

La composition phytochimique et l'activité antioxydante de *Anogeissus leiocarpus*. (DC.) Guill. et Perr.

Bintou DEMBELE^{1*}, Babacar DIOP¹, Nah TRAORE¹, Drissa DIALLO² et Amadou DICKO³

¹ Facultés des Sciences et Techniques (FST), Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Laboratoire de Chimie Organique et Substances Naturelles, Bamako, Mali

² Faculté de Pharmacie, Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Bamako, Mali

³ Université de LORRAINE METZ, Laboratoire de Chimie et de l'Environnement, France

* Correspondance, courriel : bdembele32@yahoo.fr

Résumé

Les analyses qualitatives et quantitatives des composés phénoliques *Anogeissus (A) leiocarpus* (DC.) ont été effectuées par HPLC et spectroscopie UV-Visible. L'activité antioxydante a été déterminée par le test à l'ABTS et au DPPH. Les teneurs en polyphénols totaux varient de 301 à 486 mgEAG / 100 g de matière sèche (MS). Les teneurs en flavonoïdes totaux et tanins totaux varient respectivement de 3196 à 4176 mgECt / 100 g (MS) et de 78 à 149 mgECt / 100 g (MS). Les concentrations en anthocyanines totaux varient de 19 à 756 mg ECg / 100 g (MS). Le potentiel antioxydant varie de 71 à 268 mgVCE / 100 g (MS). L'analyse HPLC a mis en évidence la présence de trois flavonoïdes, la rutine, la quercétine et l'apigénine, l'acide gallique et l'acide chlorogénique, qui sont tous reconnus comme étant des composés bioactifs. La présence de ces composés et un haut potentiel antioxydant expliquent les propriétés médicinales de la plante.

Mots-clés : *composés polyphénoliques, potentiel antioxydant, Anogeissus leiocarpus* (DC.).

Abstract

Phytochemical composition and antioxidant activity of *Anogeissus leiocarpus*. (DC.) Guill. et Perr.

The qualitative and quantitative analyzes of the phenolic compounds *Anogeissus (A) leiocarpus* (DC) were carried out by HPLC and UV-Visible spectroscopy. The antioxidant activity was determined by the ABTS and DPPH test. The total polyphenol contents range from 301 to 486 mgEAG / 100 g dry matter (DM). Total flavonoid and total tannin contents range from 3196 to 4176 mgECt / 100 g (DM) and from 78 to 149 mgECt / 100 g (DM), respectively. Total anthocyanin concentrations range from 19 to 756 mg ECg / 100 g (DM). The antioxidant potential varies from 71 to 268 mgVCE / 100 g (MS). HPLC analysis reveals the presence of three flavonoids, rutin, quercetin and apigenin, gallic acid and chlorogenic acid, all of which are recognized as bioactive compounds. The presence of these compounds and a high antioxidant potential explain the medicinal properties of the plant.

Keywords : *phenolic compounds, antioxidant potential, Anogeissus leiocarpus* (DC.).

1. Introduction

Anogeissus leiocarpus Guill. et Perr. (Synonyme : *Anogeissus schimperi* Hochst. ex Hutch et Dalziel) (Combretaceae) est également désigné sous le nom vernaculaire de bouleau d'Afrique. Il s'agit d'un arbre commun des forêts de savanes de l'Afrique de l'ouest [1, 2]. Il peut atteindre 15 m de haut, possède des épines droites de 1-3 cm, terminant de courts rameaux. Ces derniers portent des feuilles blanchâtres, de petite taille (2-3 cm de long sur 10-15 mm de large), au limbe parcouru de 4-5 nervures, ceux à la pointe acuminée. Cette espèce possède de petites fleurs odorantes, réunies en panicule terminal. Le fruit se présente sous forme de petite capsule sphérique, de 5 mm de diamètre. Au Mali, *Anogeissus leiocarpus* affectionne les sols frais et riches des savanes claires en zone soudanienne et soudano-guinéenne, peut former en conditions favorables des forêts claires presque pures [3]. Au Mali, la décoction des feuilles et des écorces de tronc de *Anogeissus leiocarpus* sont utilisés pour le traitement du paludisme, la cicatrisation et la constipation [4, 5]. La décoction et la macération de l'écorce de tige traitent les infections sexuellement transmissibles [6]. Au Nigéria, *Anogeissus leiocarpus* a de nombreuses applications dans la médecine traditionnelle. La décoction et la macération de l'écorce de tige sont utilisées contre l'anorexie, la constipation, le paludisme, la jaunisse, la fatigue, les démangeaisons, les blessures, les furoncles, l'helminthiase, la schistosomiase, la lèpre, la diarrhée, la dysenterie amibienne [7, 8], la trypanosomiase [9], la toux et la tuberculose [10, 11]. L'écorce et la gomme sont utilisées pour le traitement des caries dentaires et des maux de dents [12]. Au Togo, *Anogeissus leiocarpus* est utilisé en médecine traditionnelle pour le traitement des infections de l'estomac [13]. Vue les différents usages de la plante selon le milieu, notre étude se porte sur :

- L'identification des constituants chimiques, dans les différents extraits de *A. leiocarpus* (feuilles, écorces de tronc et de racines) ;
- l'évaluation de l'activité antioxydante de ces constituants chimiques qui pourraient expliquer l'utilisation de la plante dans la médecine traditionnelle.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériels

2-1-1. Appareillage

Un spectrophotomètre UV-Visible (UV CARY SCAN 50) est utilisé pour les analyses. L'appareil de chromatographie liquide à haute performance (HPLC) est muni d'un détecteur placé à la sortie de la colonne (C18 ODS 5 μ m 150 mm X 4,6 mm) et couplé à un enregistreur permettant d'obtenir un chromatogramme. Une pompe munie d'un système de gradient permet d'effectuer une programmation de la nature du solvant.

2-1-2. Produits chimiques

Les produits utilisés sont : Folin-Ciocalteu, l'acide gallique, l'acide protocatéchique, l'acide chlorogénique, l'acide caféique, la lawsonie, la rutine, l'apigénine, la quercétine, le kaempferol. Les radicaux libres tels que l'ABTS [sel d'ammonium de l'acide 2, 2'-azino-bis-(3-éthylbenzothiazoline-6- sulfonique)] et le DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Ces produits ont été fournis par les sociétés SIGMA-Aldrich (France) et Across organics (Belgique).

2-1-3. Matière végétale

La collecte des échantillons (feuilles, écorces de troncs et de racines) de *A. leiocarpus*, a été réalisée à Kayes (Mali). La plante a été identifiée au département de médecine traditionnelle (DMT) sous le numéro (0376). Les échantillons ont été séchés séparément à l'ombre et à température ambiante du laboratoire des Substances Naturelles de la FST. Après séchage, les échantillons sont pilés et tamisés jusqu'à l'obtention d'une poudre fine à l'aide d'un mortier traditionnel.

2-2. Méthodes

2-2-1. Préparation des extraits

Les composés phénoliques ont été extraits par la méthode de [14] légèrement modifiée. A 5 g de poudre végétale sont ajoutés 2 fois 20 mL d'une solution hydrométhanolique 50 / 50 (V / V) pour la Spectroscopie UV- Visible et la HPLC. Les mélanges sont mis en agitation pendant 6 heures, puis filtrés à travers une membrane millipore de 0,45 µm. Les filtrats recueillis sont centrifugés à l'aide d'une centrifugeuse de $1532 \times g$ pendant 20 mn. Les filtrats obtenus sont gardés au frais (+ 4°C) dans des petits flacons en attente d'être analysés.

2-2-2. Dosage des composés polyphénoliques

2-2-2-1. Teneur en composés phénoliques totaux (PPT)

La méthode de Folin-Ciocalteu [15] a été utilisée pour mesurer les composés phénoliques totaux. A (100 µL) d'échantillon, sont ajoutée 2 mL d'eau distillée dans un tube à essai (tube Eppendorff), suivi de 1 mL de réactif de Folin Ciocalteu 1 N et du carbonate de sodium (20 %). Après 40 minutes à température ambiante, l'absorbance est lue à 725 nm par un spectrophotomètre contre un blanc préparé avec du méthanol. Les résultats ont été comparés à une courbe d'étalonnage préalablement établie avant l'analyse avec de l'acide gallique. Les composés phénoliques totaux sont exprimés en mg équivalents acide gallique (mg EAG / 100 g MS). La courbe d'étalonnage est établie avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9757$. Tous les échantillons ont été analysés au moins trois fois.

2-2-2-2. Teneur en flavonoïdes totaux (FVT)

La teneur en flavonoïdes totaux est évaluée par colorimétrie [16]. A 250 µL d'extrait de plante on ajoute 1 mL d'eau distillée et 75 µL de NaNO_2 à (5 %). Après 5 minutes, on ajoute 75 µL d' AlCl_3 à (10 %). Après 6 minutes, on ajoute au mélange sous agitation 500 µL de NaOH (1 N) et 600 µL d'eau distillée. L'Absorbance du mélange est déterminée à 510 nm par rapport à un blanc préparée avec de l'eau. La courbe d'étalonnage est élaborée avec des solutions standards de catéchines préparés à différentes concentrations. Les flavonoïdes totaux sont exprimés en mg équivalents de catéchine (mg ECt / 100 gMS). La courbe d'étalonnage est établie avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9901$. Tous les échantillons ont été analysés au moins trois fois.

2-2-2-3. Teneur en tanins totaux (TT)

La teneur en tanins condensée totaux est déterminée en utilisant la méthode de [17] précédemment modifiée. Dans un tube à essai contenant 1,5 mL d'acide sulfurique concentré, on ajoute 50 µL d'extrait et 3 mL d'une solution méthanol-vanilline à 4 %. Le mélange est laissé au repos pendant 15 minutes. L'absorbance est mesurée à 500 nm contre un blanc préparée avec du méthanol. La courbe d'étalonnage est établie avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9899$. Les résultats sont exprimés en mg équivalent catéchine (mg ECt / 100 g MS). Tous les échantillons ont été analysés au moins trois fois.

2-2-2-4. Teneur en anthocyanines totaux (ATT)

Les composés anthocyanines totaux (ATT) ont été évalués par la méthode différentielle du PH [18, 19]. La méthode utilisée est basée sur une variation des absorbances en utilisant deux tampons : l'un contenant du chlorure de potassium (KCl) (pH = 1) à 0,025 M et l'autre de l'acétate de sodium (CH₃COONa) (pH 4,5) à 0,4 M. A 200 µL d'extrait est mélangé à 1,8 mL de chacune des solutions tampons. L'absorbance de la solution est déterminée à 510 nm et à 700 nm contre un blanc fait avec du méthanol. La variation des absorbances est calculée par la **Formule** suivante :

$$\Delta A = (A_{510} - A_{700})pH_1 - (A_{510} - A_{700})pH_4 \quad (1)$$

La concentration de pigment d'anthocyanine dans l'extrait est exprimée en mg équivalent cyanidine-3-glycoside par litre de solution ou en mg équivalent cyanidine-3-glycoside par g de matière sèche (mgECg / g) par comparaison à une courbe d'étalonnage établie avec de la cyanidine-3-glycoside.

$$Cg(mg/L) = \Delta A * Mm * Df * 100/Ma \quad (2)$$

avec, ΔA étant la variation des absorbances, mM la masse moléculaire du cyanidine (449,2 g / mol), Df le facteur de dilution, Am l'absorptivité moléculaire (26,900).

2-2-3. Analyse à l'HPLC

L'analyse HPLC a été réalisée selon le procédé d'écrit par [20] légèrement modifier, en utilisant un gradient d'élution constitué de trois phases; solvant A : 50 mM de phosphate d'ammonium (NH₄H₂PO₄) à pH 2,6 (ajusté avec l'acide ortho phosphorique), solvant B : (80 / 20 (v / v)) acétonitrile / solvant A, et solvant C : 200 mM d'acide ortho phosphorique (H₃PO₄) à pH 1,5 (pH ajusté avec NaOH à 0,1 M). Après préparation, les solvants sont mis dans un appareil à ultrason pendant 10 mn pour homogénéisation. Le profil du gradient utilisé durant 60mn est présenté dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Profil du gradient d'analyse HPLC des composés phénoliques

T (mn)	A %	B %	C %
0 - 4	100	0	0
4 - 10	92	8	0
10 - 22,5	0	14	86
22,5 - 27,5	0	16	84
27,5 - 50	0	25	75
50 - 55	0	80	20
55 - 60	100	0	0

Le débit d'élution est de 1 mL / mn et la capacité de la boucle d'injection est de 20 µL. la détection a été réalisée à 280 et à 320 nm. Les composés phénoliques standards (9 étalons) ont été préparés par dissolution de 2 mg / mL. Dans chaque échantillon, le composé phénolique a été identifié grâce au temps de rétention de l'étalon correspondant et la concentration du composé phénolique a été calculée en comparant les aires des pics. Les échantillons ont été analysés au moins trois fois. Après chaque cycle, le système est reconditionné 10 mn avant une nouvelle analyse.

2-2-4. Activité antioxydant

2-2-4-1. Test au radical ABTS

La méthode développée par [21] légèrement modifiée est utilisée dans cette expérience. 1,0 mM d'AAPH est mélangés avec 2,5 mM d'ABTS en utilisant un tampon. La solution tampon est constituée de 100 mM de phosphate de potassium (pH 7,4) contenant 150 mM de NaCl. Le mélange est chauffé dans un bain d'eau à 68 °C pendant 20 minutes jusqu'à ce que la concentration du complexe radical ABTS•+ bleu-vert donne une absorbance comprise entre $0,65 \pm 0,02$ à 734 nm. A 60 µL de l'échantillon on ajoute 2,94 mL de la solution radicale bleu-vert d'ABTS. Le mélange est incubé dans un bain-marie à 37 °C à l'abri de la lumière pendant 20 minutes. Le témoin est constitué de 60 µL de méthanol et 2,94 mL de ABTS•+ et est contrôlé à chaque série d'échantillons. La décroissance de l'absorbance est mesurée à 734 nm. L'Activité de piégeage des radicaux stables au test de l'ABTS des composés phénoliques est exprimée en mg vitamine C équivalent (mgVCE / 100). La solution radicalaire est préparée quotidiennement. Tous les échantillons sont analysés au moins trois fois.

2-2-4-2. Test au radical DPPH

L'activité de piégeage des radicaux DPPH est déterminée en utilisant la méthode de [22] modifiée. A 2,90 mL d'une solution aqueuse de méthanol 50 % (100 mM de DPPH), on ajoute 100 µL d'extrait de la plante. Le mélange est chauffé dans un bain d'eau à 20 °C à l'abri de la lumière pendant 40 min. le blanc est préparé avec (100 µL de méthanol à 50 % et 2,90 mL de la solution DPPH) et contrôlé à chaque série d'échantillons. La décroissance de l'absorbance est mesurée à 517 nm 40 minutes plus tard. L'activité de piégeage des radicaux libres au test DPPH des composés phénoliques totaux est exprimée en mg vitamine C équivalents (mgVCE / 100 g). La solution radicalaire est préparée quotidiennement. Tous les échantillons sont analysés au moins trois fois.

3. Résultats

3-1. Teneurs en composés polyphénoliques totaux

Les résultats de l'analyse quantitative des composés polyphénoliques totaux (PPT, FVT, TT et ATT) se trouvent dans la **Figure 1**. Les différents extraits de *A. leiocarpus* contiennent les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes. L'extrait de feuilles est riche en tanins totaux avec une teneur de 178 mgECt / 100 g (MS), l'extrait des écorces de tronc contient une teneur élevée en polyphénols totaux avec 486 mgEAG / 100 g (MS) et l'extrait des écorces de racines possède une forte concentration en flavonoïdes totaux avec 4176 mgECt / 100 g (MS).

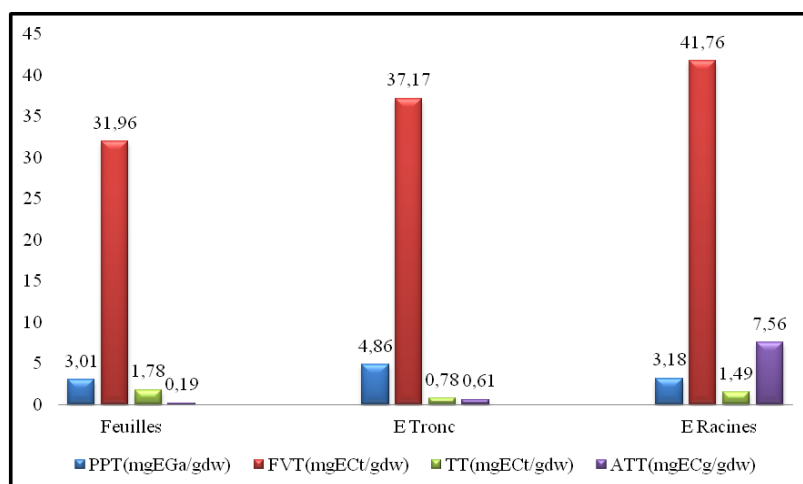


Figure 1 : Composition quantitative des composés polyphénoliques de *A. leiocarpus*

3-2. L'analyse à l'HPLC

Les résultats de l'analyse HPLC des différents extraits de *A. leiocarpus* sont collectés dans le **Tableau 2**. Deux flavonols (la rutine, la quercétine) et un flavone (l'apigénine) ont été identifiés dans les différents extraits de *A. leiocarpus*. L'acide chlorogénique identifié dans l'extrait de feuilles est le composé majoritaire avec une teneur de 3225,7 $\mu\text{g} / \text{mL}$.

Tableau 2 : Composés phénoliques identifiés dans les extraits de *A. leiocarpus*

Noms des composés	Rt (mn)	Feuilles ($\mu\text{g} / \text{mL}$)	E. tronc ($\mu\text{g} / \text{mL}$)	E. racines ($\mu\text{g} / \text{mL}$)
A. gallique	09,65	-	-	40 $\pm$ 03,20
A. Protocatéchique	11,85	-	55,27 $\pm$ 03,53	86,22 $\pm$ 05,81
A. Chlorogénique	16,72	3225,7 $\pm$ 90,50	-	110 $\pm$ 08,05
Acide caféique	19,55	114,15 $\pm$ 09,66	-	-
A. <i>p</i> -coumarique	33,90	310 $\pm$ 28,50	-	-
Rutine	35,50	29,08 $\pm$ 01,10	70,05 $\pm$ 04,40	62,50 $\pm$ 03,61
Quercétine	39,82	910 $\pm$ 50,45	-	-
Apigénine	41,40	790 $\pm$ 31,25	120 $\pm$ 09,92	50 $\pm$ 02,55
kaempferol	42,52	-	-	-

Rt : Temps de rétention, (-) : Abscent.

3-3. L'activité antioxydante

Les résultats de l'activité antioxydante ont été reportés dans le **Tableau 3**. Les deux tests montrent un haut potentiel antioxydant dans les extraits de feuilles et d'écorces de racine.

Tableau 3 : Évaluation de l'activité antioxydante dans les différents extraits de *A. leiocarpus*

Parties utilisées	Test à l'ABTS mgVCE / 100 g (MS)	Test au DPPH mgVCE / 100 g (MS)
Feuilles	2,48 $\pm$ 0,01	2,68 $\pm$ 0,03
E. Tronc	0,71 $\pm$ 0,05	1,13 $\pm$ 0,001
E. Racines	2,33 $\pm$ 0,02	2,44 $\pm$ 0,02

4. Discussion

La teneur en composés phénoliques totaux dans l'extrait des écorces de tronc de *A. leiocarpus* est de 486 mgEGa / 100g (MS) (**Figure 1**), plus grande que dans les extraits de feuilles (301 mgEGa / 100 g (MS)) et écorces de racine (318 mgEGa / 100 g (MS)). Les flavonoïdes sont très présents dans les différents extraits. Cependant, l'extrait des écorces de racines a une concentration plus élevée en flavonoïdes totaux (4176 mgECt / 100 g MS) par rapport aux extraits écorces de tronc (3717 mgECt / 100 g (MS)) et de feuilles (3196 mgECt / 100 g(MS)). L'extrait de feuilles est le plus riche en tanins totaux avec une teneur de 178 mgECt / 100 g (MS). Nos résultats sont largement supérieurs à ceux de [23], notamment par la présence de composés phénoliques totaux (68,27 mgEAG / 100 g (MS)), de flavonoïdes totaux (12,92 mgECt / 100 g (MS)) et tanins totaux (29,37 mgECt / 100 g (MS)) dans l'extraits de feuilles de *A. leiocarpus*. Nos teneur en flavonoïdes totaux dans l'extrait d'écorces de tronc (37,17 mgECt / g (MS)) est supérieure à celle de [24] (10,3 mgECt / (MS)). L'extrait écorces de tronc de *A. leiocarpus* a une teneur de 78 % en tanins totaux (**Figure 1**), supérieure à celle de [25], avec 14,6 %. Les tanins sont reconnus pour leur pouvoir de cicatrisation antiseptique [8, 26] et ont des propriétés anti-inflammatoires [27]. Plusieurs études *in vitro* et *in vivo* ont été focalisées sur l'évaluation des propriétés antimicrobienne des polyphénols contenus dans les différents extraits de *A. leiocarpus*. A l'heure actuelle, cet effet est certain et démontré par de nombreuses recherches expérimentales.

Les études du pouvoir inhibiteur des composés phénoliques sur la croissance bactérienne ont démontré que les flavonoïdes, les tanins et les saponines sont doués d'un effet important sur différentes souches bactériennes à Gram négatif (*Escherichia coli*) et Gram positif (*Staphylococcus aureus*) [13, 28, 29]. En effet, la richesse des différents extraits de *A. leiocarpus* en composés chimiques actifs pourraient expliquer l'utilisation traditionnelle de la plante pour soigner les maladies de la peau, les blessures, les plaies, les furoncles, les kystes et les ulcères diabétiques [30, 31]. L'extrait des écorces de racines de *A. leiocarpus* contient une teneur de 756 mgECg / 100 g (MS) en anthocyane totaux, les plus faibles concentrations en anthocyane totaux sont enregistrés au niveau de l'extrait de feuilles (19 mgECg / 100 g (MS)) et écorces de tronc (61 mgECg / 100 g (MS)) (**Figure 1**). Les anthocyanes sont responsables de la coloration des plantes, ils possèdent des propriétés antivirales, antiallergiques [32], anti-inflammatoires, antibactériennes [33], antitumorales, un pouvoir protecteur contre les maladies cardiovasculaires, un effet inhibiteur de la peroxydation lipidique, ainsi que la capacité de piéger les radicaux libres [34]. Les extraits de feuilles et de racines de *A. leiocarpus* affichent les plus grandes valeurs de l'activité antioxydante à l'ABTS et au DPPH (**Table 3**). Cette activité anti radicalaire est liée à une forte teneur en composés phénoliques totaux et en flavonoïdes totaux [35, 36].

Ce haut potentiel antioxydant est conforme aux résultats de l'analyse HPLC (**Tableau 2**), notamment par la présence des acides phénoliques telle que l'acide gallique, l'acide protocatéchique, l'acide chlorogénique, l'acide caféique, l'acide *p*-coumarique et des flavonoïdes comme la rutine, la quercétine et l'apigénine. Cependant, nos résultats concordent à ceux de [24], qui ont quantifié par HPLC l'acide gallique, l'acide chlorogénique l'acide protocatéchique, et l'acide caféique dans l'extrait de feuilles de *A. leiocarpus*, et ont trouvé une forte teneur pour l'activité antioxydante. Ainsi, l'acide gallique est connu pour ces propriétés anti carcinogène et antihelminthique [37 - 39]. Le composé majoritaire identifié dans l'extrait de feuilles de *A. leiocarpus* est l'acide chlorogénique avec (3225,7 µg / mL) (**Tableau 2**). Il est considéré comme étant l'un des composés les plus répandus dans le règne végétal, puisqu'on le retrouve en grande quantité dans la pomme, la prune et est très étudié pour ses effets antioxydants *in vitro*. [21, 40]. L'acide chlorogénique inhibe les enzymes responsables de la régénération des ROS (espèces réactives de l'oxygène) dans les cellules vivantes [41]. Cependant, les flavonols telles que la rutine et la quercétine sont identifiées dans les différents extraits de la plante. La rutine est un puissant antioxydant utilisée par la médecine chinoise pour traiter l'hypertension artérielle et pour inhiber les dommages induits par les effets oxydatifs des rayonnements

UV [42]. La quercétine a été identifiée dans l'extrait de feuilles de *A. leiocarpus* (**Tableau 2**). Elle est connue pour son pouvoir antioxydant en raison de sa structure chimique favorable au piégeage des radicaux libres [43]. Elle possède des propriétés antiplasmodique, antihelminthique et anti-inflammatoire [38, 39, 44, 45].

5. Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source naturelle des principes actifs connus pour leurs propriétés thérapeutiques. Le dosage des composés polyphénoliques totaux de *A. leiocarpus* par UV-Visible révèle la présence des composés phénoliques totaux, des flavonoïdes totaux en quantité considérable, des tanins totaux et des anthocyanes totaux. Il ressort de l'analyse HPLC que *A. leiocarpus* est riche en acides phénoliques et en flavonoïdes. Ces constituants chimiques ont une importante capacité de piéger des radicaux libres d'ABTS et de DPPH. La phytochimie et l'activité antioxydante de *A. leiocarpus* révèle qu'il s'agit d'une plante médicinale précieuse possédant des propriétés curatives et antibactériennes. Les résultats de cette étude pourraient donc justifier l'utilisation de *A. leiocarpus* dans la prise en charge des infections bactériennes en médecine traditionnelle.

Références

- [1] - B. OLIVER-BEVER, Medicinal Plants in Tropical West Africa. Cambridge University Press, (1986) 87 p.
- [2] - K. J. HENNENBERG, D. GOETZE, V. MINDEN, D. TRAORÉ, S. POREMBSKI, Size class distribution of *Anogeissus leiocarpus* (Combretaceae) along forest-savanna ecotones in northern Ivory Coast. *J. Trop. Ecol.*, 21 (2005) 1 - 9
- [3] - D. MALGRAS, Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes. Edits Karthala et ACCT, Paris, (1992) 474 p.
- [4] - A. MAÏGA, D. DIALLO, S. FANÉ, R. SANOGO, B. S. PAULSEN and B. CISSÉ, A survey of toxic plants on the market in the district of Bamako, Mali : Traditional knowledge compared with a literature search of modern pharmacology and toxicology. *Journal of Ethnopharmacology*, 96 (2005) 183 - 193
- [5] - N. DIARRA, C. V. KLOOSTER, A. TOGOLA, D. DIALLO, M. WILLCOX, J. D. JONG, Study of plants used against malaria in Sélingué subdistrict, Mali. *Journal of Ethnopharmacology*, 166 (2015) 352 - 360
- [6] - R. SANOGO, Antifungal and Antioxidant Activities of 14 plants used in the Treatment of Sexually Transmitted Infections. A paper presented at Western Africa Network of Natural Products Research Scientists (WANNPRES), first scientific meeting August, (2004) 15-20, Accra, Ghana : A report. *Afr. J. Trad. Complem.*, 2 (2) (2005) 177 - 205
- [7] - H. M. BURKILL, Useful plants of West Tropical Africa, Royal Botanic Gardens, Kew, London, 2 (1) (1985) 960 p.
- [8] - J. KERHARO, G. ADAM, Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle - Plantes médicinales et toxiques. Vigot et Frères, (1974) 1011 p.
- [9] - S. E. ATAWODI, D. A. AMEH, S. IBRAHIM, J. N. ANDREW, H. C. NZELIBE, E. O. ONYIKE, K. M. ANIGO, E. A. ABU, D. B. JAMES, G. C. NJOKU and A. B. SALLAU, *J. Ethnopharmacol.*, 79 (2) (2002) 279 - 282
- [10] - E. O. JOHNBULL, K. ABDU, Screening of the extracts of *Anogeissus leiocarpus* for Antituberculosis against : The enzyme estimation approach. A paper presented at the 20 th Annual International Conference of Chemistry Society of Nigeria on *Chemistry and Global Development-Environmental Concern*, Lagos, September, 23 (2006) 26 - 30 th p.

- [11] - A. MANN, J. O. AMUPITAN, A. O. OYEWALE, J. I. OKOGUN, K. IBRAHIM, An Ethnobotanical survey of indigenous flora for treating tuberculosis and other respiratory diseases in Niger State, Nigeria. *J. Phytomed. Therap.*, 12 (2007) 1 - 12
- [12] - P. C. M JANSEN, D. CARDON, Dyes and Tannins. PROTA, Africa, (2005)
- [13] - K. BATAWILA, K. KOKOU, K. KOUMAGLO, M. GBE'ASSOR, B. DE FOUCAULT, PH. BOUCHET, K. AKPAGANA, Antifungal activities of five Combretaceae used in Togolese traditional medicine. *Fitoterapia*, 76 (2005) 268 - 264
- [14] - M. F. ABU BAKAR, M. MOHAMED, A. RAHMAT, J. FRY, Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*), *Food Chem.*, 113 (2009) 483 - 479
- [15] - M. MUCHUWETI, AR. NDHLALA, A. KASIYAMHURU, Analysis of phenolic compounds including tannins, gallotannins and flavanols of Uapaca kirkiana fruit. *Food Chemistry*, 94 (2006) 419 - 415
- [16] - D. OCK. K. KIM, J. YOUNG, M. H. YEON, Y. L. CHANG, Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric. and Food Chem.*, (51) (2003) 6515 - 6509
- [17] - L. R. FUKUMOTO, G. MAZZA, Assessing antioxidant and pro oxidant activities and phenolic compounds. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2000) 3604 - 3597
- [18] - S. SELLAPPAN and C. C. AKOH, Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J. Agric. Food Chem.*, 50 (2002) 2438 - 2432
- [19] - S. SELLAPPAN and C. C. AKOH, Flavonoids and antioxidant capacity of Georgia-grown vidalia onions. *J. Agric. Food Chem.*, 50 (2002) 5342 - 5338
- [20] - M. ARNAO, A. CANO, M. ACOSTA, The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem.*, 73 (2001) 244 - 239
- [21] - D. KIM, L. KI WON, J. HYONG, Y. CHANG, Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.*, 50 (2002) 3717 - 3713
- [22] - H. HOSTE, F. JACKSON, S. ATHANASIADOU, S. M. THAMSBORG, S. O. HOSKIN, The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol*, 22 (2006) 261 - 253
- [23] - H. SORÉ, A. HILOU, P. A. E. D. SOMBIE, M. COMPAORÉ, R. MEDA, J. MILLOGO and O. G. NACOLMA, Phytochemistry and Biological Activities of Extracts from Two Combretaceae Found in Burkina Faso : *Anogeissus Leiocarpus* (DC) Guill. and Perr. And *Combretum Glutinosum* Perr. Ex DC. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 2 (2012) 392 - 383
- [24] - D. KONÉ, B. DIOP, D. DIALLO, A. DJILANI, A. DICKO, Identification quantitative determination and antioxidant properties of polyphenols of some Malian medicinal plant parts used in folk medicine. In : *Uddin, J*, (2012) 142 - 131
- [25] - D. NDJONKA, C. AGYARE, K. LUERSEN, A. HENSEL, E. LIEBAU, In vitro anti-leishmanial activity of traditional medicinal plants from Cameroon and Ghana. *Int. J. Pharmacol.*, 6 (2010) 871 - 863
- [26] - J. BRUNETON, Plantes médicinales. Lavoisier, Paris, *Phytochimie Pharmacognosie*, 2 (1993) 915 p.
- [27] - T. A. S. ARAÚJO, N. L. ALANCAR, E. L. C. AMORIM, C. F. T. L. ALBUQUERQUE, A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from local knowledge. *Journal of Ethnopharmacology*, 120 (2008) 80 - 72
- [28] - A. MANN, Y. YAHAYA, A. BANSO AND G. O. AJAYI, Phytochemical anantibacterial screening of *Anogeissus leiocarpus* against some microorganisms associated with infectious wounds. *African Journal of Microbiology Research*, 2 (2008) 62 - 60
- [29] - A. MANN, A. YUSUF AND S. DANIYAN, TLC Analysis and Bioactivity Screening of the Stem Bark Extract of *Anogeissus Leiocarpus* Against Multi-Resistant *Staphylococcus Aureus* and Quantification of Its Phytoconstituents. *J. of Pharmaceut., Biologic. and Chemic. Sciences*, 5 (2) (2014) 203 - 187
- [30] - A. A. DWECK, PlantforAfrica.Part2.<http://www.dweekdata.Co.uk/publishedpapers>, (1996)

- [31] - A. S. ADEFEGBA, G. OBOH, S. O. OMOJOKUN, T. O. JIMOH AND S. I. OYELEYE, In vitro antioxidant activities of African birch (*Anogeissus leiocarpus*) leaf and its effect on the α -amylase and α -glucosidase inhibitory properties of acarbose. *Journal of Taibah University Medical Science*, 11 (3) (2016) 242 - 236
- [32] - D. CHATTERJEE, N. T. JADHAV & P. BHATTACHARJEE, Solvent and supercritical carbon dioxide extraction of color from eggplants : Characterization and food applications. *LWT. Food Science and Technology*, 51 (2013) 324 - 319
- [33] - H. LI, Z. DENG, H. ZHU, C. HU, R. LIU, J. C. YOUNG & R. TSAO, Highly pigmented vegetables : Anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. *Food Research International*, 46 (2012) 259 - 250
- [34] - J. M. KONG, L. S. CHIA, N. K. GOH, T. F. CHIA & R. BROUILLARD, Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64 (2003) 933 - 923
- [35] - A. T. HUKKANEN, S. PÖLÖNEN, S. O. KÄRENLAMPI, H. T. KOKKO, Antioydan capacity and phenolic content of sweet rowanberries. *J. Agric. Food Chem.*, 54 (2006) 122 - 119
- [36] - M. SCHAWARZ, M. C. EODRIGUEZ, C. MARTINEZ, Y. BOSQUET, D. GUILLEN, Antioxydant activity of Brandy de jerez and other aged distillates and correlation with the polyphenolic content. *Food Chemistry*, 116 (2009) 29 - 33
- [37] - M. SALUCCI, L. A STIVALA, G. MAIANI, R. BUGIANESI AND V. VANNINI, Flavonoids uptake and their effect on cell/cycle of human colon *adenocarcinoma cells*. *Br. J. Cancer*, 86 (2002) 1651 - 1645
- [38] - D. NDJONKA, B. BERGMANN, C. AGYARE, F. M. ZIMBRES, K. LÜERSEN, A. HENSEL, C. WRENGER, E. LIEBAU, In vitro activity of extracts and isolated polyphenols from West African medicinal plants against *Plasmodium falciparum*. *Parasitol. Res.*, 111 (2012b) 834 - 827
- [39] - D. NDJONKA, E. D. ABLADAM, B. DJAFSIA, I. E. AJONINA, M. D. ACHUKWI, E. LIEBAU, Anthelmintic activity of phenolic acids from the axlewood tree *Anogeissus leiocarpus* on the filarial nematode *Onchocerca ochengi* and drug-resistant strains of the free-living nematode *Caenorhabditis elegans*. *J. Helminthol*, 17 (2013) 8 - 1
- [40] - M. N. CLIFFORD, "Chlorogenic acids and other cinnamates - Nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (7) (2000) 1043 - 1033
- [41] - J. BOUAYED, H. RAMMAL, A. DICKO, C. YOUNOS, R. SOULIMANI, Chlorogenic acid, a polyphenol from *Prunus domestica* (Mirabelle), with coupled anxiolytic and antioxidant effects. *Journal of the Neurological Sciences*, 262 (2007) 84 - 77
- [42] - W. BORS, W. HELLER, C. MICHEL and M. SARAN, Flavonoids as antioxidants : determination of radical scavenging efficiencies, *Methods Enzymol*, 186 (1990) 356 - 343
- [43] - C. MANACH, A. SCALBERT, C. MORAND, L. JIMÉNEZ, Polyphenols : food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79 (2004) 747 - 727
- [44] - M. N. SHUAIBU, K. PANDEY, P. A. WUYEP, T. YANAGI, K. HIRAYAMA, A. ICHINOSE, T. TANAKA, I. KOUNO, Castalagin from *Anogeissus leiocarpus* mediates the killing of leishmania in vitro. *Parasitol. Res.*, 103 (2008c) 1338 - 1333
- [45] - F. N. Muanda, A. Dicko, R. Soulimani, Assessment of polyphenolic compounds, in vitro antioxidant and anti-inflammation properties of *Securidaca longepedunculata* root barks, *Sciences direct. C, R Biologies*, 2 (2010) 669 - 663