

## Etude de l'activité antibactérienne des extraits aqueux de *Boerhavia diffusa* et de *Khaya senegalensis* sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*

### [ Study of the antibacterial activity of aqueous extracts of *Boerhavia diffusa* and *Khaya senegalensis* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* ]

*Youan Gouanda Pascal and Kipré Gueyraud Rolland*

Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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:** With a view to enhancing the many plant species that make up the Ivorian flora, a study on the medicinal properties of two plants, *Boerhavia diffusa* and *Kaya senegalensis*, was carried out with the main objective of evaluating their antibacterial activities. Sensitivity tests carried out (MIC and MBC) on two bacterial strains (*Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*) revealed that the aqueous extract of *Boerhavia diffusa* has bactericidal activity against *E. coli* and bacteriostatic activity against *S. aureus* that of *Khaya senegalensis* is bactericidal against *S. aureus* but without any activity against *E. coli* up to the limit of 800 mg/mL of concentration tested. The antibacterial activities of these plants would be due to the active ingredients it contains, in particular sterols and polyterpenes (polyphenols, tannins, saponosides) but the advantage observed in *Boerhavia diffusa* would be due to the flavonoids it contains.

**KEYWORDS:** Bacteriostic, Bactericidal, Ivorian flora, Active ingredients, Medicinal properties.

**RESUME:** Dans la perspective de valoriser les nombreuses espèces végétales qui composent la flore ivoirienne, une étude portant sur les vertus médicinales de deux plantes, *Boerhavia diffusa* et *Kaya senegalensis*, a été réalisée avec pour principal objectif l'évaluation des activités antibactériennes. Des tests de sensibilité réalisés (CMI et CMB) sur deux souches bactériennes (*E. coli* et *S. aureus*) ont permis de révéler que l'extrait aqueux de *Boerhavia diffusa* présente une activité bactéricide contre *E. coli* et bactériostatique contre *S. aureus* alors que celui de *Khaya senegalensis* est bactéricide contre *S. aureus* mais sans aucune activité contre *E. coli* jusqu'à la limite de 800 mg/mL de concentration expérimentée. Les activités antibactériennes de ces plantes seraient dues aux principes actifs qu'elle renferme notamment les stérols et polyterpènes (polyphénols, tanins, saponosides) mais l'avantage constaté chez *Boerhavia diffusa* serait dû aux flavonoïdes qu'elle renferme.

**MOTS-CLEFS:** Bactériostique, Bactéricide, Flore ivoirienne, Principes actifs, Vertus médicinales.

## 1 INTRODUCTION

Afrique le pouvoir thérapeutique des plantes était exploité par nos ancêtres de façon empirique tout en ignorant la composition chimique des plantes utilisées pour leurs soins de santé [1]. Avec le temps, des essais phytochimiques ont permis la découverte des principes actifs comme la mansonine extrait de *Mansonia altissima* par Guédé-Guina [2] tandis que de son côté Aké-Assi en procédant à l'identification et à la répartition de certaines plantes médicinales a abouti à la détermination de leurs compositions chimiques [3]. Pour parvenir à une amélioration de cette médecine dite traditionnelle, Neuwinger a pour sa part révélé les aspects chimiques et toxicologiques de 305 espèces de plantes originaires de nombreux pays d'Afrique [4].

Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous-exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale, ce malgré les résultats probants des études préliminaires. Or, d'après l'OMS, chaque molécule d'antibiotique a une durée de vie effective limitée au bout de laquelle elle devient inefficace du fait de la résistance acquise par les microorganismes [5]. De même, avec l'avènement du VIH/SIDA et son corollaire de pathologies opportunistes, la demande en médicaments notamment en antibiotiques s'est considérablement accrue obligeant décideurs et scientifiques à se tourner vers d'autres horizons. C'est ainsi que la chimie de synthèse mise sur les molécules de troisième voire quatrième génération qui présentent des avantages thérapeutiques certains. Malheureusement, ces inventions ne comblent pas les nombreux besoins exprimés puisque ces médicaments de synthèse du fait de leurs coûts élevés ne sont pas toujours accessibles. Les plantes médicinales semblent alors être une alternative crédible puisque l'on estime à environ 80% le taux de la population africaine faisant recours exclusivement aux plantes pour se soigner et que 25% des médicaments sont dérivés directement ou indirectement des plantes [6]. Devant une telle situation, la principale question est comment valoriser la phytothérapie dans la lutte contre les pathologies infectieuses émergentes et/ou re-émergentes qui constituent aujourd'hui un réel problème de santé publique.

Ainsi, cette étude vise-t-elle essentiellement à évaluer l'activité antibactérienne de deux substances naturelles couramment utilisées en phytothérapie.

De façon spécifique, il s'est agi de tester les extraits aqueux de *Boerhavia diffusa* et *Khaya senegalensis*, deux plantes fréquemment utilisées en Côte d'Ivoire dans le traitement de nombreuses pathologies infectieuses, contre *E. coli* et *S. aureus*, et de déterminer le type d'antibiotique auquel appartiendraient ces deux plantes.

## **2 MATERIEL ET METHODES**

### **2.1 MATERIEL**

Le matériel végétal était constitué de feuilles de *Boerhavia diffusa* et d'écorces de *Khaya senegalensis* provenant de *Dimbokro (Centre-Est de la Côte d'Ivoire)* qui ont été identifiées au Centre National Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny. Quant au matériel biologique, deux souches bactériennes (*Escherichia coli* ATCC 25 922 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) provenant de la sérothèque du Laboratoire National de Santé Publique ont servi de référence.

Un incubateur, une autoclave, une étuve, un agitateur chauffant (Marque IKAMAG), un densitomètre (Marque DENSIMAT) et une balance électronique (SARTORIUS) ont servi de matériel technique complété par du coton cardé hydrophile, du papier Whatman N°1, une anse de platine, la verrerie, des micropipettes (1 mL et 10 µL), du milieu de Muller Hinton et un bec Bunsen.

### **2.2 2.2 METHODES**

#### **2.2.1 PRÉPARATION DES EXTRAITS AQUEUX**

L'extrait aqueux (E A) de chaque plante a été obtenu selon la méthode décrite par Guédé-Guina *et al* [7]. Cent (100 g) de chaque espèce de plante (feuille de *Boerhavia diffusa* et écorce de *Khaya senegalensis*) ont été séchés à l'air libre puis pulvérisée avant d'être dissous dans 1L d'eau distillée. Ce mélange a été macéré pendant 18 heures à la température du laboratoire. Après filtration, une fois sur tissu, trois fois sur coton hydrophile et une fois sur papier Wattman, nous avons obtenu le filtrat. La solution obtenue a été concentré à l'évaporateur rotatif puis séchée à l'étuve à 45°C pendant 24 h.

#### **2.2.2 RECHERCHE DES GROUPES DE COMPOSÉS CHIMIQUES**

La recherche des groupes de composés chimiques chez les extraits bruts a été réalisée en tubes et sur Chromatographie sur Couche Mince

#### **CARACTÉRISATION DES SAPONOSIDES**

Dans un tube à essai, 10 mL de macéré ont été agités énergétiquement pendant 15 secondes puis laissés au repos pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides.

## RÉVÉLATION DES PHÉNOLS TOTAUX

Le réactif de Folin-Ciocalteu a été pulvérisé sur le chromatogramme puis séché après chauffage pendant 10 min. L'observation des spots bleus dans le visible indique la présence des polyphénols.

## RÉVÉLATION DES FLAVONOÏDES

Une solution éthanolique à 5% de chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) a été pulvérisée sur le chromatogramme. Le spot jaune dans le visible ou jaune-vert sous UV à 366 nm indique la présence de flavonoïdes.

## RÉVÉLATION DES TANINS

Une solution de chlorure de fer (FeCl<sub>3</sub>) à 10% a été pulvérisée sur le chromatogramme. Le spot bleu-noir dans le visible indique la présence des tanins galliques et la coloration vert ou vert foncé montre des tanins condensés [8].

## RÉVÉLATION DES ALCALOÏDES

Après pulvérisation sur le chromatogramme du réactif de Dragendorff, l'observation dans le visible de spots orangés indique des alcaloïdes.

## ANALYSE QUALITATIVE SUR CHROMATOGRAPHIQUE SUR COUCHE MINCE (CCM)

Des chromatogrammes sur couche mince ont été réalisés sur des plaques de gel de silice (Silicagel 60 F254) pour la recherche des polyphénols, des flavonoïdes, des tanins galliques ou catéchiques et des alcaloïdes. Le système d'élution est composé de chloroforme/méthanol/eau dans les proportions 65: 35: 5.

### 2.2.3 EVALUATION DES ACTIVITÉS ANTIMICROBIENNES DES EXTRAITS AQUEUX

#### 2.2.3.1 TESTS DE SENSIBILITÉ

Des tests de sensibilité de *E. coli* et *S. aureus* aux extraits aqueux des deux plantes ont été effectués par la détermination des CMI et des CMB à l'aide de la technique GRAM de diffusion en milieu gélosé sur plusieurs dilutions.

#### 2.2.3.2 PRÉPARATION DE L'INOCULUM

De jeunes colonies isolées des souches de *E. coli* et de *S. aureus* ont été délicatement délayées dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée puis homogénéisées et passées au densitometer.

#### 2.2.3.3 PRÉPARATION DE LA GAMME DES CONCENTRATIONS D'EXTRAITS

Pour chaque extrait de plante, une série de 10 tubes comportant 8 tubes expérimentaux et 2 tubes témoins (N° 9 et 10) ont reçu chacun 1 mL de diluant. Cent (100) mg de l'extrait végétal ont été dissous dans 6,25 mL d'eau distillée stérile ce qui correspond à une concentration initiale de 1600 mg/L. Un (1) mL de ce mélange est transféré successivement du tube N° 1 au tube N° 8 puis rejeté dans du Javel. Le tube 9 qui n'a pas reçu d'extrait végétal a servi de témoin de croissance tandis que le N° 10 qui n'a reçu ni extrait ni germe a servi de témoin de stérilité du milieu de culture. A ces diverses concentrations 1 mL de l'inoculum est ajouté.

#### 2.2.3.4 DÉNOMBREMENT DES COLONIES

Après 24 H d'incubation, le dénombrement des colonies a été fait par comptage direct à l'aide d'un stylo compteur de colonies. La croissance des germes dans les tubes expérimentaux de chaque série a été évaluée en pourcentage de survivance, calculée par rapport à 100% de survivance dans le tube témoin de contrôle de croissance [9]. Le pourcentage de survivance dans les tubes expérimentaux est obtenu par le rapport du nombre de colonies dans le tube expérimental (n) sur le nombre de colonies dans le tube témoin (N) multiplié par cent.

Le report des diverses valeurs du pourcentage de survivance sur des graphiques a permis de déterminer les paramètres antibactériens tels que:

- **La concentration minimale inhibitrice (CMI)** ou concentration minimale pour laquelle il n'y a aucune croissance visible à l'œil nu correspond à la concentration du dernier tube sans croissance visible.
- **La concentration minimale bactéricide (CMB)** qui est la plus petite concentration qui donne 99,99% d'inhibition comparativement au contrôle de croissance.
- **La  $CI_{50}$**  qui représente la concentration qui donne 50% d'inhibition estimée par rapport aux nombres de colonies ayant poussé dans le tube témoin de contrôle croissance. Ce paramètre est déterminé graphiquement.
- **Le pouvoir antibactérien** de chaque type d'extrait (bactéricide ou bactériostatique) a été déterminé grâce au rapport CMB/CMI. Lorsque ce rapport est inférieur ou égal à 4, l'activité de l'extrait est dite bactéricide et s'il est supérieur à 4, l'activité de l'extrait est dite bactériostatique.

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 TRI PHYTOCHIMIQUE

A l'issue du tri phytochimique des extraits aqueux les principaux groupes de composés chimiques sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1. Composés chimiques des extraits aqueux de *Boerhavia diffusa* et *Khaya senegalensis*

Groupes de composés chimiques	<i>Boerhavia diffusa</i>	<i>Khaya senegalensis</i>
Saponosides	+	+
Polyphénols totaux	+	+
Flavonoïdes	+	-
Tanins catéchiques	+	-
Alcaloïdes Composés	+	+

+: presence du composé -: absence du composé

Les deux extraits aqueux contiennent tous des saponosides, des polyphenols et des alcaloïdes. Quant aux flavonoïdes et tanins catéchiques, ils ont été retrouvés uniquement que chez *Boerhavia diffusa*.

#### 3.2 TEST DE SENSIBILITE

Après 24 h d'incubation à 37°C, les effets des différentes concentrations des extraits des plantes exprimés en pourcentage de survivance sont représentés sur les figures 1, 2,3 et 4.

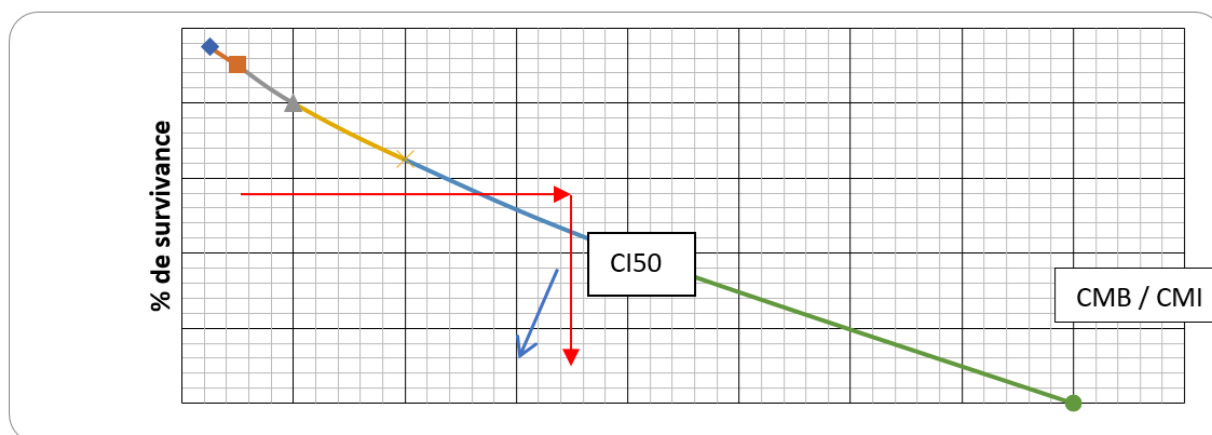


Fig. 1. Effet de l'extrait de *Boerhavia diffusa* sur la croissance in vitro de *E. coli*

L'extrait aqueux de *Boerhavia diffusa* présente une activité antibactérienne sur *E.coli* qui se manifeste par une diminution du pourcentage de survivance à mesure que sa concentration augmente. Cette diminution suit une courbe de réduction qui a l'allure d'une droite descendante. La CI50 est d'environ la moitié de la concentration minimale inhibitrice et le rapport CMB/CMI est de 1 ce qui fait classer l'extrait aqueux de *Boerhavia diffusa* dans le groupe des bactéricides en face de *E.coli*.

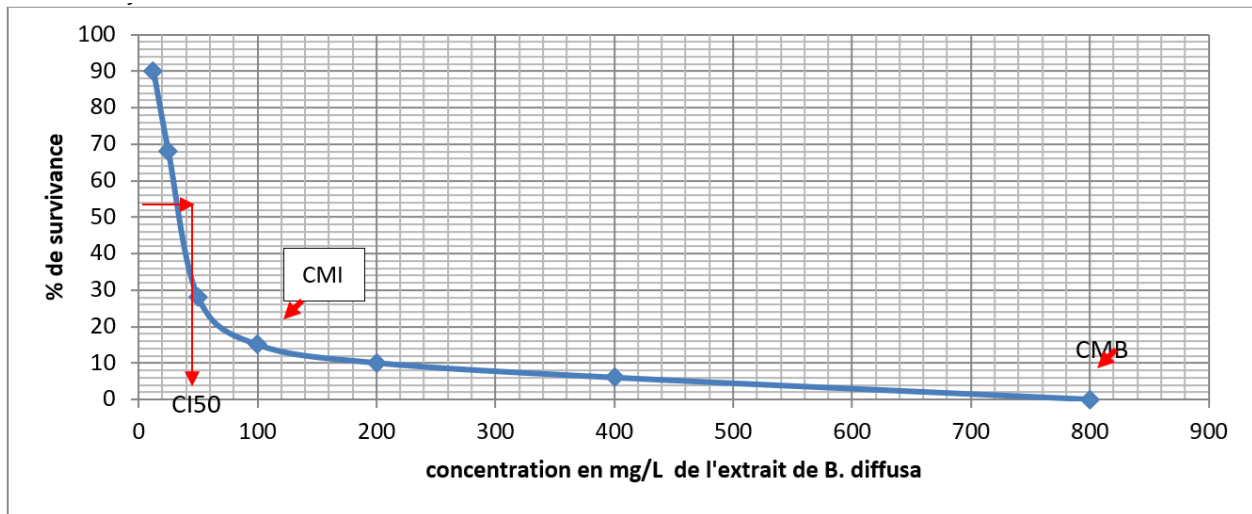


Fig. 2. Effet de l'extrait de *Boerhavia diffusa* sur la croissance in vitro de *S. aureus*

Ici l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Boerhavia diffusa* est brutale au début de l'expérimentation avec un CI50 de 30mg/L soit le 1/26 de la CMI. Il s'en suit une baisse lente et progressive du pourcentage de survivance qui devient nul à 800mg/L et le rapport CMB/CMI est de 8. L'extrait aqueux de *Boerhavia diffusa* en face de *S.aureus* présente un pouvoir bactériostatique.

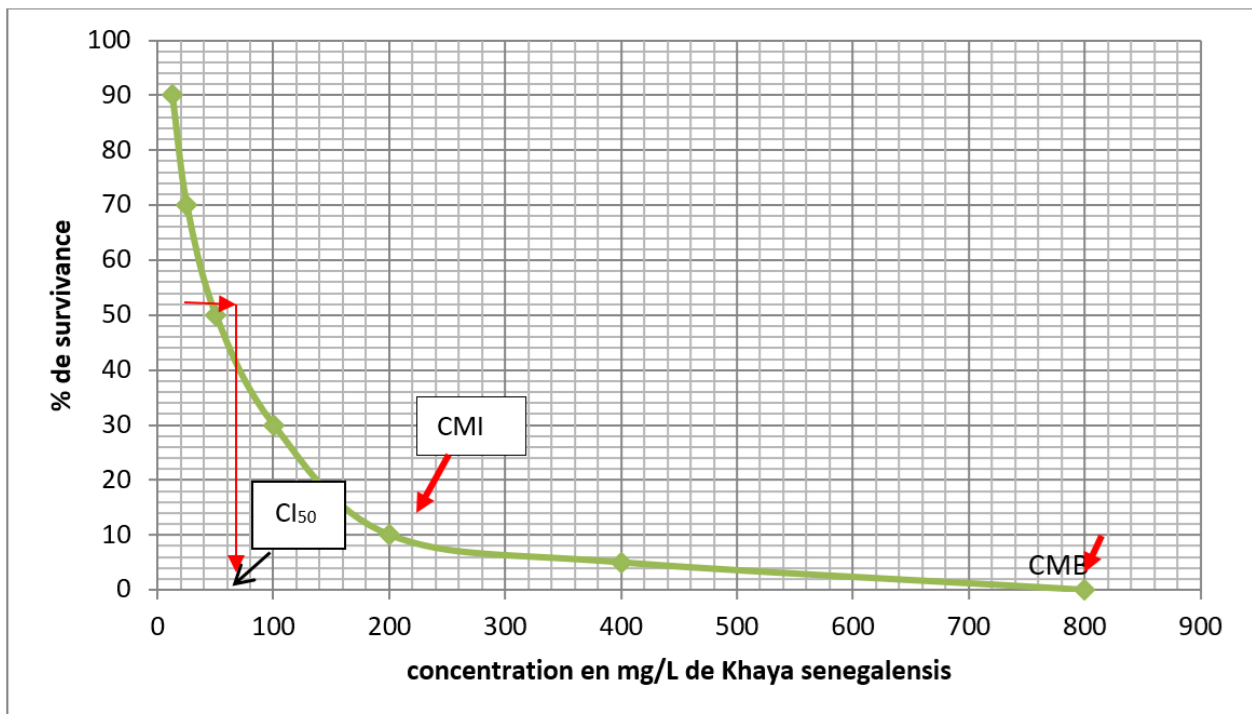


Fig. 3. Effet de l'extrait de *Khaya senegalensis* sur la croissance in vitro de *S. aureus*

L'activité de l'extrait de *Khaya senegalensis* sur *S. aureus* se caractérise par une chute rapide du pourcentage de survivance laissant penser à une action immédiate et ponctuelle. La  $CI_{50}$  représente environ 1/16 de la CMI. De même le rapport CMB/CMI est de 4 ce qui confère le caractère bactericide de l'extrait de *Khaya senegalensis* contre *S. aureus*.

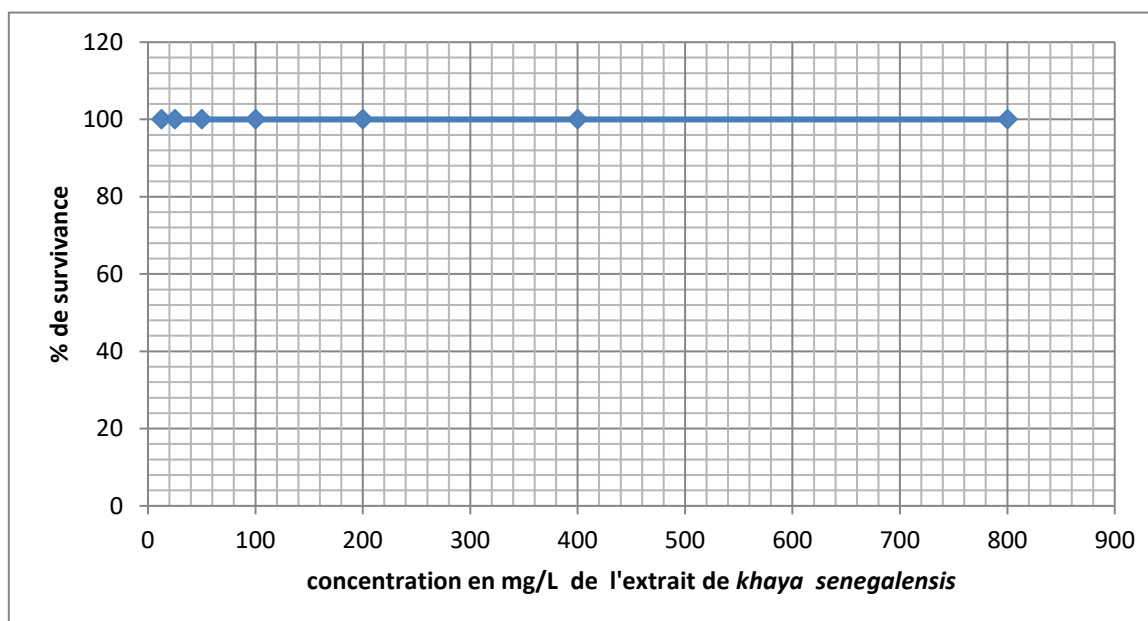


Fig. 4. Effet de l'extrait de *Khaya senegalensis* sur la croissance in vitro de *E. coli*

Ici aucune diminution du pourcentage de survivance n'a été observée. L'extrait de *Khaya senegalensis* n'a donc aucun effet sur *E. coli* dans la limite des concentrations de 800mg/L expérimentée.

#### 4 DISCUSSION

Ces résultats mettent en évidence et confirment les nombreuses vertus médicinales notamment les activités antibactériennes tel que révélé par de nombreuses études. En effet dans diverses régions d'Afrique et de l'Inde, *Boerhavia diffusa* et *Khaya senegalensis* sont régulièrement citées dans le traitement de la jaunisse, la gonorrhée et autres inflammations [10] ainsi que les ulcères, les abcès, les gastroentérites et également pour réguler les menstruations. Les oreillons, la laryngite, les brûlures, sont aussi cités comme affections soignées traditionnellement par *Boerhavia diffusa*. tandis que des activités antibactériennes activités antivirales, anti-oxydantes et anti-paludéennes sont attribuées à *Khaya senegalensis* [11].

Les activités antibactériennes de ces deux plantes peuvent s'expliquer par la présence des principes actifs qu'elles renferment et qui ont été mis en évidence par le screening phytochimique à savoir les stérols et polyterpènes, composés phénoliques et polyphénols, acide caféique et catéchol, quinones et alcaloïdes présents en chacune d'elles ainsi que les flavonoïdes et des tanins catéchiques retrouvés uniquement chez *Boerhavia diffusa*. Ces composés auraient chacun à sa façon contribué à inhiber la croissance de ces germes de façon plus ou moins ciblée, synergique, additive, antagoniste ou indifférente [12]. Ainsi les stérols et polyterpènes qui ont des propriétés potentialisatrices ou réductrices auraient induit une destruction de la membrane des microorganismes par une action lipophile [13] tandis que l'acide caféique et le catéchol, par une inhibition enzymatique à travers une réaction avec les groupes sulfhydryques ou des interactions non spécifiques avec les protéines ont provoqué la mort des bactéries. L'action des quinones se fait en s'attaquant aux adhésines, aux polypeptides et aux enzymes membranaires de la bactérie [14]. Pour ce qui est des tanins, l'action bactéricide résulte de la propriété de complexation avec les protéines de transport alors que les alcaloïdes présents dans 20% de toutes les espèces de plantes tirent leurs activités antibactériennes de leur capacité à s'intercaler avec l'ADN [15]. Nos résultats seraient ainsi en conformité avec ceux de Damintoti et al. [16] qui ont admis que l'activité antimicrobienne de l'extrait d'écorce de *Khaya senegalensis* est liée aux polyphénols contenus dans cette plante alors que cette activité serait nulle contre *E. coli*. D'après certaines autres études, une relation étroite existe entre composés flavoniques et activités antibactériennes [17]. Quant à l'absence d'effet de *Khaya senegalensis* contre *E. coli*, plusieurs pistes peuvent être explorées: d'abord il y aurait l'hypothèse d'un phénomène de résistance naturelle provenant soit d'un défaut ou une absence de cible empêchant la reconnaissance ou la fixation par la

molécule d'antibiotique, soit de la présence d'un gène codé empêchant la pénétration du métabolite de *Khaya senegalensis* dans la paroi membranaire [18]. De même, *E. coli* étant un bacille Gram négatif, c'est-à-dire pauvre en peptidoglycane dans sa membrane protectrice, l'on peut avancer que la cible du métabolite de *Khaya senegalensis* est soit le peptidoglycane lui-même ou bien que cette cible n'a la possibilité de se fixer que sur le peptidoglycane dont l'absence ici conduit à une résistance de *E. coli* face aux métabolites de *Khaya senegalensis*. A contrario, l'autre hypothèse serait celle de la production par *E. coli* d'une protéine neutralisant l'effet de *Khaya senegalensis*. Par ailleurs, les extraits aqueux ayant une efficacité moindre par rapport aux autres types d'extraits [19], l'on peut penser que les tanins, les alcaloïdes et les quinones n'ont pu être suffisamment extraits des écorces de *Khaya senegalensis* pour atteindre les concentrations bactéricides requises. L'extraction aqueuse de *Khaya senegalensis* dont l'activité antimicrobienne est due à des composés volatils pour la plupart ou d'extraction difficile tels que les tanins et les composés réducteurs, n'aurait donc pas permis de libérer ces métabolites en qualité et en quantité. Ainsi la de *E. coli* aux extraits aqueux de *Khaya senegalensis* pourrait être attribuée à un défaut de concentration de ces composés. En effet il a été signalé que les tanins exercent un effet inhibiteur et létal sur différentes souches et notamment sur *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* [20].

Une autre piste à explorer consisterait à lier les activités biologiques de ces extraits aux conditions de transport, de traitement et de stockage du matériel végétal. Cette idée a fait déclarer à Zang et Hamuru que les composés phytochimiques peuvent varier et que leurs effets seraient liés au génotype, aux conditions du développement et de croissance, de maturité, et de stockage ainsi qu'aux méthodes d'extraction [21]. En effet, les polyphénols ont la propriété de s'oxyder facilement en présence de l'oxygène de l'air par polymérisation des monomères des flavonoïdes conduisant ainsi à des polymères de poids moléculaires élevés incapables de traverser la paroi membranaire. La résistance de *E. coli* aux extraits aqueux de *Khaya senegalensis* peut ainsi découler de la formation de ces macromolécules par exposition à l'air.

## 5 CONCLUSION

L'action des extraits aqueux de *Khaya senegalensis* et *Boerhavia diffusa* démontre et confirme bien l'usage de ces deux plantes en médecine traditionnelle. Les activités antibactériennes constatées de ces deux plantes seraient liées aux composés tels que les stérols et composés phénoliques, les alcaloïdes, les quinones et les flavonoïdes. Cependant ces deux plantes présentent des pouvoirs antibactériens différents et cette différence d'activité qui est à l'avantage de *Boerhavia diffusa* serait due soit à la présence des tanins et flavonoïdes qu'elle renferme, soit aux méthodes de conservation et/ou d'extraction qui n'ont pas permis une concentration inhibitrice suffisante des composés chimiques contenus dans *Khaya senegalensis*. *Boerhavia diffusa* présente alors une activité antibactérienne plus importante que *Khaya senegalensis* et pourrait ainsi constituer une bonne source de médicament traditionnel à visée anti-infectieuse. Cependant pour y arriver, une étude sur un plus grand nombre de souches bactériennes (de culture ou provenant de malades) serait idéale également avec plusieurs types d'extraits.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le Chef du Service de Microbiologie du Laboratoire National de Santé Publique de Côte d'Ivoire ainsi que le personnel pour l'accueil et le soutien technique et logistique sans lesquels ce travail n'aurait pu aboutir.

## REFERENCES

- [1] Z.P. Nacoulma-Ouedraogo, J.O.G. Millogo-Rasolodimey, P. Van-Damme. «Contribution à la connaissance des plantes médicinales utilisées dans les soins infantiles en pays San, au Burkina Faso», *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 1, no.3, pp: 262-274, 2007.
- [2] F. Guédé-Guina, 1990. Extraction of mansonin from *Mansonia altissima* as cardiovascular agent (patent application). Ministère de la Recherche Scientifique, Côte d'Ivoire, 35p.
- [3] L. Aké-Assi, 2011. Abrégé de médecine et pharmacopée africaines: Quelques plantes employées traditionnellement dans la couverture des soins de santé primaire. *Nei-Ceda*, Abidjan, 157p.
- [4] H.D. Neuwinger. 1996. African ethnobotany: poisons and drugs: chemistry, pharmacology, toxicology. *African Ethnobotany*, Chapman & Hall, Medpharm; 1st edition, 941p.
- [5] OMS, 2002. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005 *World Health Organization - 2002 - apps.who.int*
- [6] D.G. Fowler. «Traditional fever remedies: a list of Zambian plants», *Kirkia*, Vol. 18 no. 19, pp: 35-48, 2006.
- [7] F. Guédé-Guina, J.D. N'guessan, M. Dinzedi, N. Guessend, A. Coulibaly, M. Dosso, A.J. Djaman. «Activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Thonningia sanguinea* contre les b-lactamases à spectre étendu (BLSE) productrices de souches d'*Escherichia coli* et de *Klebsiella pneumoniae*», *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, Vol. 6 no.3, pp: 779-783, 2007.
- [8] J.D. N'Guessan, A.P. Bidié, B.N. Lenta, B. Weniger, P. Andre, F. Guédé-Guina. «In vitro assays for bioactivity-guided isolation of anti-salmonella and antioxidant compounds in *Thonningia sanguinea* flowers», *African Journal of Biotechnology*, Vol. 6 no. 14, pp: 1685-1689, 2007.
- [9] F. Guédé-Guina, O.C. Okou, A.K.M. Kra, G.N. Zirihi, M. Dosso. «Activité antibactérienne des extraits de *mitracarpus scaber* sur la croissance in vitro des streptocoques», *B hemolytiques Journal of ethnopharmacol*, Vol. 14, no. 2, pp: 45- 53, 1997.
- [10] M. Muzila, 2006. *Boerhavia diffusa* L. [Internet] Record from PROTA4U. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), [ed. by Schmelzer, G. H. \Gurib-Fakim, A.]. Wageningen, Netherlands: PROTA. <http://www.prota4u.org/search.asp>
- [11] K. Konaté, M. Kiendrébéogo, M.B. Ouattara, A. Souza, A. Lamien-Meda, Y. Nongasida, N. Barro, J. Millogo-Rasolodimby, O.G.Nacoulma. «Antibacterial potential of aqueous acetone extracts from five medicinal plants used traditionally to treat Infectious Diseases in Burkina Faso», *Curr. Res. J. Biol. Sci.*, Vol. 3, no. 5, pp: 435 – 442, 2011.
- [12] C. De Souza, K. Koumagalo, M. Gbeassor. «Etude de l'activité antimicrobienne des extraits aqueux totaux de dix plantes médicinales», *Revue de Médecine et pharmacologie africaine*, Vol. 7, pp: 109 -115, 1995.
- [13] M.M. Cowan. «Plants products as antimicrobial agents», *Clinical Microbiology Reviews*, Vol. 12, pp: 564-582, 1999.
- [14] S.J.A. Kazmi, A.G. Mitchell. «Preservation of solubilised emulsion system. II. Theoretical development of capacity and its role in antimicrobial activity of chlorocresol in cetamacrogol-stabilised systems», *Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 6, pp: 1266-1271, 1978.
- [15] S. Faizi, N.R. Mughal, R.A. Khan, S.A. Khan, A. Ahmad, N. Bibi, S.A. Ahmad. «L'évaluation des propriétés antimicrobiennes de *Polyalthia longifolia* var *Pendula*: Isolement d'une lactone comme agent antimicrobien actif à partir de l'extrait éthanolique de la tige», *Recherche Phytothérapie*, Vol. 17, no. 1, pp: 1177-1181, 2003.
- [16] K. Damintoti, H.D. Mamoudou, J. Simporé, S. Yameogo, S. Sanon, S.A. Traoré. «Activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols extraits des plantes médicinales», *African Journal of Biotechnology*, Vol. 4, no. 8, pp: 823-828, 2003.
- [17] A.B. Djahra, O. Bordjiba & S. Benkherara. «Activité antibactérienne des flavonoïdes d'une plante médicinale spontanée *Marrubium vulgare* L. de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien)», *Rev. Sci. Technol.*, Vol. 24, pp: 29-37, (2012).
- [18] M. Archambaud. «Méthodes d'évaluation de l'activité des antibiotiques in vitro», *Laboratoire Bactériologie-Hygiène CHU Rangueil Toulouse*, Vol. 5, pp: 25-26, 2009.
- [19] M.P. Germano R. De Pasquale, L. Lauk, E.M. Galati, A. Keita, R. Sanogo. «Antiulcer activity of *Veronica kotschyana* Sch Bip», *Phytomedicine*, Vol. 2, no. 3, pp: 229- 233, 1996.
- [20] A. Loss, M.H. Mohammed, R. Dhanabalan. «Antibacterial activity of tannins from the leaves of *Solanum trilobatum* L.», *indian journal of science and technology*, Vol. 2, pp: 41-43, 2009.
- [21] D. Zang, Y. Hamauru. «Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of grebe. Red and yellow bell pepper», *Journal of Food, Agriculture and Environment*, Vol. 2, pp: 22-27, 2003.