

Métabolites secondaires et activités biologiques des extraits de l'écorce de tronc de *Khaya senegalensis*, une plante à usage vétérinaire récoltée au Bénin

[Secondary metabolites and biological activities of the trunk bark extracts of *Khaya senegalensis*, a veterinary plant harvested in Benin]

Koudoro Yaya Alain, Agbangnan D. Pascal Cokou, Bothon Diane, Bogninou Sophie Reine, Alitonou Guy Alain, Avlessi Felicien, and Sohounhloou Codjo Koko Dominique

Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi,
Université d'Abomey-Calavi (LERCA/EPAC/UAC), Benin

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In Africa, and particularly in Benin, medicinal plants are the most widely used means of solving human and animal health problems. The Beninese flora is rich in plants used to treat gastrointestinal diseases of farm animals whose chemical and biological potentials are still unknown. It is to correct this insufficiency that the present work aims at the chemical and biological recovery of *Khaya senegalensis*. After phytochemical screening, the phenolic compound contents of *Khaya senegalensis* extracts were determined spectrophotometer. Antibacterial and antiradical activities were evaluated by microplate dilution methods and DPPH respectively. The active ingredients of *K. senegalensis* were characterized by GC/MS. Several metabolites have been identified. The crude extracts (ethanolic, hydroethanolic and aqueous extracts) of *K. senegalensis* showed a lower antiradical activity compared to ethyl ether ($IC_{50}=0.09 \mu\text{g/ml}$) and ethyl acetate ($IC_{50}=1\mu\text{g/ml}$) fractions, which are more active than BHA ($IC_{50}=4.8\mu\text{g/ml}$), quercetin ($IC_{50}=3\mu\text{g/ml}$) which are synthetic compounds. From the antibacterial activity, it appears that the objective extracts and fractions of this plant have a bactericidal activity with respect to *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*. From the results of the chromatographic analysis, it appears that the bark of *K. senegalensis* contains glycerol, glycerol ethanoate, pyrocatechol, octadecanamide and neoergosterone as major components. The diversity of metabolites, the anti-fungal and antibacterial activities of *K. senegalensis*, could justify the use of this plant in the veterinary pharmacopoeia in Benin.

KEYWORDS: plant extracts, metabolites, bactericidal activity, antiradical activity.

RESUME: En Afrique et en particulier au Bénin, les plantes médicinales constituent le moyen le plus utilisé pour résoudre les problèmes de santé humaine et animale. La flore béninoise est riche en plantes utilisées pour traiter les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage dont les potentiels chimique et biologique restent encore inconnus. C'est pour corriger cette insuffisance que le présent travail vise la valorisation de *Khaya senegalensis* aux plans chimique et biologique. Après un criblage phytochimique, les teneurs en composés phénoliques des extraits de *Khaya senegalensis* ont été déterminées au spectrophotomètre. Les activités antibactérienne et antiradicalaire ont été évaluées respectivement par les méthodes de dilution dans les microplaques et au DPPH. Les principes actifs de *K. senegalensis* ont été caractérisés par CG/SM. Plusieurs métabolites ont été identifiés. Les extraits bruts (extraits éthanolique, hydroéthanolique et aqueux) de *K. senegalensis* ont montré une activité antiradicalaire plus faible comparativement aux fractions éther éthylique ($IC_{50}=0,09\mu\text{g/ml}$) et acétate éthylique ($IC_{50}=1\mu\text{g/ml}$) qui sont plus actives que le BHA ($IC_{50}=4,8\mu\text{g/ml}$) et la quercétine ($IC_{50}=3\mu\text{g/ml}$) qui sont des composés de synthèse. De l'activité antibactérienne, il ressort que les extraits bruts et les fractions de cette plante ont une activité bactéricide vis-à-vis de *Escherichia coli* et de *Klebsiella pneumoniae*. Des résultats de l'analyse chromatographique, il ressort que l'écorce de *K. senegalensis* contient de glycérol, de l'éthanoate de glycérol, de pyrocatechol, de l'octadécanamide et de

neoergostérone comme composés majoritaires. La diversité en métabolites, les activités antiradicalaire et antibactérienne intéressante de *Khaya senegalensis*, pourraient justifier l'usage de cette plante dans la pharmacopée vétérinaire.

MOTS-CLEFS: Plante, métabolites, activité bactéricide, activité antiradicalaire.

1 INTRODUCTION

Les plantes médicinales constituent et restent le moyen le plus utilisé surtout en milieu rural pour résoudre les problèmes de santé humaine et animale. On estime à environ 400000 à 500000 le nombre d'espèces végétales sur la terre et plus de 200000 espèces médicinales se trouvent dans les pays tropicaux d'Afrique[1]. Au Bénin, sur les 5000 espèces de plantes inventoriées dans les écosystèmes forestières, 172 sont consommées par les populations locales comme plantes alimentaires et 814 comme plantes médicinales[2],[3],[4]. En effet, l'usage de la médecine traditionnelle est très répandu et revêt une importance sanitaire et économique croissante dans le pays [5]. Ces plantes contiennent un grand nombre de métabolites qui ont des intérêts multiples mis à profit en pharmacologie, dans l'industrie alimentaire et en cosmétologie. Parmi ces principes actifs, on retrouve les composés phénoliques, les coumarines, les alcaloïdes, les saponosides, les mucilages, les composés volatils, les stérols et les terpènes[6].

En Afrique et en particulier au Bénin, l'élevage fait partie des premières activités entreprises par l'homme, derrière l'agriculture, pour assurer sa sécurité alimentaire[7]. Les animaux domestiques continuent de payer un lourd tribut à diverses pathologies. Notamment, les maladies gastro-intestinales constituent les principales causes de mortalité du bétail. Il y a aussi les problèmes dûs aux radicaux libres qui diminuent la croissance de ces animaux, baisse la fertilité des femelles et conduisent à des mortalités embryonnaires [8],[9],[10]. En outre la résistance de certains parasites et bactéries contre les produits de synthèse, leur prix exorbitant et le manque de centre vétérinaire conduisent les éleveurs à envisager d'autres solutions alternatives ou complémentaires qui consistent à l'utilisation des principes actifs des plantes[11]

K. senegalensis (Syn: *Swietenia senegalensis*) de la famille des Meliaceae, est un arbre atteignant en moyenne 35 mètres de hauteur. Son écorce est grisâtre foncée et écailleuse[12]. Cette plante joue un rôle important dans la médecine humaine et vétérinaire. Ses feuilles et écorces sont utilisées pour traiter le paludisme, la céphalée, la fièvre, la diarrhée, l'ictère, le parasitisme interne et le rhumatisme [13],[14],[15]. Les enquêtes ont montré que *K. senegalensis* est parmi les plantes les plus citées pour traiter les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage au Bénin dont le potentiel chimique et biologique reste encore inconnu [13]. C'est pour corriger cette insuffisance scientifique que le présent travail vise la valorisation de *Khaya senegalensis*.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

2.1.1 MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé dans la présente étude est constitué de l'écorce de tronc de *Khaya senegalensis* récoltée à Abomey-Calavi au Bénin.

2.1.2 MATERIEL ANIMAL

Il est constitué des souches de référence de *Escherichia coli* (O: 157H7) et de *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 35657). Ces souches ont été fournies par le Laboratoire National de la Santé Publique du Bénin.

2.2 METHODES

2.2.1 COLLECTE DE *KHAYA SENEGALENSIS* ET PRETRAITEMENT

Après la collecte du matériel végétal, l'écorce de *Khaya senegalensis* a été séché à la température du laboratoire (20°C-25°C) jusqu'à stabilisation de leur masse puis réduits en poudre.

2.2.2 IDENTIFICATION DES METABOLITES SECONDAIRES

Les métabolites ont été identifiés par des réactions de coloration et de précipitation spécifiques à chaque famille de métabolite [16],[17],[18].

2.2.3 PREPARATION DES EXTRAITS BRUTS

La technique utilisée pour préparer les extraits bruts est celle de la macération. Après filtration, les extraits ont été évaporés à sec à 60°C à l'aide d'un évaporateur rotatif de type Heidolph.

2.2.4 PREPARATION DES FRACTIONS

Un volume d'extrait hydroéthanolique à traiter et le même volume de solvants de polarités croissantes ont été introduits dans une ampoule à décanter. Le mélange est secoué vigoureusement dans une ampoule à décanter, puis laissé au repos jusqu'à décantation totale, donnant ainsi deux phases (une phase organique et une phase aqueuse). La phase organique est recueillie, tandis que celle aqueuse est encore soumise à d'autres solvants successifs. Les phases organiques sont réunies et débarrassées du solvant par évaporation puis concentrées. Le diagramme ci-dessous montre les étapes de la préparation des fractions.

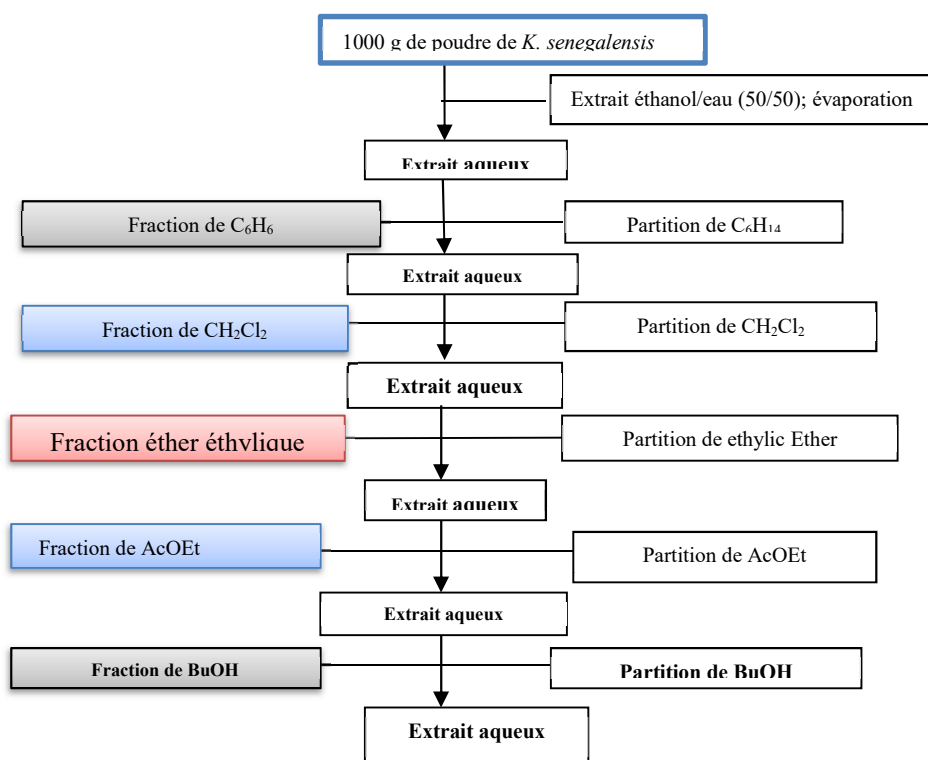


Fig. 1. Diagramme d'extraction par des solvants de polarités croissantes

2.2.5 DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES

Phénols totaux: Le dosage des phénols totaux a été fait par le réactif de Folin-Ciocalteu [19], [20].

Flavonoïdes totaux: La méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) a été utilisée pour quantifier les flavonoïdes totaux [19].

Tanins condensés: Le dosage des tanins condensés est réalisé par la méthode à la vanilline chlorhydrique [21].

2.2.6 EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIRADICALAIRE

L'activité antiradicalaire a été évaluée par la méthode au DPPH. Le principe de cette méthode est basé sur la mesure du piégeage des radicaux libres d'une solution de DPPH. Ce piégeage est visualisé par la disparition de la couleur pourpre du DPPH. Les cuves sont laissées à l'obscurité pendant une heure et les absorbances ont été mesurées à 517nm [22] [20],[23]. Le pourcentage de piégeage du radical a été déterminé par la formule: $P = \frac{Ab - Ae}{Ab} 100$.

Avec P: pourcentage de piégeage; Ab: absorbance du blanc, Ae: Absorbance de l'échantillon.

2.2.7 ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE DES EXTRAITS DE *Khaya Senegalensis*

L'activité antibactérienne a été évaluée par la méthode au micro-dilution dans les microplaques et dans les boites de Pétri [24],[25], [26].

2.2.8 IDENTIFICATION DES MOLÉCULES DE L'EXTRAIT HYDROÉTHANOLIQUE DE *Khaya Senegalensis*

La détermination structurale des molécules des extraits de l'écorce de *K. senegalensis* a été faite par CG/MS, en mode d'impact électronique positif (énergie d'ionisation: 70 eV), équipé d'un injecteur unique et d'une colonne capillaire en silice fondue de type VF-5MS (25 m de long; 0,25 mm de diamètre externe et 0,25 µm de diamètre interne). Le gaz vecteur utilisé est l'hélium avec un débit de 1mL/min qui est constant tout au long de l'analyse. La température de l'injecteur est de 40°C, celle de la source est de 281°C et 298,6°C au niveau du détecteur et de la ligne de transfert. Quant à la programmation de la température, celle du four est défini par une température isotherme de 40°C pendant 5 min puis des augmentations de 5°C/min jusqu'à 310°C, suivi d'une seconde isotherme à 310°C pendant 1 min. La quantité d'extrait injecté est de 1µL. L'injection a été faite en mode splitless. Les données de la spectrométrie de masse ont été établies en mode scan dont le rapport m/z varie entre 50-800 uma. L'attribution structurale des molécules a été réalisée par la comparaison des spectres obtenus avec ceux des banques de données NIST [27], [28].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 MÉTABOLITES SECONDAIRES

Les métabolites secondaires identifiés au niveau de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* sont consignés dans le tableau 1.

Les saponosides, les tanins catéchiques, les phénols, les mucilages, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les anthocyanes, les leuco-anthocyanes, les protéines, les composés réducteurs, les stérols et les terpènes ont été mis en exergue dans l'écorce de tronc de *K. senegalensis* récoltée à Abomey-Calavi (Bénin) tandis qu'au niveau de l'écorce de tronc de cette même plante récoltée en Egypte, les flavonoïdes, les tanins, les saponosides, les coumarines, les stérols et les terpènes ont été identifiés [29]. Au niveau de cette même plante récoltée au Nigéria on note l'absence des alcaloïdes et des saponosides [30] qui ont été mis en exergue dans l'échantillon du Bénin.

La variation des métabolites secondaires remarquée au niveau de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* par rapport aux travaux antérieurs pourrait être liée à la période de la récolte, à la nature du sol ou aux facteurs climatiques [31], [32]. La diversité en métabolites secondaires de cette plante pourrait expliquer son usage dans la médecine traditionnelle. La présence par exemple des tanins et des flavonoïdes au niveau de l'écorce de *K. senegalensis* justifierait son utilisation dans le traitement des affections diarrhéiques et les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage [33], [34].

Tableau 1. Métabolites secondaires identifiés au niveau de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*

Métabolites secondaires	<i>Khaya senegalensis</i>
Alcaloïdes	+
Flavoïdes	+
Anthocyanes	+
Leucoanthocyanes	+
Antraquinones	-
Composés reducteurs	+
Tanins	+
Stérols et terpènes	+
Mucilages	+
Saponosides	+
Coumarines	-
Quinones	-
Protéïnes	+
Phénols	+
Huiles essentielles	-

Légendes +: Présent; -: Absent

3.2 TENEURS EN PHÉNOLS TOTAUX, EN FLAVONOÏDES TOTAUX ET EN TANINS CONDENSÉS DES EXTRAITS DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *K. SENEGALENSIS*

Le tableau 2 indique la teneur en composés phénoliques des extraits de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*.

Les teneurs en phénols totaux des extraits éthanolique, hydroéthanolique et aqueux sont respectivement de (3,272±0,246)mgEAG/gMS, (3,328±0,185) mgEAG/gMS et de (6,731±0,018)mg EAG/gMS. Concernant la teneur en flavonoïdes totaux, la teneur la plus élevée est enregistrée au niveau de l'extrait aqueux (90,468±16,907) mgEC/gMS. Du point de vue des teneurs en tanins condensés, l'extrait hydroéthanolique est plus riche en tanins (250,791±12,103) mgEC/gMS que les extraits éthanolique et aqueux. A travers ce tableau on remarque que les extraits bruts sont plus riches en composés phénoliques que les fractions de l'extrait hydroéthanolique.

Tableau 2. Teneurs en composés phénoliques de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*

Extraits et fractions		Phénols totaux (mgEAG/gMS)	Flavonoïdes totaux (mgEC/gMS)	Tanins totaux (mg EC/g MS)
Extraits bruts	Ethanolique	3,272±0,246	54,733±1,462	178,744±6,578
	Hydroéthanolique	3,328±0,185	63,198±0,639	(250,791±12,103
	Aqueux	6,731±0,018	90,468±16,907	158,698±2,631
Fractions	Butanolique	0,222±0,011	19,133±0,634	63,895±0,411
	Acéthate d'éthyle	1,498±0,096	14,261±0,207	8,081±0,082
	Ether éthylique	1,609±0,325	0,116±0,007	10,930± 0,164

3.3 ACTIVITÉ ANTIRADICALAIRE DES EXTRAITS ET FRACTIONS DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *KHAYA SENEGALENSIS*

Les concentrations des extraits de *K. senegalensis* et de composés de synthèse permettant de piéger 50% de radicaux libres [IC₅₀ (µg/mL)] sont consignées dans le tableau 3.

A travers ce tableau, on remarque que les IC₅₀ des fractions sont plus faibles que ceux des extraits bruts. Donc les fractions de *K. senegalensis* ont une activité antiradicalaire plus prononcée que celle des extraits bruts. Il faut noter que ces fractions ont une activité antiradicalaire plus intéressante que celle du Butylhydroxyanisole et de la quercétine qui sont des produits de synthèse. Seule la fraction éther éthylique a montré une activité plus significative que l'acide gallique qui est le composé le plus actif parmi les standards utilisés.

Ces extraits pourraient constituer une solution alternative aux conservateurs de synthèse utilisés dans le domaine agro-alimentaire d'une part, et dans la lutte contre les attaques radicalaires qui conduisent à une diminution du pouvoir fécondant

des spermatozoïdes, à la baisse de la fertilité des femelles des animaux d'élevage, de leur résistance aux pathologies, à des mortalités embryonnaires et au ralentissement de la croissance des animaux d'élevage d'autre part [9], [10],[8].

Tableau 3. Concentration (IC₅₀) des extraits et de composés permettant de piéger 50% de radicaux libres

IC ₅₀ (µg/mL) des extraits, fractions et composé de synthèse								
Extraits			Fractions			Composés de synthèse		
Etha	Hydroéthé	Aqueux	Buta	Acéta	Ether	Q	AG	BHA
20,00	4,00	5,00	2,00	1,00	0,09	3	0,9	4,8

Légendes: Etha: extrait éthanolique; Hythdroéthé: Extrait hydroéthanolique; Buta: Fraction butanolique; Acéta : Fraction acétate ; Ether : Fraction étheréthylique ; Q : Quercétine; AG : Acide gallique; BHA :Butylhydroxyanisole

3.4 ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE DES EXTRAITS DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *K. SENEGALENSIS*

Le tableau 3 présente les CMI, les CMB et les pouvoirs antibiotiques des extraits bruts de l'écorce de tronc de *Khaya senegalensis*.

E. coli a une sensibilité avérée avec les extraits éthanolique, hydroéthanolique et aqueux à des concentrations de 3,125 mg/mL; 6,25 mg/mL et 0,78 mg/ mL respectivement. Pour ce qui concerne *K. pneumoniae*, les extraits éthanolique et hydroéthanolique ont montré une activité antibactérienne significative alors que l'extrait aqueux a permis d'inhiber seulement cette souche.

Les trois fractions (butanolique, acétate d'éthyle et éther éthylique) de l'extrait hydroéthanolique de *K. senegalensis* ont montré une activité antibactérienne avérée vis-à-vis des souches de *E. coli* et de *K. pneumoniae*.

L'activité antibactérienne, intéressante des extraits de cette plante pourrait s'expliquer par la présence par exemple des composés tels que les terpènes phénoliques et les composés phénoliques dans ces extraits [35].

Cette activité justifierait l'usage de cette plante dans la médecine traditionnelle pour traiter les maladies gastrointestinales des animaux d'élevage.

Tableau 4. Concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des extraits bruts et des fractions de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*

Souches bactériennes	Extraits et fractions	C (mg/ml)		Pouvoir antibiotique
		CMI	CMB	CMB/CMI
<i>E. coli</i>	Ethanolique	1,56	3,13	2,00
	hydroéthanolique	3,13	6,25	2,00
	Aqueux	0,39	0,78	2,00
	Butanolique	50,00	100,00	2,00
	Acétate d'éthyle	25,00	50,00	2,00
	Ether éthylique	50,00	100,00	2,00
<i>K. pneumoniae</i>	Ethanolique	0,39	0,78	2,00
	hydroéthanolique	50,00	100,00	2,00
	Aqueux	25,00	>100,00	-
	Butanolique	25,00	100,00	4,00
	Acétate d'éthyle	25,00	50,00	2,00
	Ether éthylique	25,00	100,00	4,00

Légendes CMI: Concentrations Minimales Inhibitrices; CMB: Concentrations Minimales Bactéricides; - : pas de pouvoir antibiotique.

3.5 COMPOSÉS CARACTÉRISÉS DANS L'EXTRAIT HYDROÉTHANOLIQUE DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *Khaya SENEGALENSIS*

Le chromatogramme de la figure 2 montre les pics des molécules identifiées dans l'extrait éthanolique de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*. Ces composés sont consignés dans le tableau 5.

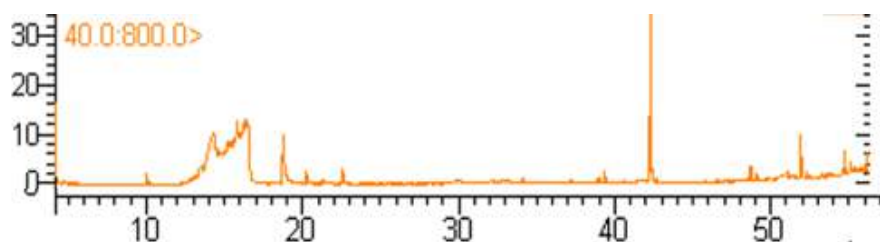


Fig. 2. Chromatogramme de l'extrait hydroéthanolique de *K. senegalensis*

Dans cet extrait, seize composés ont été caractérisés avec cinq composés de pics significatifs (composés majoritaires) ont été caractérisés: le glycérol, l'éthanoate de glycérol, le pyrocatechol, l'octadécanamide et le neoergostérone

Tableau 5. Composés identifiés dans l'extrait hydroéthanolique de *K. senegalensis*

TR (min)	Métabolites
15,007	Glycérol
16,730	Ethanoate de glycérol
19,756	Pyrocatechol
44,952	Octadécanamide
55,260	Neoergostérone
10,367	Oxime de benzyloxyméthyle
22,454	3-méthylpyrocatechole
23,895	Syringol
41,336	4-cuminaldehyde
41,867	Hexadécanamide
51,705	Cholestane
51,847	Cholesta-2,4-diène
52,231	Norcholestan-2-one
58,175	Sitostérol
58,304	Bétuline
59,754	Cholest-5-èn-3-one

Légende TR: Temps de rétention

Seize (16) molécules ont été identifiées au niveau de cet extrait avec l'éthanoate de glycérol, le pyrocatechol, le pyrogallol et l'octadéca-9-ènamide qui sont des molécules qui ont montré de pics importants.

3.6 ACTIVITÉS STRUCTURALES DE QUELQUES MOLÉCULES CARACTÉRISÉES DANS L'EXTRAIT HYDROÉTHANOLIQUE DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *K. SENEGALENSIS*

L'activité antiradicalaire de l'extrait hydroéthanolique serait due aux composés phénoliques tels que le pyrocatechol et le pyrogallol, soit individuellement ou par effet de synergie. Ces deux composés phénoliques possèdent de groupement hydroxyles en position ortho. Les polyphénols ont une activité antiradicalaire plus efficace que les monophénols [22]. Il a été prouvé aussi que la position du groupement hydroxyle sur le noyau benzénique influence aussi l'activité antiradicalaire. Par exemple les composés qui possèdent les groupements hydroxyles en position ortho ont une activité antiradicalaire très forte en comparaison avec ceux qui possèdent de groupement hydroxyles en position meta [22].

Concernant l'activité antibactérienne, la présence par exemple des composés tels que les terpènes phénoliques et les composés phénoliques dans les extraits de cette plante pourrait expliquer leur activité antibactérienne (Davidson *et al.*, 1989; Boissier *et al.*, 1993; Mourey et Canillac, 2002).

4 CONCLUSION

Les plantes médicinales restent et resteront encore longtemps une source fiable de principes actifs connus pour leurs propriétés thérapeutiques. Une étude de la composition chimique et des propriétés biologiques a concerné dans le présent

travail, l'écorce de tronc de *K. senegalensis*, plante utilisée au Bénin pour traiter les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage.

Cette étude a montré que l'écorce de tronc de *K. senegalensis* est riche en métabolites secondaires tels que les tanins, les flavonoïdes, les anthocyanes, les mucilages, les coumarines, les composés réducteurs, les alcaloïdes, les stérols et les terpènes. Concernant l'activité antiradicalaire, l'extrait éthanolique de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* a montré une activité antiradicalaire plus intéressante que celle du butylhydroxyanisole qui est un composé de référence. Ces extraits pourraient être utilisés pour lutter contre les attaques radicalaires subies par les animaux d'élevage d'une part et dans la conservation des produits agro-alimentaires périssables d'autre part. L'identification des métabolites a montré divers composés au niveau de l'extrait hydroéthanolique de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* tels que: les composés terpéniques hydrogénés et oxygénés, les composés aromatiques, les composés aliphatiques et d'autres substances naturelles qui pourraient sous-tendre l'usage de cette plante dans la pharmacopée vétérinaire. De l'activité antibactérienne, il ressort que les extraits de *K. senegalensis* ont montré une activité bactéricide vis-à-vis de *E. coli* et de *K. pneumoniae*, ce qui pourrait expliquer l'utilisation de cette plante dans la médecine vétérinaire pour traiter les maladies gastro-intestinales.

L'activité antiradicalaire notée au niveau des extraits de cette plante serait due aux composés phénoliques (pyrocatéchol et de pyrogallol) pris isolément ou par effet de synergie. De même, l'efficacité des différents extraits investigués sur les souches bactériennes testées pourrait être attribuée aux composés majoritaires qu'ils contiennent ou à un effet synergique de ces derniers avec les composés minoritaires présents dans ces extraits.

REMERCIEMENTS

Ces résultats ont été obtenus grâce à l'appui des laboratoires partenaires à qui les auteurs de cet article adressent leurs sincères remerciements. Il s'agit du:

- Laboratoire National de la Santé Publique du Bénin.
- Laboratoire de Botanique et d'Ecologie végétale de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin
- Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant de la Maison de Recherche sur l'Environnement Industriel de l'Université du Littoral Côte d'Opale en France.

REFERENCES

- [1] S. Souad, F Mohamed,, Lahcen Z. & Allal, D. (2008). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kenitra
- [2] B.Sinsin, and L. Owolabi, "Rapport sur la monographie de la diversité biologique du Bénin, Ministère de l'Environnement et de l'Habitat et de l'urbanisme (MEHU)", Cotonou, Bénin. 2001.
- [3] J.T. Codjia, , A.E. Assogbadjoet M.R.M.Ekue, "Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin", Cahiers agricultures, vol.12, n0.5 pp. 321- 331,2003.
- [4] Mehu. "Projet de déclaration d'une politique nationale de mobilité urbaine", Rapport final définitif, MEHU/DU, juillet. ,2002.
- [5] A.C Adomou, H. Yedomonhan, B. Djossa, S.I. Legba, M. Oumorou, A. Akoegninou, "Etude ethnobotanique des plantes médicinales vendues dans le marché d'Abomey-Calavi au Bénin", Int. J. Biol. Chem. Sci., vol.6, n0.2, pp. 55-78, 2012.
- [6] T.Bahorun, B. Gressier, F.Trotin, C.Brunet, T.Dine, M. Luyckx, J.Vasseur, M. Cazin, J.C.Cazin, and M. Pinkas Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung*, 46, pp.1086-108, 1996.
- [7] H.H.Tamboura, H.Kaboré, S.M. Yaméogo, "Ethnomédecine vétérinaire et pharmacopée traditionnelle dans le plateau central du Burkina Faso: cas de la province du Passoré", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, vol. 2, n0.3, pp.181-191, 1998.
- [8] W.W.Anderson, J.Arnold, D.G.Baldwin, A.T. Beckenbach, C. J.Brown, G.O.Williams, S.Bryant, J. Coyne, L.G.Harshman, W.B. Heed, D.E. Jeffrey, L.B.Klazcko, B.C Moore, J.A.Moore, J.M. Porter, J.R. Powell, T. J.C. Prout, C.E.Stephens, M.E. TaylorTurner, S.W.Schaeffer, "Four decades of inversion polymorphism in *Drosophila pseudoobscura*", *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, vol. 88, n0.22, pp.10367-10371,1991.
- [9] B.Aurousseau, "Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage: conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits", *INRA Prod. Anim*, vol.15,n0.1, pp. 67-82, 2002.
- [10] J. Martensson, A.Jain, A.Meister, "Glutathione is required for intestinal function", *Proc. Nad Acad Sci USA*, vol.87, pp. 1715-1719, 1990.

- [11] C.B.I .Alawa, Adamu, A.M.Gefu, J.O. Ajanusi, P.A. Abdu, N.P.Chiezey, J.N.Alawa, D.D.Bowman, "In vitro screening of two Nigerian medical plants (*Vernonia amygdalina* and *Annona sensgalensis*) for anthelmintic activity. *Vet. Parasit*", vol. 113, pp. 73-8, 2003.
- [12] J. Kerharo, Adams, "La Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle: Plantes médicinales et toxiques. Edition Vigot", : pp.402-404, 1974.
- [13] H.G. Dassou, C.A.Ogni, H.Yedomonhan, A.C. Adomou, M.Tossou, J.T.Dougnon et A.Akoeigninou, "Diversité, usages vétérinaires et vulnérabilité des plantes médicinales au Nord-Bénin", *Int. J. Biol. Chem. Sci*, vol.8, n0.1, pp.189-210, 2014.
- [14] E.J.Adjanohoun, M.R.A.Ahyi, A. L Assi," Contribution aux études ethnobotaniques floristiques au TOGO. ACCT" pp. 389-392, 1986.
- [15] D.O.O. Olayinka, Onoruvwe and T.Y.Lot "Cardiovascular effects in rodents of methanolic extract off *Khaya senegalensis*", *Phytother. Res*, vol. 6, pp.282-284, 1992.
- [16] N.Dohou, K.Yamni, S.Tahrouch, L.M.Idrissi-Hassani, A.Badoc, N.Gmira, "Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, *Thymelaea lythroides*", *Bulletin de la société pharmaceutique de Bordeaux*, vol.142, pp. 61-78, 2003.
- [17] D.C.P. Agbangnan, C.B.Tachon, A.Chrostowka, E.Fouquet, D.C.K.Sohounhloue, "Phytochemical study of a tinctorial plant of benin traditional pharmacopoeia: The red sorghum (*sorghum caudatum*) of Benin", *Scientific Study & Research*, vol.13, n0.2, pp.121-135, 2012.
- [18] Y.A.Koudoro, D.V.Wotto, T.R.C.Konfo, D.C.P. Agbangnan, C.K.D.Sohounhloue, "Phytochemical screening, antibacterial and anti-radical activities of *Daniellia oliveri* trunk bark extracts used in veterinary medicine against gastrointestinal diseases in Benin", *International Journal of Advanced Research*, Vol.3, n0.10, 1190-1199, 2015.
- [19] C.C.Wong, H.B.Li, K.W. Cheng et F. A. Chen, " systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay", *Food Chem*, vol.97, pp. 705-711, 2006.
- [20] Agbangnan, C.P.D., Noudogbessi, J.P., Chrostowska, A., Tachon, C.; Fouquet, E., Sohounhloue, D.C.K. (2013). Phenolic compound of benin's red sorghum and their antioxidant properties. *Asian J Pharm Clin Res*, 6(2): 277-280.
- [21] D.Heimler, P. Vignolini, M.Giulia., V.F.Francesco, A.Rmani, Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food Chemistry*, 99:464-469, 2006.
- [22] W.Brand-Williams, M.E.Cuvelier, C. Beret, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensm.Wiss.U. Technol*, vol.28, pp. 25-30, 1995.
- [23] I.Parejo, F.Viladomat, J.Bastida, A.Rosas-Romero, N.Flerlage, J.Burillo, C.Codina," Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants", *J Agric Food Chem*, vol.5, pp.6882-6890, 2002.
- [24] NCCLS, "Performance Standards For Antimicrobial Disk Susceptibility Tests", Approved Standard: M2-A7, National Committee for Clinical Laboratory Standards", Wayne, PA, USA, 2003.
- [25] B. Yehouenou, D. V. Wotto, P. H. Sessou, J.P. Noudogbessi, D. C. K. Sohounhloue, "Chemical study and antimicrobial activities of volatile extracts from fresh leaves of *Crassocephalum rubens* (Juss and Jack) More against food borne pathogens", *Scientific Study and Research*, Vol. 11, no.3, PP. 341-349, 2010.
- [26] A. A. Mohammed , A. A. Mahmood, I. Salmah , A. A. Zahra, W. Suhailah, A.Qade , H. Hadi and S. H.Nabil, "Free Radical Scavenging, Antimicrobial and Immunomodulatory Activities of *Orthosiphon stamineus*", PP. 5385-5395, 2012.
- [27] A.R.Bojaxa and P.J.Rosakutty , "GC-MS analysis of methanol wild plant and callus extracts from three *Cissuss* species, Family Vitaceae", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol.4, n0.7, pp. 3420-3426, 2012.
- [28] N.A.Apostolides, M.E.I. Beyrouthy, W.Dhifi, S.Najm, F.Cazier, W.Najem, M.Labaki and A.AbouKaïs, "Chemical Composition of Aerial Parts of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Growing Wild in Lebanon". *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol.16, n0.2, pp.274-282, 2013.
- [29] Mesbal, M.K., Abdel, E., Hafiz, M.A., Shana wany, M.A. "Pharmacognosy study of *Khaya senegalensis* in Egypt . Botanical and chemical study of the leaf", *Bull. Pharm. Sci*, vol.7, pp.207-223, 1984.
- [30] L. Ishaku, Elisha, S. Micah, S.M. Makoshi, C.J.Dawurung, V.Nkechi, J. G.Offiah, G.O.O. Oladipo and S.David. Evaluation of Aqueous and Ethanolic Stem Bark Extracts of *Khaya senegalensis* A. Juss (*Meliaceae*) in Albino Rats", *Pakistan Veterinary Journal*, vol. 33, n0.1, pp.32-36, 2013.
- [31] P.E.Daddona, J.L. wright, C.R.Hutchinson, " Alkaloid catabolism and mobilization in *Catharanthus roseus*", *Phytochem*, vol.15, pp. 941-945, 1976.
- [32] F. Manolaraki "Propriétés anthelmintiques du sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*). Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués. Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse III, Toulouse; 2011
- [33] G.Di-Carlo, N.Mascolo, A.A.Izzo, and F.Capasso, "Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs". *Life Sciences*, vol.65, n0.4, pp.3347-3353, 1999.

- [34] B.R. Min, J.M. Fernandez, T.N. Barry, M.c. Nabb et P.D. Kemp, "The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in ewes during autumn", *Anim. Feed Sci. Technol*, vol.92, n0. 4, pp.185-202, 2001.
- [35] B. Shan, Y.Z. Cai, J.D. Brooks, H. Corke, "The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts", *International J Food Microbiology*, vol.117, pp. 112-119, 2007.