

Plante médicinale sénégalaise : dosage des compositions nutritionnelles et caractérisation des phytochimiques de *Borreria verticillata*.

Dougoutigui TANGARA^(1,2), Amadou DIOP¹, Harouna TIRERA¹, Benoît Yaranga KOUMARE², Mohamed El Bechir NACO², Djibril FALL¹, Serigne Omar SARR¹, Yérém Mbagnick DIOP¹

¹ Laboratoire de Chimie Analytique et Bromatologie, Université Cheikh Anta DIOP (UCAD), B.P. 5005, Dakar, Sénégal.

² Laboratoire de Chimie Analytique et Bromatologie, Faculté de Pharmacie, Université des Sciences Techniques et Techniques, B.P.1805, Bamako, Mali.

*Auteur correspondant, Email : jobangara@yahoo.fr (+223 66 83 13 40/ +221 78 533 56 59)

Submitted on 22rd March 2022. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th April 2022
<https://doi.org/10.35759/JABs.172.2>

RÉSUMÉ

Objectifs : Le but de cette étude était de contribuer à la valorisation du potentiel thérapeutique de *Borreria verticillata*, une plante médicinale sénégalaise par la détermination de sa composition nutritionnelle et la caractérisation des groupes phytochimiques (flavonoïdes, alcaloïdes et tanins) de la poudre de la plante entière (racine, tige, feuille, fleurs).

Méthodologie et résultats : la teneur des éléments minéraux a été déterminée par la Spectrométrie d'Absorption Atomique de flamme « SAA ». La méthode AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990) a été utilisée. L'analyse des résultats a montré que globalement notre échantillon de *Borreria verticillata* avait une teneur de 55,6 mg/100g en calcium, 32,27 mg/100g en sodium, 27,59 mg/100g en Magnésium, 19,62 mg/100g en Fer et 1,12 mg/100g en Zinc. Les réactions d'identifications des composés phytochimiques étaient positives pour les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins.

Conclusion et applications des résultats : Cette étude a permis de montrer que notre échantillon de *Borreria verticillata* avait des compositions phytochimiques (flavonoïdes, alcaloïdes et tanins) et des concentrations nutritionnelles des éléments minéraux (calcium, sodium, Magnésium, Fer, Zinc). Ce qui pourrait donc justifier son utilisation en médecine traditionnelle sénégalaise. Il serait nécessaire de poursuivre ce travail en vue de l'identification des substances responsables des activités observées par les utilisateurs en médecine traditionnelle sénégalaise notamment en dans les carences en fer, en calcium.

En se basant sur les résultats obtenus, *Borreria verticillata* peut-être utiliser et recommander comme antioxydant, antibactérien (forte présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes), et complément nutritionnel (teneurs considérables en (zinc, fer, magnésium, sodium et le calcium).

Mots clés : Éléments minéraux, identification phytochimiques, *Borreria verticillata*.

Senegalese medicinal plant: dosage of nutritional compositions and characterization of phytochemicals of *Borreria verticillata*

ABSTRACT

Objective: To contribute to the enhancement of the therapeutic potential of Senegalese medicinal plants by determining the nutritional composition and characterizing the phytochemical groups (flavonoids, alkaloids and tannins) of the powder of the whole plant (root, stem, leaf, Flower) of *Borreria verticillata*.

Methodology and results: Determination of the mineral elements was done by spectrophotometry (Flame Atomic Absorption Spectrometry "SAA"). The AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990) method was used. The analysis of the results showed that overall our sample of *Borreria verticillata* had a calcium content = 55.6 mg / 100g, sodium = 32.27 mg / 100g, Magnesium = 27.59 mg / 100g, Iron 19, 62 mg / 100g, Zinc = 1.12 mg / 100g and the phytochemical identification reactions were positive for alkaloids, flavonoids and tannins.

Conclusion and applications of results: This study made it possible to show that our sample of *Borreria verticillata* had phytochemical compositions (flavonoids, alkaloids and tannins) and nutritional concentrations of mineral elements (calcium, sodium, Magnesium, Iron, and Zinc). This could therefore justify its use in traditional Senegalese medicine. It would be necessary to continue this work with a view to identifying the substances responsible for the activities observed by users in traditional Senegalese medicine. Based on the results obtained, *Borreria verticillata* can be used and recommended as an antioxidant, antibacterial (strong presence of alkaloids, flavonoids), and nutritional supplement (considerable contents of (zinc, iron, magnesium, sodium and calcium)

Keywords: Mineral elements, phytochemical identification, *Borreria verticillata*.

INTRODUCTION

Borreria verticillata est une plante annuelle ou vivace grimpante et indigène des Amériques du Sud. Cette plante est largement dispersée de façon irrégulièrement dans le Pacifique, l'Afrique, l'Australie et l'Asie. Ses tiges tentaculaires, atteignant 110 cm ou plus, glabres ou presque sont généralement droites et simples ou finement ramifiées. Ses tiges tétragones sont souvent abondamment ramifiées à partir de la base et peuvent atteindre 40 cm de haut. *Borreria verticillata* est très résistant et peut donc pousser sur un certain nombre de types de terres, mais nécessite fréquemment une certaine intrusion pour s'établir. Elle forme des touffes larges et grosses qui peuvent menacer les autres plantes aux alentours. *B. verticillata* est principalement considérée comme une mauvaise herbe majeure pour la plupart des cultures et des légumes. Par exemple dans les pays d'Amérique du Sud, elle crée un grand défi contre la croissance et le rendement du

manioc, des carottes, du riz, du maïs, de la canne à sucre et des légumes (Mascarenhas *et al.*, 1999 ; Pierre, 2016). En Afrique, les plantes médicinales sont largement utilisées en médecine traditionnelle. L'OMS estime qu'environ 80% des populations vivant dans les pays en développement font recours à cette médecine traditionnelle pour leurs besoins en soins de santé primaires (Koumaré, 1989). Le manque de médicaments essentiels, l'insuffisance des soins de santé, le coût élevé des médicaments et les habitudes socioculturelles des populations expliquent le recours aux pratiques traditionnelles à base de plantes médicinales (Sanogo, 2006). Dans les pays africains, avec l'émergence de la culture occidentale, on assiste à une acculturation progressive. Ce phénomène est à l'origine d'une perte rapide des connaissances traditionnelles, alors que la préservation de celles-ci est une nécessité absolue à l'instar des pays occidentaux (Ake-Assi, 2011). Les

connaissances des vertus médicinales des plantes font parties du patrimoine culturel mondial. C'est ainsi que l'observation des propriétés thérapeutiques de certaines plantes fût à la base des pharmacopées (africaine, française, américaine, britannique) (Lehmann, (2013). Donc, il faut accorder à la médecine traditionnelle « le respect et la place qu'elle mérite » comme déclare Sambo (Pousset, 2006). Ceci passe par une valorisation des

plantes médicinales utilisées dans cette médecine non conventionnelle. C'est dans cet ordre d'idée qu'il a été initié ce travail de recherche sur le *Borreria verticillata* (Rubiaceae), une plante très répandue dans la zone tropicale Ouest africaine et américaine. L'objectif principal est de mettre en évidence la composition en éléments minéraux et les familles chimiques présentes.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Matériel végétal : Le matériel végétal était constitué par la plante entière (feuilles, tiges, racines, fleurs) (**Figure 1**). L'échantillon a été récolté en février 2020 dans la commune de Keur Massar à l'est de Dakar. L'identification de la plante a été faite au Laboratoire de Pharmacognosie et Botanique du département de Pharmacie de l'Université Cheikh Anta

Diop. L'échantillon a été séché à l'ombre, à la température ambiante (25°C) dans l'enceinte du Laboratoire de Chimie Analytique et Bromatologie de Dakar. Après séchage, un broyeur électrique de marque AGREX a été utilisé. La poudre obtenue a été conditionnée et conservée dans un sachet propre pour des analyses.



Figure 1 : *Borreria verticillata* (a) plante fleurie, b) plante entière après séchage, (c) poudre après broyage

Dosage des éléments minéraux : Les minéraux tels que le calcium, sodium, Magnésium, Fer, Zinc ont été dosés par un spectrophotomètre d'Absorption Atomique (SAA) de flamme (ICE 3300 FL AA System, Thermo Scientific, China). Les teneurs en minéraux ont été déterminées selon la méthode AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990).

Préparation des échantillons : Une quantité de 1g d'échantillon dans un creuset a été placée à l'étuve à 100°C. La poudre est ensuite calcinée au four à 550°C pendant deux heures en chauffant graduellement à partir de 200°C. Un volume de 4ml d'acide nitrique concentré dilué au ½ est ajouté aux cendres et évaporé à sec sur une plaque chauffante à 100°C. Les cendres sont calcinées de nouveau à 550°C pendant une heure et laissées refroidir au

dessiccateur. Elles sont reprises dans 10ml d'acide chlorhydrique dilué au 1/2, puis filtrer dans un tube de dilution standard de 50ml. Le papier filtre est lavé avec plusieurs portions d'eau distillée, et la solution est complétée et bien homogénéiser.

Préparations des standards : Une gamme d'étalonnage est réalisée en parallèle en utilisant les solutions mères de 1000 ppm. Des solutions filles à des concentrations de 0,5 à 5ppm ont été préparées avec des dilutions adéquates avec de l'eau distillée ou de l'acide nitrique 0,1 N.

Mesures : La Lecture des échantillons a été faite à 37°C aux longueurs d'ondes suivantes : sodium à 589,1nm, calcium à 422,8nm, magnésium à 285,3nm, fer à 248,5nm, zinc à 213,9nm.

Expression des résultats : La teneur en composé minéraux est calculée à partir de l'expression ci-dessous et exprimée en mg/100g d'extrait.

$$\text{Teneur en mg/100g} = \frac{C \times 50 \times 100}{PE \times 1000}$$

C : Concentration de l'élément à doser en mg/l lue au SAA ; PE : Prise d'essai en g ;

Caractérisation des alcaloïdes

Extraction des alcaloïdes : 5 g de poudre de *Borreria verticillata* sont mélangés à 50 ml de chloroforme en présence de quelques gouttes de NaOH. Le mélange est porté à ébullition pendant 15 minutes puis filtré après refroidissement pour obtenir l'extrait chloroformique. Ensuite 15 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 10% sont ajoutés à l'extrait obtenu puis agités. La phase chloroformique est récupérée par décantation et la phase aqueuse est ensuite évaporée à sec.

Caractérisation : Environ 1ml de l'extrait aqueux sulfurique obtenu précédemment est mis dans trois tubes à hémolyse, puis 2 à 3 goûtes des réactifs ci-dessous ont été ajoutées :

- **Méthode 1 :** Réactif de Draggendorf « iodo-bismuthite de potassium » dans le 1^{er} tube hémolyse ;

- **Méthode 2 :** Réactif de Valser Mayer « iodo-mercurate de potassium » dans le 2^{ème} tube hémolyse ;

On observe la formation de précipités (Djemilath, 2012).

Caractérisation des flavonoïdes

Extraction : 10 g de poudre de *Borreria verticillata* sont portés à ébullition dans 150 ml d'éthanol à reflux en présence de 1 g de carbonate de calcium : maintenir l'ébullition durant 30 minutes. Filtrer à chaud et laisser refroidir.

Caractérisation : Trois méthodes ont été utilisées (Djemilath, 2012).

- En milieu alcalin : Introduire 2 ml de l'extrait obtenu, puis ajouter quelques ml d'une solution de soude au 1/10, on note une coloration orangée.

- Avec le perchlorure de fer : A 2 ml de l'extrait obtenu, ajouter 2 à 3 gouttes de la solution diluée de FeCl₃. Observer la coloration verdâtre ou noirâtre.

- Réaction à la cyanidine : Introduire dans un tube à essai environ 2 ml de l'extrait obtenu, ajouter 2 ml d'alcool chlorhydrique (alcool 96°, eau, HCl concentré : 2v, 2v, 1v). Ajouter quelques fragments de zinc ; une coloration rose puis rouge se développe lentement en présence des flavonoïdes (réaction exothermique).

Caractérisation des tanins

Extraction : 50 ml d'eau bouillante sont versés dans 5 g de poudre (de la plante entière) et le mélange obtenu est infusé pendant 30 minutes avant l'opération de filtration.

Caractérisation : A 5 ml de filtrat, sont ajoutés 2 à 3 gouttes de la solution de chlorure ferrique (FeCl₃) à 2%, puis agiter. Il se développe une coloration brun-vert en présence des tanins.

Différenciation : 8 ml de filtrat sont mélangés avec 4 ml du réactif de Stiasny, après chauffage à ébullition au bain marie pendant 30 minutes, la présence de précipité atteste de

la présence des tanins condensés. Ensuite, la solution est filtrée pour récupérer le surnageant. 1 ml du filtrat est saturé par de l'acétate de sodium puis on ajoute quelques gouttes de la solution de chlorure ferrique à

2%. L'apparition d'une coloration bleu noir indique la présence de tanins hydrolysables, non précités par le réactif de Stiasny (Djemilath, 2012).

RESULTATS

Teneurs en éléments minéraux : Les teneurs en éléments minéraux sont représentées dans la **Figure 2**. Les valeurs obtenues sont les

moyennes de trois répétitions. Elles sont exprimées en mg/100g.

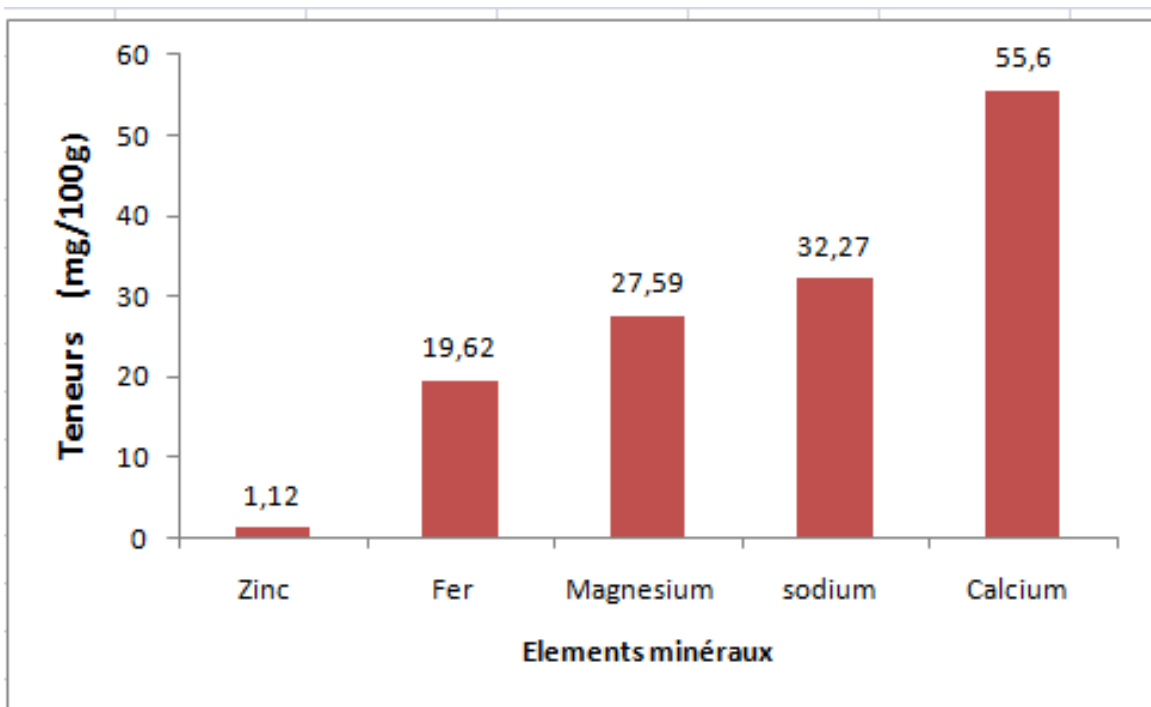


Figure 2 : Teneurs en éléments minéraux de la poudre de *Borreria verticillata*

Des teneurs variantes entre 1,12 et 55,6 mg/100g ont été retrouvées dans l'échantillon de poudre de *Borreria verticillata*. Le zinc a présenté la plus faible teneur tandis que le calcium a enregistré la teneur la plus élevée.

Caractérisations phytochimiques : Les résultats des tests phytochimiques sont présentés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Groupes phytochimiques retrouvés dans la poudre de *Borreria verticillata*

Groupes chimiques	Réactifs	Résultats
Alcaloïdes	Réactif de Dragendorff	Présence (++)
	Réactif de Mayer	Présence (++)
Flavonoïdes	Solution de Soude	Présence (++)
	Perchlorure ferrique	Présence (++)
	Réactif de Cyanidine	Présence (++)
Tanins (caractérisation générale)	Chlorure ferrique	Présence (++)
Tanins condensés	Réactif de Stiasny	Présence (++)
Tanins hydrolysables	Acétate de sodium + chlorure ferrique	Présence (++)

++ : Fortement positive

Caractérisation des alcaloïdes : Une couleur rouge-orangée signifiant la présence d'alcaloïdes a été obtenue après addition du réactif de Dragendorff « iodo-bismuthite de potassium » à l'extrait obtenu par décoction de poudre de *Borreria verticillata*. La caractérisation des alcaloïdes avec le réactif de valser Mayer « iodo-mercurate de potassium » a donné des précipités blanc jaune témoignant de la présence d'alcaloïdes.

Caractérisation des flavonoïdes : Des réactions positives ont été obtenues après addition de soude décinormale, de perchlorure de fer et d'acide chlorhydrique plus zinc. Des

colorations orangées, noire verdâtre et rose rouge ont été observées respectivement.

Caractérisation des tanins : L'addition de la solution de chlorure ferrique a entraîné le développement d'une coloration brun-vert montrant la présence des tanins. Par ailleurs, un précipité et une coloration bleu-noirâtre ont été obtenus après addition du réactif de Stiasny (formaldéhyde chlorhydrique) et d'une solution de chlorure ferrique à 2%, respectivement. Ainsi, dans l'extrait se trouvent non seulement des tanins condensés mais aussi des tanins hydrolysables.

DISCUSSION

La caractérisation phytochimique de *Borreria verticillata* a permis de mettre en évidence la présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes et de tanins. La présence de ces familles chimiques a été rapportée par Djemilath (2012). Tedajo (1996) avait aussi mis en évidence la présence de flavonoïdes et de tanins. Ce dernier, par contre, n'avait pas caractérisé la présence d'alcaloïdes dans son échantillon. La présence de ces composés permettrait d'expliquer certaines propriétés thérapeutiques du *Borreria verticillata*. En effet, des études ont rapporté que les alcaloïdes présentent des propriétés antibactériennes (sur le *Staphylococcus aureus* surtout le tartrate de borreverine), des propriétés analgésiques et

antispasmodiques. Les alcaloïdes sont aussi réputés avoir un pouvoir antimicrobien (Maynard, 1980). Les flavonoïdes possèdent également diverses activités (antibactérienne, antifongique, antioxydante), qui justifient leur utilisation dans le traitement des maladies de la peau et des infections bactériennes multiples (Djemilath, 2012). Les tanins sont doués de propriétés hémostatique, anti-inflammatoire, antibiotique expliquant l'utilisation traditionnelle de *Borreria verticillata* dans le traitement des plaies surinfectées par Tedajo (1996). L'analyse de la composition minérale a révélé la présence du zinc, du fer, du magnésium, du sodium et du calcium à des concentrations de 1,12 ; 19,62 ; 27,59 ; 32,27

et 55,6 mg/100g, respectivement. Les teneurs en calcium et magnésium sont supérieures à celles rapportés par Djemilath (2012) qui étaient 25 et 7,46 mg/100g, respectivement. Cette différence pourrait être due au fait que cet auteur a travaillé sur la partie aérienne du *Borreria verticillata*. Elle peut être aussi expliquée par la différence des sols et des périodes de récolte. En effet, certains éléments minéraux sont nécessaires à la plante ; l'azote, le phosphore et le potassium font partie des éléments dits majeurs (dont la plante a besoin en grande quantité). De même, le calcium et le magnésium font partie des éléments minéraux essentiels à la croissance de la plante. Les teneurs en éléments minéraux des plantes sont fonction des conditions climatiques et géologiques, de la partie de la plante récoltée, et des techniques de transformation (SNHF, 2020). Une autre étude réalisée par Avila *et al.* (2018) sur une autre plante (*Genipa americana* L. (Rubiaceae)) de la même famille que *Borreria verticillata* avait pour la plupart trouvé des concentrations plus faibles pour les mêmes éléments minéraux déterminés. Une concentration en calcium égale à 33,25 mg/100g qui était inférieure à notre concentration de calcium obtenue (55,6 mg/100g). Le calcium (Ca), dont la principale fonction biologique dans la plante est liée à sa capacité de coordination, pour former des liaisons intermoléculaires réversibles (Monge *et al.*, 1994). Cet élément participe à l'allongement, à la division cellulaire et à la structure de la paroi cellulaire (Cooman *et al.*, 2005). Le calcium, dans le corps humain, représente 1,5 à 2,0 % du poids corporel (tissu osseux, dents et sang). Il est le cinquième élément le plus abondant dans le corps humain (Marques, 2008). Sa carence peut conduire à des maladies telles que l'ostéoporose à un âge avancé (Nogueira, 2008). Une concentration en sodium égale à 0,67 mg/100g qui était aussi inférieure à notre concentration de sodium obtenue (32,27 mg/100g). Le sodium (Na) dans la plante, a pour fonction principale de

remplacer le potassium dans les fonctions métaboliques et osmotiques. Mais dans certaines espèces végétales, le sodium est considéré comme un élément essentiel. Cependant, pour la plupart de ces espèces, il est toxique à fortes concentrations (Fernandes, 2006). Pour Tortara et Derrickson (2017) dans le corps humain, le sodium est nécessaire à la conduction des potentiels d'action nerveux et musculaire. À propos de l'apport en sodium chez les adultes, l'OMS (2013) recommande qu'elle soit de 2 mg/jour (équivalent à 5 mg de sel/jour). Une concentration en magnésium égale 7,05 mg/100g qui était également inférieure à notre concentration de Magnésium (27,59 mg/100g). Dans la plante, le magnésium (Mg) joue le rôle d'atome central de la structure moléculaire de la chlorophylle qu'on parle « chlorophylle magnésienne » La chlorophylle permet la photosynthèse, c'est-à-dire la production d'oxygène par le biais de l'eau et du soleil (Ross, 2004). Cependant, le magnésium dans le corps humain joue le rôle de cofacteur dans plus de trois cents enzymes intracellulaires. Il est le quatrième cation le plus abondant dans le corps humain (Tresguerres *et al.*, 2005). L'étude de Gabarra (2006) indique que le l'apport quotidien recommandé en Mg est de 300 mg/jour. Une concentration en fer égale à 3,68 mg/100g qui était inférieure à notre concentration de Fer (19,62 mg/100g). Le fer dans la plante joue un rôle clé dans l'activation des enzymes, il participe également aux réactions d'oxydoréduction (Fernandes, 2006). Dans le corps humain, le fer est nécessaire à la production d'hémoglobine, il est également un composant de nombreux enzymes. Sa carence est la principale cause d'anémie dans le monde (García, 2002). Les niveaux de fer recommandés par jour selon la FAO (2002) sont de 10 mg/jour pour les hommes adultes et 18 mg/jour pour les femmes adultes. Une concentration en Zinc égale à 3,94 mg/100g qui était cette fois ci supérieure à notre concentration en Zinc (1,12 mg/100g). La

fonction du zinc (Zn) dans la plante, selon Fernandes (2006), est d'agir comme cofacteur enzymatique, régulateur pour la stabilisation de la structure de la protéine. Le zinc aide le corps à avoir un développement et une croissance normale. Il participe au maintien de

l'efficacité du système immunitaire (Maury et al., 2010). Murray (2014) indique que l'apport en zinc chez les hommes et les femmes adultes est de 11 mg/jour et de 8 mg/jour, respectivement.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Ce travail montre l'importance nutritionnelle de la plante médicinale de *Borreria verticillata* encore peu pris en compte sur le marché avec une teneur considérable en éléments minéraux. Ces éléments minéraux déterminés sont essentiels pour maintenir la santé humaine. Le continent africain est doté d'une biodiversité végétale immense, qui reste à découvrir. Une grande partie de cette flore est constituée par des espèces médicinales. L'étude des plantes médicinales est une étape incontournable pour la valorisation de la médecine traditionnelle africaine qui regorge d'énormes potentialités. Elle peut faciliter la reconnaissance internationale des médicaments traditionnels et leur libre circulation tout en permettant d'élaborer les meilleures stratégies de préservation des espèces utilisées par les guérisseurs, afin de garantir la sécurité des consommateurs et la survie de l'écosystème.

Le présent travail avait pour objectif de contribuer à la valorisation du potentiel thérapeutique des plantes médicinales sénégalaises en vue de promouvoir la médecine traditionnelle locale. *Borreria verticillata*, plante herbacée de la famille des Rubiaceae a été choisie à cet effet sur la base de résultats d'enquêtes ethnobotaniques. L'analyse d'extraits de poudre de cette plante a révélé la forte présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes, de tanins et d'éléments minéraux tels que le zinc, le fer, le magnésium, le sodium et le calcium qui étaient des éléments minéraux les plus abondants. En se basant sur les résultats obtenus, *Borreria verticillata* peut-être utiliser et recommander comme antioxydant, antibactérien (forte présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes), et complément nutritionnel (teneurs considérables en (zinc, fer, magnésium, sodium et le calcium).

RÉFÉRENCES

- Ake-Assi L. (2011). Abrégé de médecine et pharmacopée africaines : Quelques plantes employées traditionnellement dans la couverture des besoins de santé primaire. Edition NEI-CEDA. SIPPI : Abidjan,
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 15th Edition. Washington, DC, USA, 684p.
- Avila, OV, Fernández, IM, da Costa, HNR, dos Santos, RC, Ribeiro, PRE, Melo, VF, ... & de Melho Filho, AA (2018). Disponibilité des phytométaux, évaluation de l'activité antioxydante et des composés phénoliques totaux de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) Fruits. *Journal des sciences agricoles*, 10 (5). Vol. 10, No. 5 ; 2018 ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760
- Baldé, AM, Pieters, LA, Gergely, A., Wray, V., Claeys, M., & Vlietinck, AJ (1991). Spermacoceine, un alcaloïde bis-indole de *Borreria verticillata*. *Phytochimie*, 30 (3), 997-1000.
- Barouki R. (2006). Ageing free radicals and cellular stress. *Med. Sci.*, 22(3) ,266-272.
- Bassene E. (2012). Initiation à la recherche sur les substances naturelles : Extraction -

- Analyse - Essais Biologiques. Presses Universitaires de Dakar, ISBN : 2-913184-74-X ; 150p
- Benjamin, T. V. (1979). Investigation of *Borreria verticillata*, an antieczematic plant of Nigeria. *Quarterly Journal of Crude Drug Research*, 17(3-4), 135-136.
- Cooman, A., Torres, C., & Fischer, G. (2005). Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta. II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. *Agronomía colombiana*, 23(1), 74-82.
- Dessein S., Huuysmans S., Robrecht E., Smets E. (2002). Pollen d'espèces africaines de Spermacoe (Rubiaceae). Morphologie et aspects évolutifs. *Grana*, 41 : 69-89.
- Djemilath S. (2012). Monographie de *Borreria verticillata* (G.F.W. Mey, Rubiaceae) au Sénégal. *Thèse de pharmacie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar*, N° 66.
- Enda. (1998) : *Borreria verticillata* L. Rubiaceae-fiche N°4
- Fernandes, M. S. (2006). *Nutrição mineral de plantas* (No. 04 ; QK867, N8.).
- Fortin D., Maynard G. (1990). Plantes médicinales du sahel, édition CECI, p.280.
- Gabarra, A. G. (2006). Ingesta de Nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (1^a Parte). *Nutrición Hospitalaria*, 21(3), 291-299.
- Koumare M. (1989). Expérience de la médecine traditionnelle dans les pays de la sous-région africaine de l'OMS. Première rencontre des centres collaborateurs OMS de médecine traditionnelle de la sous-région africaine à Niamey. Bureau régional OMS.Brazaville.
- Lehmann, H. (2013). *Le médicament à base de plantes en Europe : statut, enregistrement, contrôles (Doctoral dissertation, Université de Strasbourg)*.
- Marques, L. G. (2008). Liofilização de frutas tropicais (Doctoral dissertation, University Federal of São Carlos, Brazil).
- Mascarenhas, R. E. B., Modesto Júnior, M. D. S., Dutra, S., Souza Filho, A. D. S., & Teixeira Neto, J. F. (1999). Weeds of a low yield pasture area in the northeast of Pará State. *Planta Daninha*, 17(3), 399-418.
- Mauray, E., Mattei, A., Perozo, K., Bravo, A., Martínez, E., & Vizcarra, M. (2010). Niveles Plasmáticos de Hierro, Cobre y Zinc em escolares Barí. *Pediatr*, 37(2), 112-117.
- Maynard G. (1980) : Contribution à l'étude d'une plante spontanée sénégalaise en médecine traditionnelle : *Borreria verticillata*. *Thèse de Doctorat en pharmacie Dakar N°31*.
- Maynard G., Pousset J.L, Mboup S., Denis F. (1980). Activité antibactérienne du borreverine, un alcaloïde isolé de *Borreria verticillata* (Rubiaceae) C.R Seances Soc Biol Fil. 174 : 925-928.
- Monge, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A., & Montañés, L. (1994). El calcio nutriente para las plantas Bitter pit en manzano. *An. Estac. Exp. Aula Dei, Zaragoza*, 21(3), 189-201. Mors, W. B., Rizzini, C. T., Pereira, N. A., & De Filippis, R. A. (2000). *A Medicinal Plants of Brazil*. Michigan : Algonac.
- Moreira VF., Oliveira R.R, Mathias L., Braz-Filho R., et Curcino Vieira, I.J. (2010). Nouveaux constituants chimiques de *Borreria verticillata* (Rubiaceae). *Helvetica Chimica Acta*, 93 (9), 1751-1757.
- Murray, R. K. (2014). *Bioquímica ilustrada de Harper* (29th ed.). Porto Alègre : Artmed

- Niass O., Diop A., Thiam K., Géye R., Madani M., Sarr S.O., et Diop, Y. M. (2017). Determination of Total Polyphenols and Antioxidant Activity of Leaf and Bark Extracts of *Combretum glutinosum*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, <https://www.ijsr.net/archive/v6i7/v6i7.php>, 6(7) : 1075-1079.
- PIERRE, (2016) Pacific Island Ecosystems at RiskHEAR, University of Hawaii, Honolulu, USA (2016)
- Pousset, J. L. (2006). Place des médicaments traditionnels en Afrique. *méd. Trop*, 66, 606-609.
- Sainty D., Bailleul F., Delaveau P., et Jacquemin H. (1981). Iridoids of *Borreria verticillata*. *Planta Med*, 42(3), 260-264.
- Sarr S.O., Fall A.D., Gueye R., Diop A., Diatta K., Diop N., et Diop Y. M. (2015). Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenacea). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1263-1269.
- Société Nationale d'Horticulture de France (SNHF). (2020). Jardiner Autrement : Les éléments nutritifs des plantes. Disponible sur : <https://www.jardiner-autrement.fr/elements-nutritifs-plantes>. Consulté le 16/07/2020 à 16H 30 mn.
- Sofowora A. (1996) : Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique, édition Paris, KARTHALA-378p.
- Tedajo G.M. (1996) : Pommade a base du beurre de karité et deux plantes médicinales : *Borreria verticillata* et *Mitracarpus scaber*. *Thèse doctorat en pharmacie Dakar N°19*
- Tortara, G. J., & Derrickson, B. (2017). *Corpo Humano : Fundamentos de Anatomia e Fisiologia* (10th ed.). Porto Alègre : Artmed
- Tresguerres, J. A. F., Lugo, E. A. B. D., Cachofeiro, M. V., & Cardinali, D. (2005). *Fisiología Humana (3rd ed.)*. Lisboa : Mc Graw Hill Interamericana.
- Vieira, IJ, Mathias, L., Braz-Filho, R. et Schripsema, J. (1999). Iridoïdes de *Borreria verticillata*. *Lettres organiques*, 1 (8), 1169-1171.
- WHO (World Health Organization). (2013). Retrieved from http://www.apps.who.int/iris/bitstream/10665/85226/1/WHO_NMH_NHD_13.1_spa.pdf?ua=1&ua=1