienne, antifongique, anti-hépatotoxique et peuvent être utilisées dans le traitement des otites externes de chiens et de chats (Madubunyi et al., 1995). Il a été également montré que les écorces du tronc de la même plante ont une activité anti-protozoaire et anti-malariale (Iwalewa et Omisore, 2008). De plus, la littérature révèle que l'infusion des fruits de *Z. leprieurii* soulagent les symptômes de la drépanocytose (Tabuti et al., 2011). Les fruits de *X. aethiopica* rentrent dans la composition de très nombreuses préparations médicamenteuses et surtout comme épice en cuisine sous forme de poudre ou en entier (Kerharo et Adam, 1974).

Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué des feuilles de fruits et des écorces de trois plantes (*Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii*, et *Xylopiya aethiopica*).

2. Germes bactériens

Les germes bactériens ont été fournis par le laboratoire de bactériologie de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI). Il s'agit de *Salmonella typhi*, et d'*Escherichia coli* 1178 C/19.

3. Milieu de culture

La gélose Mueller Hinton (GMH) a été utilisée pour les tests en milieu solide et le bouillon Mueller Hinton (BMH) pour les tests en milieu liquide.

4. Collecte des plantes

Les écorces du tronc de *Harungana madagascariensis* et de *Zanthoxylum leprieurii*, les fruits de *Xylopiya aethiopica* et les feuilles de *Harungana madagascariensis* ont été récoltés en mars 2022 dans la région de Daloa (Côte d'Ivoire). Des échantillons de cette récolte (écorces, feuilles et fruits) ont été utilisés pour l'identification des plantes. Ils ont été conditionnés dans les sacs. Ces échantillons ont été identifiés au Centre National Floristique (CNF) de l'Université Félix Houphouët-Boigny

(UFHB). Les écorces, les feuilles et les fruits ont été découpés en petits morceaux et séchés à l'abri du soleil, à la température ambiante de 27 ± 2 °C au Laboratoire de Biochimie de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLG) de Daloa pendant environ trois semaines. Une fois séchés, ils ont été réduits en poudres fines à l'aide d'une broyeuse électrique (ujlog). Les poudres ont servi à la préparation des différents extraits aqueux et hydro-alcooliques.

5. Préparation des extraits végétaux

La préparation des extraits végétaux a été faite selon la méthode décrite par (Zirih et al., 2003). Pour ce fait, 100 g de poudre végétale ont été homogénéisés vigoureusement dans 1L d'eau distillée à l'aide d'un Mixeur électrique Blinder. L'homogénat obtenu a été essoré dans un tissu percal puis une triple filtration successive sur du coton hydrophile. Le filtrat aqueux ainsi obtenu a été concentré au 2/3 à l'aide d'un évaporateur rotatif de type BUCHI à la température de 60° C. La solution concentrée correspondant au 1/3 de la solution initiale a été congelée et lyophilisée pour donner une poudre qui constitue les extraits totaux aqueux. Les extraits hydro-éthanoliques ou hydro-alcooliques ont été préparés selon le même procédé comme décrit ci-dessus à la

différence que le solvant utilisé est un mélange d'éthanol pur (70%) et d'eau distillée (30%) v/v. Le filtrat a été concentré à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif de type BUCHI à la température de 60 °C pour donner une poudre qui constitue les extraits totaux hydro-alcooliques.

6. Composition des extraits

L'extrait M1 (aqueux et hydro-éthanolique) est issu du mélange constitué de 40 % de poudre de Feuille de *Harungana madagascariensis*, de 50 % de poudre + d'écorces de *Zanthoxylum leprieurii* et de 10 % de poudre de fruits de *Xylopi aethiopica*. L'extrait M2 (aqueux et hydro-éthanolique) est extrait d'un broyat constitué de 40 % de poudre d'écorces de *Harungana madagascariensis*, de 50 % de poudre + d'écorces de *Zanthoxylum leprieurii* et de 10 % de poudre de fruits de *Xylopi aethiopica*. Concernant l'extrait EHm (aqueux et hydro-éthanolique), il est issu de 100 % de poudre de *Harungana madagascariensis*. La différence entre M1 et M2, se situe au niveau du fait que le mélange du premier contient les feuilles de *Harungana madagascariensis* alors que celui du second contient les écorces du tronc de la même plante. L'extrait EZL (aqueux et hydro-éthanolique) est constitué de 100 % de poudre des écorces de *Zanthoxylum leprieurii* et l'extrait FrXae (aqueux et hydro-éthanolique) est issu de 100 % de poudre des fruits de *Xylopi aethiopica*.

7. Calcul des rendements

Le rendement est la quantité d'extrait obtenue à partir d'une matière végétale (Bssaibis et al., 2009). Il est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche (poudre végétale) et a été calculé selon la formule :

$$R(\%) = \frac{M1}{M0} \times 100$$

R(%): Rendement de l'extrait exprimé en pourcentage (%) ;

M1 : Masse de l'extrait (en g) ;

M0 : Masse de poudre végétale (en g).

8. Etude de l'activité antibactérienne

L'étude de l'activité antibactérienne a été faite suivant deux méthodes :

- la méthode de diffusion en milieu solide afin d'étudier l'efficacité des extraits ;
- la méthode de dilution en milieu liquide pour déterminer les paramètres antibactériens (CMI : Concentration Minimale Inhibitrice et la CMB : Concentration Minimale Bactéricide).

8.1. Tests d'efficacité des extraits végétaux en milieu solide

Le test d'efficacité sert à détecter l'activité antimicrobienne d'une substance. Pour ce test, la gélose Mueller Hinton a constitué le principal milieu de culture (Soro et al., 2010 ; Golly et al., 2012 ; Outtara et al., 2016). Pour la préparation des extraits, quatre concentrations (100mg/mL ; 50mg/mL ; 25mg/mL, 12,5 mg/L) de chaque extrait ont été obtenues avec de l'eau distillée stérile. Les tests ont été réalisés sur un inoculum bactérien de 5.106 UFC/ mL.

Pour le test d'efficacité, la méthode de puits a été utilisée. En effet, à l'aide d'une pipette Pasteur, des puits ont été faits dans des boîtes de pétri gélosées précédemment ensemencées avec des inoculats bactériens de *E. coli*1178C/19 ou de *S. typhi*. Un volume de 60 µL de chaque concentration d'extrait végétal à tester est introduit dans chaque puit. L'ensemble des boîtes ainsi inoculées a été incubé à l'étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures. Ces tests ont été répétés trois fois. L'observation d'une zone d'inhibition de croissance bactérienne traduit l'existence d'une activité antimicrobienne. Le diamètre de la zone d'inhibition permet de juger de l'efficacité de l'extrait. Des puits témoins inoculés avec 60 µL du solvant de préparation des extraits ont permis de juger de l'effet du solvant sur les germes.

8.2. Tests de détermination des paramètres antibactériens des extraits

Les paramètres antimicrobiens que sont la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et la Concentration Minimale Bactéricide (CMB) des extraits ont été déterminés selon la méthode de dilution en milieu liquide (Soro et al., 2010 ; Golly et al., 2012 ; Ouattara et al., 2016). Une gamme de concentrations de substances végétales a été préparée par la méthode de la double dilution avec des concentrations allant de 50,00 à 1.56 mg/mL.

Les tests ont été réalisés par l'introduction dans une série de tubes à hémolyse de 1 mL de la solution de substance végétale et de 1 mL de l'inoculum bactérien décrit selon Moro et al, (2008). En lieu et place d'extrait végétal, le tube témoin reçoit 1mL du solvant de préparation des extraits et 1ml de l'inoculum bactérien. L'ensemble a été incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures. La lecture des résultats a été faite à la lumière du jour et à l'œil nu. La limpidité du milieu implique l'effet antimicrobien de l'extrait testé tandis que la présence d'un trouble indique son inefficacité (signe de croissance bactérienne). La CMI va correspondre à celle du premier tube limpide. La CMB est la plus faible concentration

d'extract qui tue au moins 99,99 % de bactéries en culture. Pour sa détermination, le contenu du tube témoin a été dilué à 10^{-4} , ce qui correspond à 0,01 % de survie de bactérie en culture. Les contenus limpides des tubes expérimentaux à partir de la CMI sont repiqués par des stries de 5cm sur une gélose Mueller Hinton et incubés à 37 °C pendant 24 heures. Le premier tube expérimental dans lequel le nombre de germes déterminés est inférieur ou égal à celui de la dilution 10^{-4} correspondra à la CMB.

9. Screening phytochimique

Résultats

1. Rendement des différents extraits obtenus

Les masses moyennes obtenues avec une masse initiale de 100 g de poudre fine ont été consignées dans le tableau I. De l'analyse de ce tableau, il ressort que les rendements élevés ont été obtenus avec les extraits aqueux de FHm (8,27 %) et FrXae (7,98 %). Cependant, l'extract EZI a été celui qui a donné un faible rendement d'extraction (2,59 %). Les extraits issus du mélange (M1 et M2) et l'extract (EHm) ont des rendements d'extraction (M1 : 6,17 % ; M2 : 6,52 % et EHm : 6,56 %) situés entre les élevés (FHm : 8,27% et FrXae : 7,98) et les faibles (EZI : 2,59).

Concernant les extraits hydro-éthanoliques avec une masse initiale de 100 g, les masses moyennes obtenues ont été relativement élevées. Les extraits FrXae (13,68 %) et EHm (13,24 %) ont obtenus les rendements élevés. Le rendement le plus faible a été obtenu avec l'extract EZI (5,20 %). Les autres extraits FHm (8,28 %), M1 (7,04 %) et M2 (9,92 %) ont des valeurs de rendement situées entre les plus élevées et les faibles.

1. Résultats du screening phytochimique

Les résultats du screening phytochimique des extraits des trois plantes ont montré que les

Le Screening phytochimique basé sur des tests de coloration et/ou de précipitation, a été réalisé sur les extraits aqueux et hydro-éthanoliques du broyat des fruits de feuilles et des écorces du tronc de *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum leprieurii* et *Xylophia aethiopica* (Oyetayo et al., 2007 ; Reza et al., 2007 ; Tiwari et al., 2011 ; Ashafa et Umebese, 2012). Les familles de molécules ciblées par cette étude étaient les saponines, les tanins, les polyphénols, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les stéroïdes, les terpénoïdes et les quinones.

extraits EHm aq, FHm aq, FrXae aq, M1 aq M2aq, EHm éth, FHm éth, FrXae éth, M1 éth, M2 éth renferment 5 grands groupes chimiques : polyphénols, tanins cathéchiques, tanins galliques, flavonoïdes et saponosides. Il y a aussi la présence d'anthocyane dans les extraits totaux (EHm aq, FHmaq, FrXaeaq, EZlaq, FHm éth, FrXaeéth, EZléth, M1éth et M2 éth) et elle est absente dans les extraits aqueux de M1 aq et M2 aq, et EHm éth. Par contre, il y a absence de stéroïdes dans tous les extraits totaux aqueux et hydro-éthanoliques (Tableau II).

2. Activité des extraits aqueux et hydro-alcooliques sur la croissance in vitro des germes en milieu solide

2.1. Effets des extraits aqueux sur la croissance in vitro des germes en milieu solide.

Les effets des différents extraits aqueux de ces trois plantes sur la croissance in vitro des germes bactériens en milieu solide ont été consignés dans le tableau III. Ces effets ont été exprimés en diamètres d'inhibition de ces extraits. Les extraits M1 aq, M2aq et EHm aq ont été actifs sur tous les germes bactériens aux deux fortes concentrations (100 mg/mL et 50 mg/mL) avec des diamètres

Tableau I : Rendements des extraits aqueux et hydro-éthanoliques des trois plantes

	Extraits aqueux				Extraits hydro-éthanoliques							
	EHm	FHm	FrXae	EZl	M1	M2	EHm	FHm	FrXae	EZl	M1	M2
Masse moyenne(g)	8,25	7,98	6,56	6,17	6,52	2,59	8,28	13,68	13,24	7,04	9,92	5,20
Rendement (%)	8,25	7,98	6,56	6,17	6,52	2,59	8,28	13,68	13,24	7,04	9,92	5,20

FHm aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* ; EZL aq : Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* ; FrXae aq: Fruit de *Xylophia aethiopica*; EHm ag: Ecorce de *Harungana madagascariensis*; M1aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylophia aethiopica* (10g) ; M2aq : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylophia aethiopica* (10g) ; Extraits totaux hydroalcooliques ; FHm éth: Feuille de *Harungana madagascariensis* ; EZL éth: Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* ; FrXae éth: Fruit de *Xylophia aethiopica*; EHm éth: Ecorce de *Harungana madagascariensis*; M1 éth: Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylophia aethiopica* (10g); M2 éth : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylophia aethiopica* (10g).

Tableau II : Composés chimiques dans les extraits aqueux et hydroalcooliques

Composés chimiques	Extraits aqueux						Extraits hydro-éthanoliques					
	EHm	FHm	FrXae	EZI	M1	M2	EHm	FHm	FrXae	EZI	M1	M2
Polyphénols	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Flavonoïdes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saponosides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tanins galliques	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tanins catechique	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Stérols												
Antoxyanes	+	+	+	+				+	+	+	+	+

FHm aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* ; EZL aq : Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* ; FrXae aq: Fruit de *Xylopi aethiopia* ; EHm ag: Ecorce de *Harungana madagascariensis* ; M1aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopia* (10g) ; M2aq : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopia* (10g) ; Extraits totaux hydroalcooliques ; FHm éth: Feuille de *Harungana madagascariensis* ; EZL éth: Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* ; FrXae éth: Fruit de *Xylopi aethiopia*; EHm éth: Ecorce de *Harungana madagascariensis*; M1 éth: Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopia* (10g) ; M2 éth : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopia* (10g).

Tableau III : Diamètres d’inhibitions des extraits aqueux sur la croissance *in vitro* de *E. coli* 1178 et *S. typhi* en milieu solide

Concentrations (mg/mL)	Extraits	Germes bactériens (mm)	
		<i>E. coli</i> 1178	<i>S. typhi</i>
100	EHm aq	9,33	7,18
	EZI aq	0	0
	FrXae aq	0	0
	FHm aq	0	0
	M1aq	10,24	9,87
	M2 aq	8,23	7,73
50	EHm aq	7,31	7
	EZI aq	0	0
	FrXae aq	0	0
	FHm aq	0	0
	M1 aq	8,33	7,91
	M2 aq	7,84	7,72
25	EHm aq	0	0
	EZI aq	0	0
	FrXae aq	0	0
	FHm aq	0	0
	M1 aq	0	0
	M2 aq	0	0
12,5	EHm aq	0	0
	EZI aq	0	0
	FrXae aq	0	0
	FHm aq	0	0
	M1 aq	0	0
	M2 aq	0	0

FHm aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* ; EZL aq : Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* ; FrXae aq: Fruit de *Xylopi aethiopia*; EHm ag: Ecorce de *Harungana madagascariensis*; M1aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopia* (10g) ; M2aq : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopia* (10g)

d’inhibition variables. Les diamètres d’inhibition de M1 aq variaient de 10, 24 mm à 8.33 mm sur *E. coli*1178C/19 et de 9,87 mm à 7,91 mm sur la souche *S. typhi*. Ceux de M2 étaient de 8,23 mm et 7.33 mm sur la souche de *E. coli* 1178 C/19 de 7,84 mm et 7,72 sur *S. typhi*. Quant à l’extrait

EHm aq les diamètres d’inhibitions étaient de 9,33 mm et de 7,31 mm sur *E. coli*1178C/19 et de 7,18 mm et de 7,72 mm sur *S. typhi*. Les autres extraits n’ont présenté aucun diamètre sur les deux souches.

2.2. Effets des extraits hydro-éthanoliques sur la croissance in vitro des germes en milieu solide Comportement des animaux

Les extraits M1 éth, M2éth et EHm éth ont été actifs sur la croissance in vitro des germes bactériens étudiés (tableau IV). Cependant, l’extrait M1éth a été celui qui a exercé une action inhibitrice forte sur tous les germes bactériens à toutes les concentrations. Cet extrait (M1éth) a enregistré des diamètres d’inhibition à toutes les concentrations (100 mg/mL à 12,5 mg/mL). Ainsi, à la concentration de 100 mg/mL les diamètres d’inhibition sur *E. coli*1178 ont été de 11,33 mm et de 10,15 mm sur *S. typhi*. A la concentration de 50 mg/mL, cet extrait (M1 éth) a enregistré des diamètres de 10,43 mm sur *E.*

*coli*1178 et de 10,31 mm sur *S. typhi*. Les diamètres obtenus à la concentration 25 mg/mL par cet extrait sont de 10,34 mm sur *E. coli* 1178C/19 et de 10,21 mm sur *S. typhi*. A La dernière concentration (12,5 mg/mL), cet extrait a aussi enregistré des diamètres d’inhibition de 10,11 mm sur *E. coli*1178C/19 et de 10,21 mm sur *S. typhi*. Dans l’ensemble, l’extrait M1 éth a enregistré des diamètres d’inhibition relativement plus élevés sur *E. coli* 1178C/19 (11,33 mm à 10,11mm) contre (10,15 mm à 10,04 mm) sur *S. typhi*. Concernant l’activité des extraits M2 éth et EHm éth, ceux-ci ont enregistré aux concentrations de 100 mg/mL et 50 mg/mL respectivement des diamètres d’inhibition de 8 mm et 8,33mm sur *E. coli*1178C/19 et 7,33 mm et 7 mm sur *S. typhi*. Les autres extraits (FrXae éth, EZI éth et FHm éth) n’ont toujours pas présenté une activité inhibitrice sur la croissance in vitro des germes bactériens étudiés.

Tableau IV : Diamètres d’inhibitions des extraits hydro-éthanoliques sur la croissance in vitro de *E. coli* et *S. typhi* en milieu solide

Concentrations (mg/mL)	Extraits	Germes bactériens (mm)	
		<i>E. coli</i> 1178	<i>S. typhi</i>
100	EHm éth	8,33	8
	EZI éth	0	0
	FrXae éth	0	0
	FHm éth	0	0
	M1éth	11,39	10,15
	M2 éth	8	7,73
50	EHm éth	7,36	7,19
	EZI éth	0	0
	FrXae éth	0	0
	FHm éth	0	0
	M1 éth	10,43	10,31
	M2 éth	7,73	7
25	EHm éth	0	0
	EZI éth	0	0
	FrXae éth	0	0
	FHm éth	0	0
	M1 éth	10,34	10,21
	M2 éth	0	0
12,5	EHm éth	0	0
	EZI éth	0	0
	FrXae éth	0	0
	FHm éth	0	0
	M1 éth	10,11	10,04
	M2 éth	0	0

FHm éth: Feuille de *Harungana madagascariensis*; EZI éth: Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* ; FrXae éth: Fruit de *Xylopi aethiopica*; EHm éth: Ecorce de *Harungana madagascariensis*; M1 éth: Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopica* (10g); M2 éth : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopi aethiopica* (10g).

2.3. Paramètres antibactériens des extraits aqueux et hydro-éthanolique (M1aq, M2aq, EHmaq, M1éth, M2éth et EHméth) sur la croissance in vitro des germes en milieu liquide

Compte tenu de l'activité des extraits M1aq, M1éth, M2aq, M2 éth, EHmaq et EHm éth en milieu solide, ils ont été retenus pour la détermination des paramètres antimicrobiens en milieu liquide. La CMI et la CMB, ainsi que le rapport CMB/CMI de ces extraits aqueux et hydro-éthanoliques sur la croissance in vitro des différents germes étudiés ont été résumés dans les tableaux V, VI, et VII. De l'analyse des tableaux V, VI et VII, il ressort que les extraits M1 aq et M1 éth inhibaient la croissance in vitro à la fois de *E. coli*1178C/19 et de *S. typhi*.

Les CMI étaient respectivement de 50 mg/mL et 25 mg/mL sur *E. coli*1178C/19 et de 12,5 mg/mL sur *S. typhi*. Les CMB étaient de 50 mg/mL sur *E. coli*1178C/19 et 25 mg/mL sur *S. typhi*. L'effet de

ces extraits est bactéricide car le rapport CMB/CMI était inférieur à 4. Concernant les extraits M2 aq et M2 éth leurs CMI étaient respectivement de 25 mg/mL et 12,5 mg/mL sur de *E. coli*1178C/19 et sur *S. typhi*. Les CMB de 50 mg/mL sur les deux germes pour l'extrait M2 éth et supérieur à 50 mg/mL pour M2 aq. L'effet de ces extraits est bactéricide pour l'extrait M2 éth et bactériostatique pour l'extrait M2aq. Pour les extraits EHm aq et EHm éth, les valeurs respectives de CMI étaient respectivement de 50 mg/mL et de 25 mg/mL sur la croissance de *E. coli*1178C/19 et leur CMI sur *S. typhi* était de 12,5 mg/mL. Les extraits EHm aq et EHm éth ont un effet bactéricide car le rapport CMB/CMI inférieur ou égal à 4.

Il apparaît donc qu'en milieu liquide, les six extraits retenus possèdent chacun une activité antimicrobienne sur les germes étudiés quelle que soit leur nature.

Tableau V : Paramètres antibactériens des extraits aqueux et hydro-alcooliques du mélange 1 (M1aq et M1éth) sur la croissance in vitro de *S. typhi* et *E. coli*1178 en milieu liquide

Paramètres antibactériens	<i>S.typhi</i>		<i>E.coli</i> 1178C/19	
	M1aq	M1éth	M1aq	M1éth
CMI (mg/mL)	12,5	12,5	50	25
CMB (mg/mL)	25	25	50	50
CMB/CMI	2	2	1	2
Effet	bactéricide	bactéricide	bactéricide	bactéricide

M1aq : Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopia aethiopica* (10g) ; M1 éth: Feuille de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopia aethiopica* (10g).

Tableau VI : Paramètres antibactériens des extraits aqueux et hydro-éthanoliques du mélange 2 (M2aq et M2éth) sur la croissance in vitro de *S. typhi* et *E. coli*1178 en milieu liquide

Paramètres antibactériens	<i>S. typhi</i>		<i>E. coli</i> 1178 C/19	
	M2aq	M2éth	M2aq	M2éth
CMI (mg/mL)	25	12,5	25	12,5
CMB (mg/mL)	>50	50	>50	50
CMB/CMI	-	4	-	4
Effet	-	bactéricide	-	bactéricide

M2aq : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopia aethiopica* (10g) ; M2 éth : Ecorce de *Harungana madagascariensis* (40g) + Ecorce de *Zanthoxylum leprieurii* (50g) + Fruit de *Xylopia aethiopica* (10g).

Tableau VII : Paramètres antibactériens des extraits aqueux et hydro-éthanoliques de l'extrait EHm (EHm aq et EHm éth) sur la croissance in vitro de *S. typhi* et *E. coli*1178 en milieu liquide

Paramètres antibactériens	<i>S.typhi</i>		<i>E.coli</i> 1178C/19	
	EHmaq	EHméth	EHmaq	EHméth
CMI (mg/mL)	12,5	12,5	50	25
CMB (mg/mL)	50	50	50	50
CMB/CMI	4	4	1	2
Effet	bactéricide	bactéricide	bactéricide	bactéricide

EHm aq: Ecorce de *Harungana madagascariensis*;EHm éth: Ecorce de *Harungana madagascariensis*.

Discussion

Cette étude a consisté à évaluer l'activité antibactérienne des différents extraits de plantes comme *Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum lepreurii* et *Xylopiya aethiopica*. Les extraits testés étaient constitués des extraits de chaque plante et du mélange de à différentes proportions aux fins de tester les vertus anti-infectieuses accordées aussi bien à chaque plante mais aussi aux mélanges constitués. De tous les extraits aqueux, l'extrait FHmaq a eu le meilleur rendement (8,27%). Ce résultat diffère de celui obtenu par Osonwa et al., (2012) qui ont eu un rendement de 19,5% avec les extraits aqueux de *Combretum micranthum*. Par contre, les résultats de rendement des extraits hydro-éthanoliques ont montré que les extraits E.Hm et FrXae ont été obtenus avec des rendements les plus élevés (13,24%), et (13,68%), ceci traduit que le solvant composé de l'éthanol et de l'eau (70/30 ; v/v) extrait mieux que le solvant constitué d'eau uniquement. En effet, le solvant (mélange de l'éthanol et l'eau) utilisé est très polaire, il a la capacité d'extraire la majorité des composés liposolubles et hydrosolubles de polarités diverses. Il constitue donc un bon solvant pour analyser le totum des extraits (Ambe et al., 2016). Les résultats du screening phytochimique réalisés ont montré que tous les extraits (aqueux et hydroalcooliques) contiennent des polyphénols, des flavonoïdes, des saponosides, des tanins galliques, et catéchiques et ne contiennent pas de stérols. Ces résultats sont semblables à ceux de Sanogo et al., (2016) qui ont mis en exergue la présence de ces composés dans le macérât aqueux de *Anogeissus leiocarpus*. Aussi, les résultats concordent avec ceux obtenus par Koevi et al., (2015) qui ont identifié la présence des tanins, des composés phénoliques et des saponosides dans l'extrait éthanolique de *Combretum molle*. La présence de ces composés phénoliques pourrait justifier l'action inhibitrice exercée par certains extraits sur la croissance *in vitro* des germes bactériens étudiés car ils sont capables de rompre les membranes microbiennes entraînant la mort de la cellule. Par ailleurs, Lambert et al., (2001) ont montré que les composés phénoliques provoquent une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique qui entraîne une modification de pH et une libération des ions organiques.

L'étude de l'effet des extraits aqueux et hydro-éthanoliques des trois plantes sur la croissance *in vitro* des deux isolats bactériens en milieu solide a montré que seulement six extraits (M1aq,

M2aq, M2 éth, EHmaq, EHm éth et M1éth) ont présenté une activité antibactérienne sur *E. coli*1178C/19 et *S. typhi* avec des diamètres d'inhibition allant de 7 mm à 11, 33 mm. La comparaison des résultats avec ceux de Ahon et al., en 2021, qui ont étudié l'effet de l'extrait de macération des écorces du tronc (ME) de *T. tetraptera* sur la croissance de *E. coli*1178C/19 en milieu solide révèle que les diamètres d'inhibition sur *E. coli*1178C/19 des six extraits de la présente étude sont inférieurs à ceux de l'extrait aqueux (ME) de ces auteurs, car ceux-ci ont obtenus des diamètres d'inhibition sur *E. coli*1178C/19 variant de 13mm à 19 mm. L'analyse des diamètres d'inhibition au cours de l'étude de l'activité antibactérienne permet de caractériser en milieu solide la sensibilité des souches bactériennes vis à vis des extraits de plantes ou molécules. Lorsque le diamètre est supérieur à 14 mm, l'extrait est dit actif, et la souche est dite sensible. Aussi, lorsque le diamètre est compris entre 10 mm et 13 mm l'extrait est dit partiellement actif et la souche est modérément sensible.

Enfin, quand le diamètre est inférieur à 10 mm, l'extrait est inactif et la souche est résistante (Quinto et Santos, 2005). Ainsi selon cette classification seul l'extrait M1 éth est partiellement actif sur la croissance des souches bactériennes étudiées en milieu solide.

Les paramètres antibactériens ont été par ailleurs déterminés en milieu liquide pour les extraits ayant induit une zone d'inhibition. Ce choix, de déterminer les paramètres antibactériens de ces extraits, a été fait suivant l'étude de Golly et al., 2015. En effet, au cours de leur étude, l'extrait d'acétate d'éthyle de *Ceiba pendadra* qui n'avait pas été actif en milieu solide sur *Pseudomonas aeruginosa* a présenté une activité bactéricide en milieu liquide. La détermination de paramètres antimicrobiens des six extraits (M1 aq, M1éth M2 aq, M2éth, EHm aq et EHm éth) a révélé que malgré leurs faibles diamètres d'inhibition en milieu solide, ses extraits ont présenté des activités bactéricides en milieu liquide. Ce résultat d'activité de ses extraits en milieu liquide pourrait confirmer l'hypothèse de la mauvaise diffusion des extraits en milieu solide comme indiqué par Zakaria et al., 2006, mettant en cause la capacité des agents antibactériens à diffuser uniformément dans l'agar. En milieu liquide, l'effet bactéricide observé sur toutes les souches bactériennes pourrait être le fait de la disponibilité et le bon contact des principes actifs

avec les bactéries dans les milieux de culture expérimentaux (Golly et al., 2015). Les valeurs des paramètres antibactériens (CMI) obtenues indiquent que par rapport à *S. typhi*, *E. coli* est moins sensible aux différents extraits. En effet, les CMI des extraits étaient compris en général entre 25 et 50 mg/mL sur *E. coli* alors que celles-ci étaient de 12,5 mg/mL sur *S. typhi*. Les concentrations minimales inhibitrices (CMI : 25 mg/mL ; 50 mg/mL) obtenues sur *E. coli* avec les extraits étaient plus élevées que celles obtenues (CMI : 3,125 mg/mL) par Ahon et al., 2021 sur la même souche de *E. coli* avec l'extrait aqueux de macération des écorces du tronc (ME) de *T. tetraptera*. De tous les extraits testés en milieu liquide, les extraits hydro-éthanoliques sont ceux qui ont présenté les meilleurs paramètres antibactériens sur les souches étudiées. Ces résultats corroborent les travaux de Zekeri et al.,

Conclusion

Cette étude a été réalisée sur trois plantes (*Harungana madagascariensis*, *Zanthoxylum lepreurii*, et *Xylopia eathiopica*) issues de la flore ivoirienne. Elle avait pour but d'évaluer l'activité inhibitrice des extraits aqueux et hydro-éthanoliques des trois plantes. Les résultats de cette étude ont montré que de tous les extraits testés, l'extrait M1 aq et son équivalent hydro-éthanolique ont été les plus actifs sur la croissance *in vitro* des germes bactériens étudiés. Ces extraits M1 aq et M1éth ont un effet bactéricide. Les extraits (aqueux et hydro-

(2014) qui ont prouvé une activité bactéricide des extraits hydro-éthanoliques des feuilles *Combretum micranthum* sur les souches de *S. typhi*. De même, les résultats sont proches de ceux de Gbogbo et al., (2013) qui ont montré l'activité inhibitrice des extraits éthanoliques des tiges de *Pteleopsis subrosa* sur les souches de *Salmonella spp.* L'extrait M1 éth qui a été partiellement actif sur la croissance des souches bactériennes étudiées en milieu solide a présenté la meilleure activité en milieu liquide car les rapports CMB/CMI étaient de 2 alors que ceux de M2 éth sont de 4 et ceux de EHM éth sont compris entre 2 et 4. L'activité antibactérienne de l'extrait M1 pourrait être due à l'usage de différentes parties de plantes. Dans cet extrait les molécules actives de chaque organe (feuilles, écorces du tronc et fruit) participeraient de façon synergique à son activité antibactérienne.

éthanoliques) des trois plantes renferment des composés phénoliques, des flavonoïdes des saponosides, des tannins et des anthocyanes.

Cette étude a permis de mettre en évidence l'effet antibactérien des extraits aqueux et hydro-éthanoliques des trois plantes qui sont utilisés en milieu traditionnel pour de nombreuses affections.

Toutefois, d'autres études seront nécessaires pour la caractérisation des composés responsables de cette activité et l'identification de leur mécanisme d'action.

Références

Ambe A.S.A., Camara D., Ouattara D., Yapo C.Y., Soumahoro A., Zihiri G.N., et N'guessan K.E., 2016. Etude ethnobotanique, évaluation *in vitro* de l'activité antifongique et cytotoxique des extraits de *Enantia polycarpa* (DC) Englet Diels (Annonaceae). *International Journal International de la Sciences Biologie et la Chimie*, 10 (1) : 23-34.

Ahon G.M., Golly K.J., Allou G.E.S., et Ackah J.A.A.B., 2021. Activité antibactérienne des extraits aqueux de *Tetrapleura tetraptera* schumach. thonn. (Fabaceae). *Journal Indien des Sciences Végétales*, 10: 114-121.

Ashafa A.O.T., et Umebese C., 2012. Criblage phytochimique, activité antibactérienne et antifongique des extraits de racines de *Garuleum woodiischinz* contre les microbes pathogènes humains, *Journal of Medicinal Plants Research*, 42: 5513-5518.

Békro Y.A., Békro J.A.M., Boua B.B., Tra B.F.H., et Ehilé E.E., 2007. Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (Baill.) Herend. et Zucchini (Caesalpinaceae). *Sciences et Nature*, 4: 217-225.

Bssaibis F ; Gmira N., et Meziane M., 2009. Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter. *Revue de Microbiologie Industrielle, Santé et environnement*, 3: 44-55.

Elujoba A.A., Odeleye O.M., et Ogunyemi C.M., 2005. Développement de la médecine traditionnelle pour le système de prestation de soins de santé primaires médicaux et dentaires en Afrique. *Journal africain des médecines traditionnelles, complémentaires et alternatives*, 2: 46-61.

Gbogbo K.A., Agban A., Woegan Y.A., Amana E.K., Hoekou P.Y., Batawila K., Koumaglo K., et Akpagana K., 2013. Evaluation de l'activité antimicrobienne de *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae) et *Pteleopsis suberosa* (Combretaceae). *Revue Scientifique Européenne*, 9: 411-422.

Iwalokun B.A., Ogunledun A., et Ogbolu D.O., 2004. Propriétés antimicrobiennes *in vitro* d'un extrait aqueux d'ail contre des bactéries multi-résistantes et des espèces de *Candida* du Nigéria. *Journal des Aliments Médicinaux*, 7(3): 327-333.

- Golly K.J., Siaka S., Guessennd N., Soro Y., Djaman A.J., et Dosso M., 2012.** Évaluation phytochimique et activité antimicrobienne de l'extrait de feuilles de *Vernonia colorata* (Wild.) Drake sur des germes résistants de *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, **4**: 2490-2494.
- Golly K.J., Siaka S., Soro Y., Guessennd N., Dosso M et Djaman A.J., 2015.** Étude phytochimique et activité antimicrobienne des extraits d'écorces de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Bombacaceae) de Côte d'Ivoire sur *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* résistants aux antibiotiques. *Journal de Recherche en Microbiologie Britannique*, **9**(1) : 1-7.
- Kerharo J., 1974.** La Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle : Plantes médicinales et toxiques. Editions Vigot Frères, Paris, 395-399.
- Koevi. K.K.A., Millogo.V., Hzouda-Fokou.J.B., Sarr.A., Ouedraogo.G.A., et Bassene E., 2015.** Analyse phytochimique et activités antioxydantes de *Combretum molle* et *Pericopsis laxiflora*. *International Journal des Sciences Biologiques et Chimiques*, **9**(5) : 2423-2431.
- Koné W. M., Atindehou K. K., Kacou-n'douba A., et Dosso M. 2007.** Évaluation de 17 plantes médicinales du nord de la Côte d'Ivoire pour leur activité *in vitro* contre *Streptococcus pneumoniae*. *Africain Journal of Traditional Complementary Alternative Médecine*, **4**: 17-22.
- Kouassi K.C., Koffi-Nevry R., Loukou Y.G., Nanga Y.Z., Koussemon M., Kablan T., et Kouassi K.A., 2012.** Profils des composés bioactifs de quelques variétés de poivrons (*Capsicum* L.) cultivés en Côte d'Ivoire. *Biotechnologie*, **11** : 23-31.
- Lambert R.J., Skandamis P.N., Coote P.J. et Nychas G.J., 2001.** Étude de la concentration minimale inhibitrice et du mode d'action de l'huile essentielle d'origan, du thymol et du carvacrol. *Journal de la Microbiologie Appliquée*, **91** : 453-62
- Lozniewski A. et Rabaud C., 2010.** Résistance bactérienne aux antibiotiques, Fiches conseils pour la prévention du risque infectieux-Infections associées aux soins, CCLIN, Sud-Est, Nancy, 4 p.
- Madubunyi I.L., Obi S.K.C., Nwebube N.I., et Chime A.B., 1995.** Activités antihépatotoxiques et antimicrobiennes des extraits de feuilles de *Harungana madagascariensis*. *Journal International de la Pharmacologie*, **33** (2) : 129-134
- Moroh J.L.A, Bahi C., Dje K, Loukou Y.G., et Guédé-Guina F., 2008.** Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique (EAC) de *Morinda morindoides* (Baker) milne-redheat (rubiaceae) sur la croissance *in vitro* des souches d'*Escherichia coli*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège* ; 77 44-61
- O.M.S., (2003). Médicaments essentiels et politiques pharmaceutiques : donner un soutien aux pays pour réduire le manque d'accès aux médicaments. Genève : OMS (Rapport annuel 2002), 20
- Ouattara A., Golly K.J., Touré A., Adima A.A., Ouattara K., et Coulibaly A., (2016). Enquête sur l'utilisation traditionnelle de l'écorce de la tige de *Pericopsis (afrormosia) laxiflora* (Benth.) dans le traitement des maladies infectieuses causées par *Staphylococcus aureus* et *Shigella sp.* deux bactéries multi-résistantes. *Journal de Recherche des Sciences Pharmaceutiques, Biologiques et Chimiques*, **7**(1) :377-383.
- Osonwa U.E., Alima P., et Smith C.E., 2012.** Études de stabilité de l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *Combretum micranthum* G. Don utilisé comme agent antibactérien. *Journal de la chimie et du génie chimique*, **6**: 417-424.
- Oyetayo F.L., Oyetayo V.O., et Ajewole V., 2007.** Profil phytochimique et propriétés antibactériennes des graines et des feuilles de la plante *Luffa* (*Luffa cylindrical*). *Journal de pharmacologie et de toxicologie*, **2**: 586- 589.
- Quinto E.A. et Santos M.A.G., 2005.** Microbiologie, In Guidebook to Plant Screening: Phytochemical and Biological, B.Q. Guevara editor. - Rev.Ed, Phillipines, 75-77.
- Reza H.S.M., Mandal C., Alam A.K., Salam A., Rahman A.M., Amin R.M., Huda N.M., Ghosh C.N., Ali R.M., et Ahmed F., 2007.** Études phytochimiques, antibactériennes et antinociceptives de *Hoya parasitica*. *Journal de pharmacologie et de toxicologie*, **2**(8): 753-756.
- Sanogo Y., Amin G., Aforo P., et Najish. A., 2016.** Evaluation *in vitro* de l'activité des écorces de tige de *Anogeissus leiocarpus* (DC) Guill. et Perr. (Combretaceae) sur des bactéries responsables de maladies courantes en Afrique et criblage phytochimique. *Revue Internationale des Sciences Biologiques et Chimiques*, 1139-1152.
- Soro D., Kone M.W., et Kamanzi K., 2010.** Evaluation des activités antimicrobiennes et anti-radicaux libres de quelques taxons bioactifs de Côte D'ivoire. *Revue Européenne de Recherche Scientifique*, **40** : 307-317.
- Stevens D.A., 1997.** Amphotéricine B orale comme agent antifongique. *Journal Mycologie Médicale*, **7**: 241 – 242.
- Tabuti J.R.S., 2011.** *Zanthoxylum lepieurii* Guill et Perr. In:Schmelzer, G.H. et Gurib-Fakim, A. Edition PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale) Wageningen, Pays-Bas. **11** (1): 87.
- Tiwari P., Kumar B., Kaur M., Kaur G., et Kaur H., 2011.** Criblage phytochimique et extraction. *Journal International de Revue et de Recherche en Sciences Pharmaceutiques*, **1**: 98-106.
- Tra bi F.H., Koné M.W., et Kouamé N.F., 2008.** Activité antifongique de *Erigeron floribundus* (Asteraceae) de Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. *Revue Tropicale de Recherche Pharmaceutique*, **7**: 975-979.
- Traoré Y., Quattara K., Yéo D., Dombia I., et Coulibaly A., 2012.** Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae). *Journal de Biosciences Appliquée*, **58** : 4234-4242.
- Zekeri M.A., (2014.** Effet de l'extrait aqueux de feuilles à l'éthanol de *Combretum micranthum* G. Don (Combretaceae) sur certains syndromes de la réponse immunitaire inflammatoire systémique induite chez les souris et les rats, Mémoire de Master en Pharmacologie, 83 p.

Zakaria Z.A., Zaiton H., Henie E.F.P., Mat Jais A.M., Kasthuri D., Thenamutha M., Othman F.W., Nazaratumawarina R., et Fatimah C.A., 2006. L'activité antibactérienne in vitro des extraits de *Corchoru solitorius* et de *Muntingia calabura*. *Revue de la Pharmacologie et de la Toxicologie*, **1**: 108-114.

Zirihi G.N., Kra A.K.M., et Guédé-Guina F., 2003. Evaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* (Lamarck) O. Kuntze (Asteraceae) " pymi " sur la croissance in vitro de *Candida albicans*. *Revue de Médecines et Pharmacopées africaines*, **17**: 11-18.