

## Composition phytochimique et propriété antioxydante de l'extrait aqueux de *Acalypha wilkesiana* (Euphorbiaceae) Müll. Arg

Wensleslace Landry MVE MENDAME<sup>1</sup>, Boris Achille EYI MINTSA<sup>1\*</sup>,  
Arnaud Brice PAMBO-PAMBO<sup>1</sup>, Jean-Fabrice YALA<sup>2</sup> et IBRAHIM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), Laboratoire de Physiologie Animale, Electrophysiologie-Pharmacologie, Unité de Recherche Agrobiologie, BP 943 Franceville, Gabon

<sup>2</sup> Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), Laboratoire de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Equipe de Bactériologie-Immunologie, Unité de Recherche Agrobiologique, BP 067 Franceville, Gabon

(Reçu le 10 Juillet 2022 ; Accepté le 10 Septembre 2022)

\* Correspondance, courriel : [eyimintsab@gmail.com](mailto:eyimintsab@gmail.com)

### Résumé

*Acalypha wilkesiana* Müll. Arg est une plante médicinale de la famille des Euphorbiaceae, utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement de plusieurs pathologies telles que : la diarrhée, le diabète, le mal d'estomac et plus particulièrement l'hypertension. La présente étude visait à analyser la composition phytochimique et les propriétés antioxydantes de l'extrait aqueux de *A. wilkesiana*. Le screening phytochimique a permis de mettre en évidence la présence des métabolites secondaires, à savoir : les tannins, les coumarines, les polyphénols, les alcaloïdes, les composés anthracéniques, les stérols, les terpènes et les flavonoïdes. L'analyse quantitative a révélé que l'extrait a une grande teneur en polyphénols, flavonols et flavonoïdes mais une faible teneur en tannins. L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée en utilisant la méthode de l'index basé sur le piégeage du radical libre DPPH qui a indiqué que l'extrait de *A. wilkesiana* a une forte activité (2.008). L'extrait de *A. wilkesiana* contiendrait des composés bioactifs qui justifieraient son usage traditionnel dans le traitement de l'hypertension.

**Mots-clés :** *Acalypha wilkesiana*, activité antioxydante, hypertension, métabolites secondaires.

### Abstract

**Phytochemical study and evaluation of the antioxidant activity of the aqueous extract of *Acalypha wilkesiana* (Euphorbiaceae) Müll. Arg**

*Acalypha wilkesiana* Müll. Arg is a medicinal plant from the Euphorbiaceae family, used in traditional medicine for the treatment of several pathologies such as diarrhea, diabetes, stomachache and more particularly hypertension. The objective of this study was the phytochemical study and evaluation of the antioxidant properties of the extract of *A. wilkesiana*. Phytochemical screening has permit to put evidence the presence of secondary metabolites, namely: tannins, coumarins, polyphenols, alkaloids, sterols, anthracene compounds, terpenes and flavonoids. Quantitative analysis revealed that the extract has high content of polyphenols, flavonols and flavonoids but a low content of tannins. The evaluation of the antioxidant activity

was carried out using the index method based on the trapping of the free radical DPPH that indicated that the extract of *A. wilkesiana* has a strong activity (2.008). The extract of *A. wilkesiana* is said to contain bioactive compounds which justify its traditional use in the treatment of hypertension.

**Keywords :** *Acalypha wilkesiana*, antioxidant activity, hypertension, secondary metabolites.

## 1. Introduction

Les plantes ont toujours été pour l'Homme une source de molécules utilisées à des fins curatives, sans doute guidé par les pratiques ancestrales ou des coutumes. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, plus de 80 % de la population utilisent encore les plantes pour répondre à leurs besoins de santé primaire [1]. Les populations du monde utilisent encore la médecine traditionnelle pour répondre à leur besoin de santé [2]. En effet, les plantes sont utilisées depuis la préhistoire par l'homme pour de besoins nutritionnels et/ou thérapeutiques à cause de leur richesse en métabolites secondaires [3, 4]. Les polyphénols, les flavonoïdes et les tannins sont des composés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé [5]. Leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires [6]. Le stress oxydatif est responsable du déclenchement ou l'amplification du vieillissement cellulaire qui est à l'origine de certaines pathologies multifactorielles telles que la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes, le diabète et l'hypertension artérielle [7]. L'utilisation des molécules antioxydantes de synthèse est actuellement remise en cause en raison des complications liées à celles-ci qui suggère la recherche et l'utilisation de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchées [8, 9]. Le Gabon ne fait pas exception, car à cause des faibles revenus et de la pauvreté, la majorité de la population, l'utilisation des plantes médicinales pour le traitement de différentes maladies s'est développée [3, 10]. Ainsi, la présente étude s'inscrit dans le cadre de la recherche et la valorisation des substances bioactives de *Acalypha wilkesiana* telles que les substances naturelles ayant des activités biologiques qui présentent un intérêt dans le domaine de la pharmacologie.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Étude ethnobotanique

Au cours de l'enquête Ethnobotanique qui s'est déroulée à Oyem dans la province du Woleu-Ntem, 50 personnes (tous sexes confondus) dont l'âge variait entre 47 et 75 ans ont été questionnées sur l'usage des plantes à usages antihypertensifs. Parmi les espèces de plantes utilisées dans le traitement de l'hypertension, *Acalypha wilkesiana* (Euphorbiaceae) a été la plus citées. Ainsi, cette plante a donc fait l'objet de notre étude.

### 2-2. Matériel végétal

Les feuilles de *Acalypha wilkesiana* Müll. Arg. constituent le matériel végétal. Elles ont été collectées dans la province du Woleu-Ntem à Oyem au quartier Mekom-Nkodje.

## 2-3. Méthodes

### 2-3-1. Préparation de l'extrait végétal

Les feuilles de *A. wilkesiana* récoltées en matinée, ont été séchées à température ambiante pendant 3 semaines, à l'abri du soleil puis broyées à l'aide d'un Blender. Soixante grammes (60 g) de broyat ont été mélangés à 250 ml de chacun des 03 solvants choisis (eau, éthanol et éthanol-eau) pendant 24 heures sous agitateur magnétique. Les macérats obtenus ont été filtrés à l'aide de coton.

## 2-4. Analyses phytochimiques

### 2-4-1. Screening phytochimique

Les caractérisations phytochimiques des extraits ont été réalisées selon les techniques classiques de colorimétrie [11]. Cette étude qualitative basée sur des réactions de coloration et de précipitation par des réactifs chimiques spécifiques réalisée sur des extraits des feuilles de *Acalypha wilkesiana*. Les extraits nécessaires ont été obtenus par extraction avec les solvants suivants : l'éthanol et l'eau distillée. Ces analyses ont pour objectifs de mettre en évidence les groupes chimiques ayant des propriétés pharmacologiques.

### 2-4-2. Test des saponosides

Deux millilitres (2 mL) de l'extrait de plante ont été versés dans un tube à essai, puis le tube a été agité vigoureusement. Cinq (5) minutes après, la présence d'une mousse persistante met en évidence la présence des saponosides [11].

### 2-4-3. Test des tannins

Deux millilitres (2 mL) de l'extrait de plante ont été versés dans un tube, ensuite 2 mL du trichlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 1 % ont été ajoutés. Si le mélange donne une coloration verdâtre ou bleu noirâtre, nous avons la présence des tannins [11].

### 2-4-4. Test des polyphénols

Deux millilitres (2 mL) de l'extrait de plante ont été versés dans un tube, ensuite 1 mL du réactif de Folin Ciocalteu (RFC) et 1 mL de bicarbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ont été ajoutés. Si le mélange donne une coloration vert foncé, indique la présence des polyphénols [11].

### 2-4-5. Test des flavonoïdes

Deux millilitres (2 mL) de l'extrait de plante ont été versés dans un tube, ensuite 1 mL d'acide chlorhydrique et 1 mL de bicarbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ont été ajoutés. L'ajout de l'acide entraîne l'apparition d'une coloration foncée et l'ajout de la base accentue la coloration [11].

### 2-4-5. Test des alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été identifiés par le réactif de Mayer. L'ajout de quelques gouttes de ce réactif à 2 mL de la solution d'extrait entraîne la formation d'un précipité rouge orangé en présence des alcaloïdes [11].

### **2-4-6. Test de stérols/terpènes**

Deux millilitres (2 mL) de l'extrait de plante ont été versés dans un tube, ensuite 2 mL d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) ont été ajoutés. L'apparition d'un anneau rouge brun ou violet, indique la présence des stérols ou des terpénoïdes [11].

## **2-5. Dosages**

### **2-5-1. Dosage des phénols totaux**

Pour déterminer la teneur en polyphénols totaux, la méthode basée sur le réactif de Folin Ciocalteu a été utilisée [12]. Le blanc est constitué d'un mélange de 0,5 mL de FCR et 1 mL de  $Na_2CO_3$ . Les résultats sont exprimés en mg par équivalent d'acide Gallique (EAG) pour 100 mg d'extrait sec.

### **2-5-2. Dosage des flavonoïdes totaux**

Le dosage des flavonoïdes totaux a été fait par la méthode de trichlorure d'aluminium [12]. Cette méthode consiste à évaluer l'ensemble des composés réagissant avec le chlorure d'aluminium (par chélation). Comme blanc, un volume égal d'extrait et de méthanol a été utilisé. La quercétine pour une gamme de concentration allant de 0 à 200 mg/L a servi de standard pour établir l'étalon. Les résultats sont exprimés en mg équivalant quercétine (EQ) pour 100 mg d'extrait sec.

### **2-5-3. Dosage des flavonols**

La méthode de trichlorure d'aluminium [13] a permis de déterminer la teneur en flavonols. Un blanc est réalisé pour l'échantillon (750  $\mu$ L d'extrait et 750  $\mu$ L d'éthanol). Les densités optiques sont lues à une longueur d'onde de 425 nm à l'aide d'un spectrophotomètre de type Thermo Scientific.

### **2-5-4. Dosage des tanins**

La méthode de référence pour doser les tanins est celle de la Communauté Européenne. Les absorbances de la solution sont mesurées à une longueur d'onde de 525 nm, après dix minutes d'incubation. Le blanc est constitué de 200  $\mu$ L d'extrait à doser et de 1200  $\mu$ L d'eau distillée. La courbe étalon est obtenue par une suite de dilution d'acide tannique de concentrations allant de 25 à 350  $\mu$ L/mL.

## **2-6. Indice d'activité antioxydant (IAA)**

L'indice d'activité antioxydant a été déterminé par la méthode de DPPH [14]. Cette méthode est basée sur la capacité à réduire le radical libre DPPH. Les densités optiques sont lues à une longueur d'onde de 517 nm. Les standards tels que l'Acide Ascorbique, le BTH, l'Acide Gallique et la Quercétine ont été utilisés comme références. Les pourcentages d'inhibition de DPPH sont déterminés par la **Formule 1** :

$$RSA = \frac{ABS(\text{control}) - ABS(\text{extrait})}{ABS(\text{control})} \times 100 \quad (1)$$

Avec, RSA : le pourcentage d'inhibition du radical DPPH ; ABS contrôle : l'Absorbance du contrôle et ABS extrait : l'Absorbance de l'extrait. Les  $IC_{50}$  (concentration inhibant 50 % de DPPH) de l'extrait et des standards sont déterminés en utilisant la droite de régression linéaire. L'indice d'activité antioxydant est calculé par la **Formule 2** :

$$AAI = \frac{[DPPH]_{(\mu\frac{gm}{l})}}{IC50_{(\mu\frac{gm}{l})}} \quad (2)$$

avec, [DPPH] la concentration finale de DPPH. Les valeurs ont été obtenues sur trois répétitions  $\pm$  l'erreur standard.

## 2-7. Analyse statistique

Les résultats sont exprimés sous forme de la moyenne avec une erreur standard ( $M \pm ESM$ ). Le logiciel INSTAT 3 a permis de réaliser l'analyse statistique des données en utilisant l'analyse des variances (ANOVA) suivit du test t de Dunnet. Les représentations graphiques des données ont été réalisées à l'aide du logiciel GraphPad Prisme.5 (San Diego, CA USA).

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Screening phytochimique

Les métabolites secondaires sont des molécules secrétées par les végétaux qui constituent les principes actifs des plantes et sont responsables des effets curatifs attribués aux plantes. Leur présence en quantité et en qualité renseigne sur le potentiel thérapeutique d'une plante ou d'un extrait de plante. Leur mise en évidence et leur dosage est une étape fondamentale pour tout travail destiné à évaluer les effets thérapeutiques d'un extrait de plante. Le screening phytochimique a permis de caractériser les grands groupes de familles chimiques contenus dans l'extrait de plante de *Acalypha wilkesiana*. Le **Tableau 1** présente les différents composés chimiques dans l'extrait de feuilles de *A. wilkesiana*. Les résultats du criblage phytochimique ont mis en exergue la présence de nombreux métabolites secondaires. Ainsi, dans les extraits aqueux et hydro-éthanolique (éthanol et eau), les composés chimiques tels que les tannins galliques, les tannins catéchiques, les polyphénols, les flavonoïdes, les flavones, les flavonones, les coumarines, les alcaloïdes, les composés anthracéniques, les sucres réducteurs, les proanthocyanes, les gitoxines et les gitoxigénine apparaissaient en quantités abondantes. Par contre, les flavonols, les stérols et les terpènes était présents en très faiblement quantité. Quant à l'extrait alcoolique des feuilles de *A. wilkesiana*, les polyphénols, les stérols et terpènes étaient très présents alors que les flavonols, les flavonones, les flavones, les sucres réducteurs, la digitoxine et la digitoxigénine étaient totalement absents (**Tableau 1**). Tous ces métabolites secondaires, sont dans l'ensemble indiqués comme des molécules ayant la capacité de procurer aux plantes les propriétés pharmacologiques telles que les propriétés antibactériennes, antifongiques, antiparasitaires, antivirales et antioxydantes [15]. Par ailleurs, des études menées par de nombreux auteurs ont révélées que des composés tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les alcaloïdes jouent un rôle dans la protection contre les agrégations plaquettaires dans la paroi des vaisseaux sanguins impliquant des propriétés antihypertensives et vasorelaxantes [16 - 19]. Ainsi, *Acalypha wilkesiana* dont les feuilles sont riche métabolites secondaires aurait non seulement une capacité antiplaquettaire bénéfique à la réduction des graisses dans les artères, mais aussi une action sur le muscle lisse induisant ainsi une vasodilatation des artères. La présence des composés tels que les polyphénols et les flavonoïdes pourrait conférer à l'extrait aqueux de *Acalypha wilkesiana* des effets antioxydants. En effet, plusieurs travaux réalisés sur des extraits de plantes ont démontré une corrélation entre la teneur en composés phénolique et leur caractère antioxydant [20, 21].

**Tableau 1 : Composés chimiques de *Acalypha wilkesiana* Müll. Arg**

Composés chimiques	Aqueux	Ethanol-eau	Ethanol
Saponines	-	-	-
Tannins galliques	+++	++	+
Tannins catéchiques	+++	++	+
Phénols totaux	+++	+++	+++
Flavonoïdes totaux	+++	++	-
Flavonols	+	+	-
Flavones	++	++	-
Flavonones	+++	+	-
Coumarines	+++	+++	+
Alcaloïdes	+++	+++	++
Composés anthracéniques	+++	++	-
Stérols/Terpènes	+	++	+++
Sucres réducteurs	+++	+++	-
Proanthocyanidines	+++	++	+
Gitoxine	+++	-	+
Gitoxigénine	+++	-	++
Digitoxine	-	++	-
Digitoxigénine	-	++	-

Très abondant : +++ ; Abondant : ++ ; Etat de trace : + ; Absent : -

### 3-2. Dosage des composés chimiques

Les métabolites secondaires confèrent à la plante des propriétés thérapeutiques, mais ces propriétés sont liées à leur teneur dans les extraits utilisés. En effet, plus la teneur d'un composé est importante dans un extrait de plante, plus son effet est important. Il est donc nécessaire de doser ces composés pour avoir une idée sur leur apport dans l'effet thérapeutique de l'extrait de plante. Les teneurs en métabolites secondaires des différents extraits obtenus après les dosages sont consignées dans le **Tableau 2**. L'extrait aqueux possède des teneurs plus élevées que les extraits éthanolique et hydro-éthanolique. De façon générale, il apparait que dans tous les extraits analysés, la teneur des polyphénols a été plus élevée ( $1,9653 \pm 0,1251$  mg EAG/100 ES). Concernant les flavonols, la plus forte teneur a été obtenue avec l'extrait hydro-éthanolique ( $0,3727 \pm 0,03853$  mg EAG/100 ES). Il est à noter que les tannins possèdent les teneurs les plus faibles quel que soit l'extrait. L'abondance de ces composés chimiques issus du screening phytochimique justifie leurs fortes teneurs. En effet, Les polyphénols et flavonoïdes sont les métabolites les plus répandues dans le règne végétal. Des études similaires ont montré les extraits aqueux possèdent des teneurs élevées en flavonoïdes et polyphénols [22]. Aussi, l'abondance et la forte concentration de ces composés sont fonction de la polarité du solvant. De plus, les composés phénoliques ont le pouvoir de piéger les radicaux libres responsables des phénomènes d'oxydations, ainsi plus les teneurs en composés phénoliques sont important dans un extrait, plus cet extrait a un fort pouvoir antioxydant [21].

**Tableau 2 : Teneurs en polyphénols, tannins, flavonols et flavonoïdes totaux de l'extrait de *Acalypha wilkesiana***

Extraits	Flavonoïdes	Flavonols	Polyphénols	Tannins
Aqueux	$0,1576 \pm 0,01274$	$0,21667 \pm 0,01935$	$1,9653 \pm 0,1251$	$0,0183 \pm 0,0005$
Hydro-éthanolique	$0,24233 \pm 0,006658$	$0,3727 \pm 0,03853$	$1,671 \pm 0,3204$	$0,052 \pm 0,0010$
Ethanolique	$0,015 \pm 0,01836$	$0,0516 \pm 0,005033$	$1,1863 \pm 0,1490$	$0,032 \pm 0,0010$

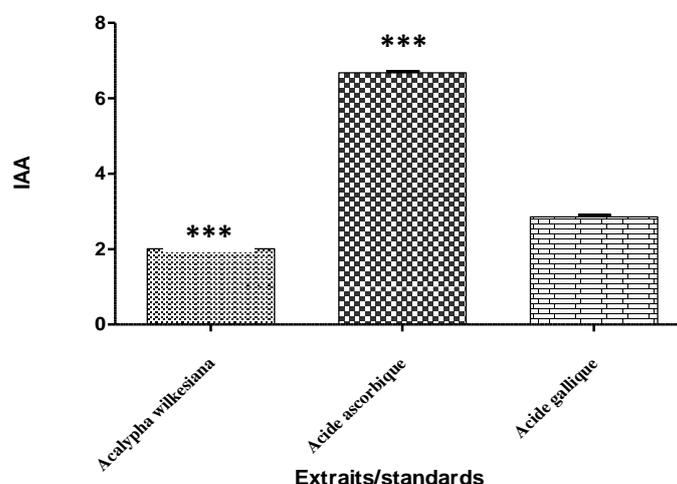
### 3-3. Activité antioxydante

Les radicaux libres sont responsables de plusieurs maladies, il apparait urgent de pouvoir trouver des molécules capables de piéger ces radicaux libres, c'est-à-dire des molécules à activité antioxydante. Ce pouvoir antioxydant s'évalue par l'indice d'activité antioxydante (IAA). L'activité antioxydante de l'extrait de *A. wilkesiana* a été évaluée en référence à l'acide gallique et l'acide ascorbique. Les IC<sub>50</sub> les plus faibles ont été obtenus avec l'acide ascorbique (14,973) comparé à ceux de l'extrait et l'acide gallique (respectivement 33,187 et 34,992) (**Tableau 3**). L'extrait aqueux de *A. wilkesiana* a présenté une forte activité antioxydante ( $2,008 \pm 0,2266$ ) proche de celle de l'acide gallique ( $2,857 \pm 0,0429$ ). Selon le test de Dunnet, il n'apparait aucune différence significative entre l'extrait et l'acide gallique qui est une substance de référence (**Tableau 3**). Quant à l'acide ascorbique, elle a présenté une activité antioxydante plus forte que celles l'extrait aqueux et l'acide gallique ( $6,678 \pm 0,0454$ ) (**Tableau 3**). Les indices d'activités antioxydants (IAA) de l'extrait de *A. wilkesiana* et des références sont présentés à la **Figure 1**. Les résultats montrent que l'extrait aqueux de *A. wilkesiana* possède un indice d'activité antioxydant (IAA) élevé. En effet, pour un IAA inférieur à 0,5 l'activité antioxydante est dite faible, pour IAA compris entre 0,5 et 1 on parle d'activité antioxydante modérée, pour un IAA compris entre 1 et 2 on parle d'activité antioxydante élevée et pour un IAA supérieur à 2 l'activité antioxydante est dite très élevée [14]. Cet indice serait dû aux fortes teneurs en polyphénols et flavonoïdes de l'analyse quantitative et la présence de plusieurs métabolites issus du screening phytochimique. En effet, il existe une corrélation entre les teneurs en phénols totaux et l'activité antiradicalaire [23], car pour neutraliser les radicaux libres, il est nécessaire qu'une molécule cède facilement un électron. De plus, les groupements fonctionnels présents dans les composés phénoliques (flavonoïdes, tannins, stérols) ont effectivement la capacité de céder un électron ou un proton pour neutraliser les radicaux libres [23,24]. L'activité antioxydante d'un extrait de plante résulte de la capacité de cette dernière à piéger les radicaux libres, ce qui lui confère une grande importance dans la lutte contre les maladies cardiovasculaires [23].

**Tableau 3 : Activité antioxydante de l'extrait de *Acalypha wilkesiana***

Extraits/Standards	Équations	R <sup>2</sup>	IC50 (µg/mL)	IAA
<i>Acalypha wilkesiana</i>	$y = 0,7x + 26,769$	0,6597	33,187	$2,008 \pm 0,2266$
Acide ascorbique	$y = 0,7633x + 38,571$	0,836	14,973	$6,678 \pm 0,0454$
Acide gallique	$y = 0,9592x + 16,435$	0,5396	34,992	$2,857 \pm 0,0429$

IAA : Indice de l'Activité Antioxydant



**Figure 1 : Indice d'activité antioxydante de l'extrait et des standards**

L'abondance en polyphénols, flavonols et flavonoïdes et leurs propriétés antioxydantes réduisent l'absorption du cholestérol-LDL, qui par conséquent diminue le risque de formation de plaques vasculaires d'athérome, un facteur qui déclenche l'hypertension artérielle [18, 25]. Aussi, les flavonoïdes, les polyphénols sont connus pour améliorer le profil des lipides sanguins, à augmenter la vasomotricité de l'endothélium, à réduire la pression sanguine et à ralentir le développement des lésions d'athérosclérose [26]. Quant aux coumarines, elles auraient les propriétés vasodilatatrices [27] et hypotensives [28].

#### 4. Conclusion

Le travail avait pour but l'étude phytochimique et l'évaluation des propriétés antioxydantes de l'extrait de feuilles de *Acalypha wilkesiana*. L'étude phytochimique des extraits a révélé la présence de métabolites secondaires (tannins, coumarines, polyphénols, alcaloïdes, composés anthracéniques, stérols, terpènes et flavonoïdes) et une teneur élevée en polyphénols et flavonoïdes. Quant à l'activité antioxydante, basée sur le piégeage du DPPH, a montré un fort pouvoir antioxydant avec un indice supérieur à 2. Au terme de cette étude, nous retenons que toute activité biologique est fonction de la présence de certains métabolites dans certains organes de la plante. Des recherches supplémentaires sont nécessaires afin d'identifier, d'isoler les molécules ayant des propriétés pharmacologiques.

#### Références

- [1] - OMS, Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. WHO/EDM/TRM, (2002)
- [2] - OMS, The World Health Report Bridging the Gaps. WHO, Geneva, (1995) 1 - 188
- [3] - A. N. LEPENGUE, J. F. YALA, A. SOUZA and B. MBATCHI, *European Science Journal*, 14 (2018) 1857 - 7881
- [4] - G. NSI AKOUÉ, L. C. OBAME, J. P. ONDO, I. BRAMA, E. S. OTOGO N'NANG, S. Y. TAPOYO and A. SOUZA, *International Journal of Biomolecules and Biomedicine*, 3 (3) (2013) 1 - 8
- [5] - C. KOEHLIN-RAMONATXO, *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20 (2006) 165 - 177
- [6] - D. I. VÂRBAN, M. DUDA, R. VÂRBAN and S. MUNTEAN, *Agriculture*, 66 (2) (2009) 225 - 229
- [7] - C. SERGEANT, C. HAMON, M. SIMONOFF, J. CONSTANS, C. CONRI, C. PEUCHANT, M.C. DELMAS- BEAUVIEUX, C. CLERC, J. L. PELLEGRIN, B. LENG, I. PELLEGRIN and H. FLEURY, *New York Basel-Hong Kong*, (1998) 409 - 427
- [8] - M. SUHAJ, *Journal Food Composition and Analysis*, 19 (2006) 531 - 537
- [9] - M. B. TADHANI, V. H. PATEL and R. SUBHASH, *Journal Food Composition and Analysis*, 20 (2007) 323 - 329
- [10] - L. E. MENGOME, *Thèse*, (2014) 243 p.
- [11] - R. PARIS and H. MOYSE, Paris, (1969)
- [12] - A. ARVOUET-GRAND, B. VENNAT, A. POURRAT and P. LEGRET, *J. Pharma.*, 49 (1994) 462 - 468
- [13] - N. ALMARAZ-ABARCA, C. MARIA DA GRAÇA, A. DELGADO-ALVARADO, J. A. AVILA-REYES, N. NARANJO-JIMENEZ, J. HERRERA-CORRAL, A. F. TOMATAS, A. J. ALMEIDA and A. VIEIRA, *Polibotanica*, (2007) 37 - 55
- [14] - R. SCHERER, and H. T. GODOY, Antioxidant activity index (IAA) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food and Chemistry*, 112 (3) (2009) 654 - 658
- [15] - D. MERGHACHE and Z. BOUCHERIT, *Phytotherapie*, 10 (2012) 215 - 221
- [16] - S. Y. AMINA, S. IBRAHIM, H. YUSUF and L. K. IBRAHIM, *Journal of Pharmacology Chemistry and Biology Science*, 5 (2) (2017) 103 - 107
- [17] - B. IBRAHIM, N. C. ATTÉKÉ, S. MOUNGENGUI, N. A. LÉPENGUÉ, A. Y. ISSEMBÉ, N. G. AKOUÉ, A. SOUZA and B. M'BATCHI, *Medicinal and aromatic plants*, 5 (2015) 1
- [18] - C. MORAND and D. MILENKOVIC, *Innovations Agronomiques.*, 42 (2014) 47 - 62
- [19] - U. E. ODOH, R. I. NDUBUOKWU, S. I. INYA-AGHA, P. O. OSADEBE, P. F. UZOR and M. EZEJIOFOR, *Scientific Research and Essays*, 9 (7) (2014) 204 - 212

- [20] - L. KHANTOUCHE and M. ABDERABBA, *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 12 (1) (2018) 68 - 74
- [21] - H. TALBI, A. BOUMAZA, K. EL-MOSTAFA, J. TALBI and A. HILALI, *Journal of Material and Environmental Science*, 6 (4) (2015) 1111 - 1117
- [22] - S. M. MOHSEN and S. M. A. AMMAR, *Food Chemistry*, 112 (2009) 595 - 598
- [23] - C. ZONGO, A. SAVADOGA, L. OUATTARA, H.N. BASSOLE, C. A. T. OUATTARA, A. S. OUATTAR, N. BARRO, J. KOUDOU and A. S. TRAORÉ, *International Journal of Pharmacology*, 6 (6) (2010) 880 - 887
- [24] - C. W. CHEN and C. T. HO, *Journal of Lipids*, 2 (1995) 35 - 46
- [25] - A. CHANET, D. MILENKOVIC, C. MANACH, A. MAZUR and C. MORAND, *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 60 (2012) 8809 - 8822
- [26] - D. DEL RIO, A. RODRIGUEZ-MATEOS, J. P. SPENCER, M. TOGNOLINI, G. BORGES and A. CROZIER, *Antioxidant and Redox Signaling*, 18 (2013) 1818 - 1892
- [27] - D. DELIORMAN, I. CALIS, E. FATMA, U. B. SÖNMEZ, B. KEMAL and K. IKER, *Journal of Ethnopharmacology*, 72 (2000) 323 - 329
- [28] - M. M. GONZALES, T. TARUMI, H. TANAKA, J. SUGAWARA, T. SWANN-STERNBERG, K. GOUDARZI and A. P. HALEY, *Brain and Cognition*, 73 (2010) 146 - 151