



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude comparative des activités antioxydantes d'extraits éthanoliques de feuilles, d'écorces et de racines de *Cassia sieberiana*

Kodjo Selom EVENAMEDE^{1*}, Kafui KPEGBA¹, Oudjaninyobi SIMALOU¹,
Pakoupati BOYODE¹, Amegnona AGBONON² et Messanvi GBEASSOR²

¹Laboratoire de Chimie Organique et des Substances Naturelles (Lab COSNat),
Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo.

²Laboratoire de Physiologie/Pharmacologie, Faculté des Sciences,
Université de Lomé ; 01 BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo.

*Auteur correspondant ; E-mail: ev_selom@yahoo.fr

RESUME

Dans cet article, les 3 organes de *C. sieberiana* récoltée au Togo ont fait l'objet d'une étude comparative pour la détermination de leur composition phytochimique, teneur en phénols et flavonoïdes totaux, et activités antioxydantes. Le tri phytochimique a été réalisé grâce aux réactions de colorimétrie et précipitation. La teneur en phénols totaux a été déterminée grâce au réactif du Folin-Ciocalteu et celle des flavonoïdes par $AlCl_3$. L'activité antioxydante a été évaluée par les méthodes de DPPH et FRAP. Les résultats obtenus ont montré que les 3 organes de la plante contiennent des grands groupes chimiques, tels que les flavonoïdes, tanins et saponosides. Les teneurs en phénols totaux des extraits éthanoliques sont (en mg EAG/g) de $276,62 \pm 26,120$ (feuilles) ; $345,04 \pm 3,160$ (écorces) ; $327,16 \pm 3,990$ (racines). Celles des flavonoïdes totaux sont (en mg EQ/g) de $34,134 \pm 4,324$ (feuilles) ; $36,430 \pm 2,022$ (écorces) et $37,270 \pm 2,216$ (racines). Les extraits éthanoliques des 3 organes ont un pouvoir antioxydant appréciable. En conclusion, les résultats obtenus révèlent que les racines et écorces ont des activités antioxydantes semblables, toutefois ne permettent pas à ce stade de la recherche de préciser l'organe approprié pouvant remplacer les racines.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Cassia sieberiana* ; composition phytochimique activité antioxydante ; phénols totaux.

Comparative antioxidant potential study of different part of *Cassia sieberiana*

ABSTRACT

In this article, the 3 organs of *C. sieberiana* harvested in Togo were the subject of a comparative study for the determination of their phytochemical composition, content of total phenols and flavonoids, and antioxidant activities. Phytochemical composition was carried out by colorimetric and precipitation reactions. The total phenol content was determined by Folin-Ciocalteu reagent and total flavonoids by $AlCl_3$. Antioxidant activity was evaluated by DPPH and FRAP methods. The results obtained showed that the 3 organs of the plant contain large chemical groups, such as flavonoids, tannins and saponosides. The total phenol contents of the ethanolic extracts are (in mg EAG / g) of 276.62 ± 26.120 (leaves); 345.04 ± 3.160 (barks); 327.16 ± 3.990 (roots). Those of the total flavonoids are (in mg Eq / g) $34,134 \pm 4,324$ (leaves); $36,430 \pm 2,022$ (barks) and $37,270 \pm 2,216$ (roots). The ethanolic extracts of the 3 organs have an appreciable antioxidant power. In

conclusion, the results obtained reveal that the roots and barks have similar antioxidant activities, however do not allow at this stage of research to specify the appropriate organ that can replace the roots.
© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Cassia sieberiana*; phytochemical composition; antioxidant activity; total phenols

INTRODUCTION

Depuis des siècles, les produits naturels constituent une source importante pour la recherche de nouveaux composés actifs utilisés pour soigner de nombreuses maladies (Mpiana et al., 2009 ; Saloufou et al., 2017). Nombre de travaux ont été réalisés sur des propriétés biologiques d'extraits de certaines plantes et ont permis la découverte de nombreux principes actifs utilisés en médecine moderne pour la synthèse des médicaments (Gbenou et al., 2011). La quinine, la théophylline, la morphine, la digoxine, la doxorubicine et la vitamine A sont, entre autres, des exemples. Ainsi, on estime qu'environ plus de la moitié des molécules bioactives en usage clinique provient des plantes.

Les organes des plantes participent à différentes fonctions avec des réactions physico-chimiques et métaboliques variables. Ces variabilités métaboliques sont les réponses d'adaptation physiologiques face aux conditions environnementales et aux stress (Garrett et al., 2006). Les parties aériennes des plantes sont le siège de la photosynthèse et sont exposées aux stress solaires dont celui des rayons ultraviolets. Les racines sont les organes qui procurent aux plantes de l'eau et des substances minérales ; elles sont exposées aux taux de salinité et surtout au pH du sol (Chetto et al., 2015). Le tronc et les tiges sont les organes de transport entre les parties aériennes et les racines et sont soumis non seulement aux stress solaires mais aussi aux forces engendrées par le vent. De plus, les organes des plantes sont soumis à des stress biotiques d'origines microbiennes et virales (phytoplasmes, spiroplasmes et phytovirus : virus mosaïque). Tous ces stress peuvent entraîner la formation des radicaux libres conduisant à la synthèse des substances de détresse qui peuvent provoquer le

flétrissement des parties non-ligneuses aboutissant ainsi à la fanaison et/ou à la mort de la plante. Les radicaux libres peuvent aussi affecter l'intégrité et la stabilité génétique des plantes (Garrett et al., 2006).

Malgré la constance des stress, les plantes peuvent survivre, se développer et se multiplier en synthétisant les substances antiradicalaires. Les plantes sont donc des sources naturelles des substances antioxydantes qui sont destinées à les protéger contre les stress (Saar et al., 2015).

Le règne végétal n'est pas le seul stressé par les facteurs abiotiques et biotiques. L'organisme des mammifères produit quotidiennement des radicaux libres, qui sont des composés instables très réactifs comportant un électron célibataire. La plupart des pathologies ont pour cause ultime des radicaux libres. Pour se stabiliser, les radicaux libres attaquent certaines molécules biologiques en créant d'autres radicaux libres et déclenchent ainsi des réactions en chaîne ayant pour conséquence l'endommagement de nombreux composants cellulaires tels que les protéines, les lipides ou l'ADN (Milane, 2004). Ces radicaux libres seraient à l'origine de certaines maladies chroniques (maladies cardiovasculaires, cancéreuses et neurodégénératives) ainsi que du vieillissement (Pastre, 2005). Les capteurs de radicaux libres ont pour rôle de réduire la nocivité de ces derniers, de stopper ce processus en neutralisant ces espèces très réactives. Ces capteurs sont, depuis quelques années, des molécules antioxydantes de synthèse. Cependant l'utilisation des molécules antioxydantes d'origine synthétique est actuellement remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels qu'elles peuvent constituer. C'est pour cela que de nouvelles sources d'antioxydants naturels sont activement recherchées (Suhaj, 2006; Tadhani

et al., 2007). Les regards se tournent alors, de plus en plus, vers les plantes médicinales pourvoyeuses de substances bioactives. L'une des plantes qu'on pourrait utiliser pour lutter contre ce stress serait *Cassia sieberiana* car une étude antérieure a révélé que l'extrait éthanolique de ses racines possède des propriétés antioxydantes avérées (Kpegba et al., 2011).

Cassia sieberiana est une plante largement utilisée dans la médecine traditionnelle en raison de ses propriétés fébrifuge, anti-ictérique, diurétique, dépurative, aphrodisiaque, antianémique, laxative (Radji et Kokou, 2013), antipaludique (Asase, 2005) et antioxydante (Kpegba et al., 2011). Ces propriétés sont le plus souvent attribuées principalement aux différents groupes chimiques contenus dans les organes de la plante à l'issue du métabolisme secondaire. Beaucoup d'études ont montré que c'est la racine qui est l'organe le plus utilisé en pharmacopée traditionnelle pour soigner ces pathologies précédemment énumérées (Nartey et al., 2012). Au Togo, l'utilisation à outrance des racines de cette plante en médecine traditionnelle conduit entre autres à la disparition de la plante, étant donné que parfois, c'est toute la plante qui est arrachée après la récupération de ses racines.

Dans l'hypothèse que la racine de *Cassia sieberiana* pourrait être substituée par son écorce ou ses feuilles, dans l'intérêt de préserver la biodiversité, ce travail a été réalisé en vue de comparer les compositions phytochimiques, ainsi que les activités antioxydantes des extraits éthanoliques des racines, écorces et feuilles de cette plante.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

La plante *Cassia sieberiana* a été récoltée en septembre 2013 à Danyi, dans la région des Plateaux au Togo. La plante a été identifiée (# 2541) par le Département de Botanique de la Faculté Des Sciences de l'Université de Lomé au Togo. Les feuilles, écorces et racines de la plante ont été ensuite séchées, finement broyées et conservées à

l'abri de la lumière et de l'humidité pour des analyses ultérieures.

Préparation des extraits éthanoliques

Une prise de 200 g de poudre (feuilles, écorces et racines) a été mise en macération dans 2 L d'éthanol à 96% sous agitation pendant 72 heures. Après filtration du mélange obtenu, le solvant est évaporé sous pression réduite à 30 °C à l'aide d'un évaporateur rotatif (Büchi, Suisse). L'extrait a été récupéré à sec et conservé au congélateur pour des analyses ultérieures.

Screening phytochimique

Les grands groupes chimiques de la plante ont été déterminés par une étude basée sur des tests de solubilité, des réactions de coloration et de précipitation ainsi que par des examens en lumière ultra violette, selon les méthodes décrites dans la littérature (Mbodj, 2003 ; Khaldi et al., 2012).

Dosage des phénols totaux

La teneur en phénols totaux des extraits a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Al-Farsi et al., 2005 ; Agbonon et Gbeassor, 2009). Une quantité de 100 µL de l'extrait (1 mg/mL) est mélangée avec 750 µL du réactif de Folin-Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué). Après 5 minutes de réaction, 750 µL de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 60% ont été ajoutés au mélange précédent. L'ensemble a été incubé à température ambiante pendant 90 min et la lecture a été effectuée à 765 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre UV-V de typThermo Fisher Scientific. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par g d'extrait (mg EAG/g).

Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux des extraits a été déterminée en utilisant la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (Kim et al., 2003 ; Bougandoura et Bendimerad, 2013). Une quantité de 100 mL de l'extrait a été mélangée avec 0,4 mL d'eau distillée et par la suite avec 0,03 mL

d'une solution de nitrite de sodium NaNO_2 à 5%. Après 5 min, 0,02 mL d'une solution d' AlCl_3 à 10% a été ajouté. On a additionné au mélange précédent 0,2 mL de solution de Na_2CO_3 (1 M) et 0,25 mL d'eau distillée après 5 min de repos. L'ensemble a été finalement agité à l'aide d'un vortex et l'absorbance a été mesurée à 510 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine par g d'extrait (mg EQ/g).

Activité antioxydante

Test au DPPH

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyle) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. Il absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 517 nm. Le protocole expérimental suivi pour étudier l'activité du piégeage du radical libre DPPH est celui décrit par McCune et Johns (2002), légèrement modifié par Dosseh et al. (2014).

Test FRAP (Ferric Reducing Ability Power)

Le pouvoir réducteur du fer III dans les extraits a été déterminé selon les méthodes décrites dans la littérature (Benzie et Strain, 1996 ; Agbonon et al., 2009).

RESULTATS

Screening phytochimique

Le screening phytochimique réalisé a montré que les feuilles, les écorces et les racines de *Cassia sieberiana* contiennent des flavonoïdes, anthraquinones, tanins, composés réducteurs, mucilages et coumarines. Cependant des quinones libres et des alcaloïdes sont absents dans les trois parties de la plante. Des anthocyanes sont présents dans les feuilles et écorces ; par contre ils sont absents dans les racines (Tableau 1).

Dosage des phénols totaux

La teneur en phénols totaux estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu pour chaque extrait a été rapportée en mg

équivalent d'acide gallique/g d'extrait sec. Les résultats montrent que les extraits éthanoliques des feuilles, écorces et racines de *Cassia sieberiana* contiennent de fortes teneurs en phénols totaux, soit respectivement (en EAG/g) : $276,62 \pm 26,120$; $345,04 \pm 3,16$ et $327,16 \pm 3,99$ (Figure 1).

Dosage des flavonoïdes totaux

Les résultats obtenus après le dosage des flavonoïdes dans les extraits issus des différents organes de la plante, en utilisant la méthode de trichlorure d'aluminium, ont été rapportés sur la Figure 2. L'extrait des feuilles a une teneur (en mg EQ/g) de $34,134 \pm 4,342$; celle des écorces est de $36,430 \pm 2,022$; tandis que celle des racines est de $37,270 \pm 2,216$.

Test de réduction du radical DPPH

Les résultats obtenus lors du dosage des différents extraits par le radical DPPH sont consignés sur la Figure 3. Les valeurs de l'IC₅₀ obtenues sont (en $\mu\text{g/mL}$) : $43,79 \pm 1,342$; $43,39 \pm 2,313$ et $47,44 \pm 4,342$, respectivement pour les écorces du tronc, les racines et les feuilles. La quercétine ($17,19 \pm 1,690 \mu\text{g/mL}$) a été utilisée comme molécule de référence.

Test FRAP

Le test de réduction du fer a été effectué pour mesurer l'activité antioxydante des extraits éthanoliques de *Cassia sieberiana*. La présence des réducteurs dans les extraits a donc provoqué la réduction de l'ion Fe^{3+} (complexé) en ion Fe^{2+} . Les résultats obtenus sont présentés sur la Figure 4.

Corrélation entre activité antioxydante et phénols totaux

Un coefficient de corrélation (Figure 5) a été établi entre la teneur des extraits de *Cassia sieberiana* en polyphénols dont l'équation de droite est : $y = 0,00249 x + 1,41$ (avec $R^2 = 0,996$).

Tableau 1 : Résultats de screening phytochimique des trois parties de la plante.

Famille recherchée	Feuille	Ecorce	Racine
Alcaloïdes	-	-	-
Flavonoïdes	+	+	+
Saponosides	+	+	+
Hétérosides cardiotoniques	+	+	+
Antraquinones	+	+	+
Tanins	+	+	+
Anthocyanes	+	+	-
Quinones libres	-	-	-
Composés réducteurs	+	+	+
Mucilage	+	+	+
Coumarines	+	+	+

(-) = Réaction négative ; (+) = Réaction positive.

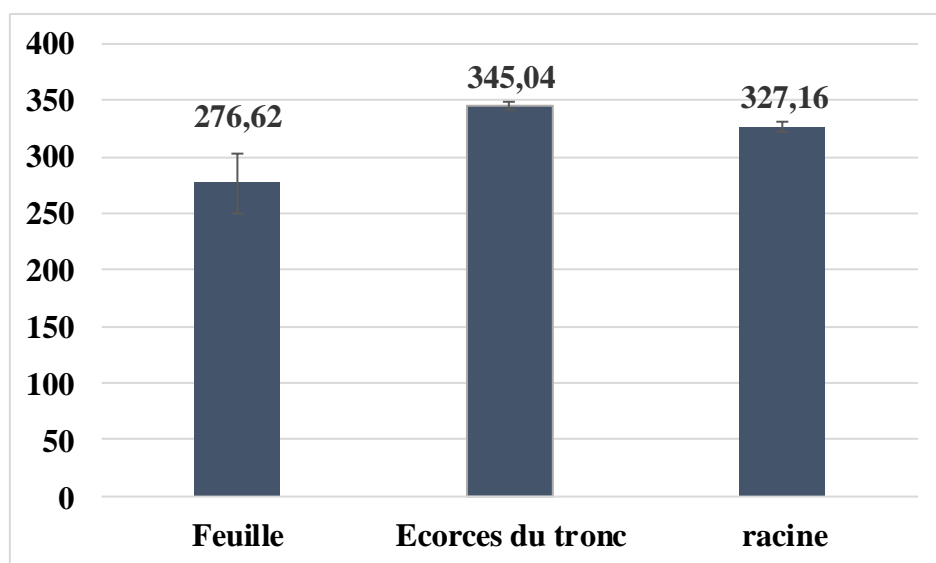


Figure 1 : Quantité de polyphénols (mg EAG/g).

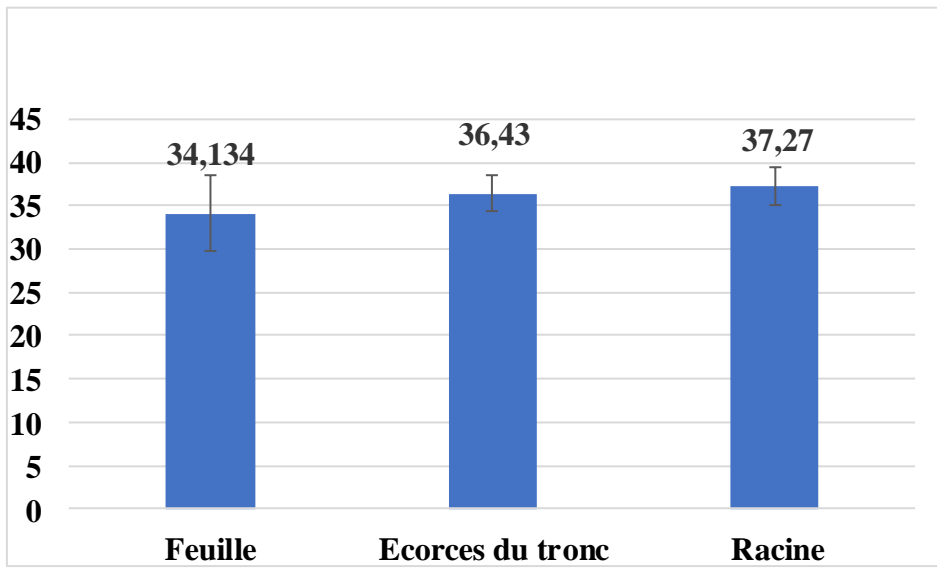


Figure 2 : Quantité de flavonoïdes (mg EQ/g).

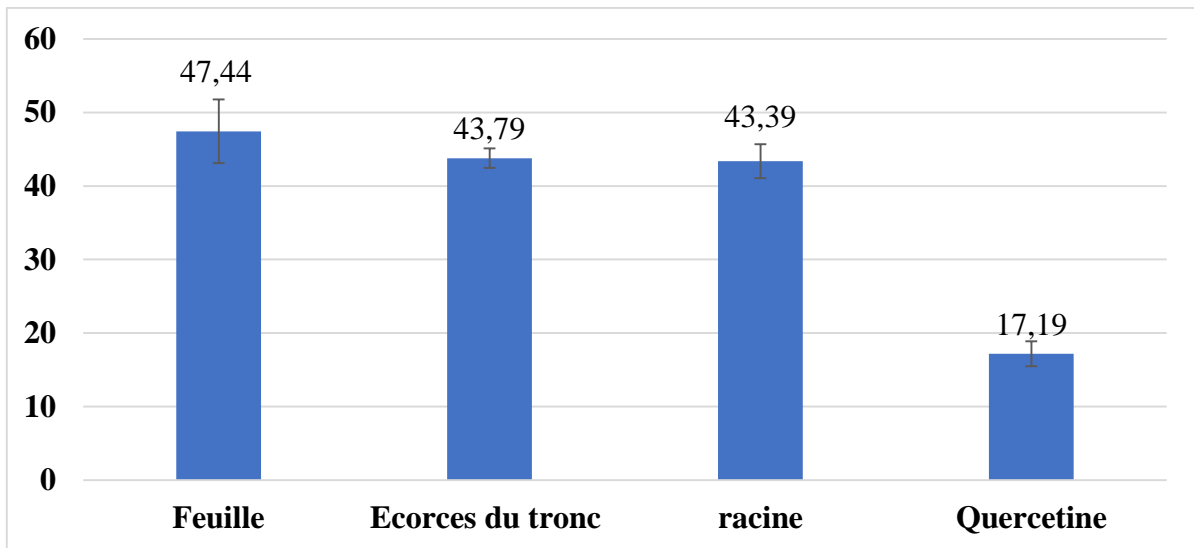


Figure 3 : DPPH : IC50 (µg/ml).

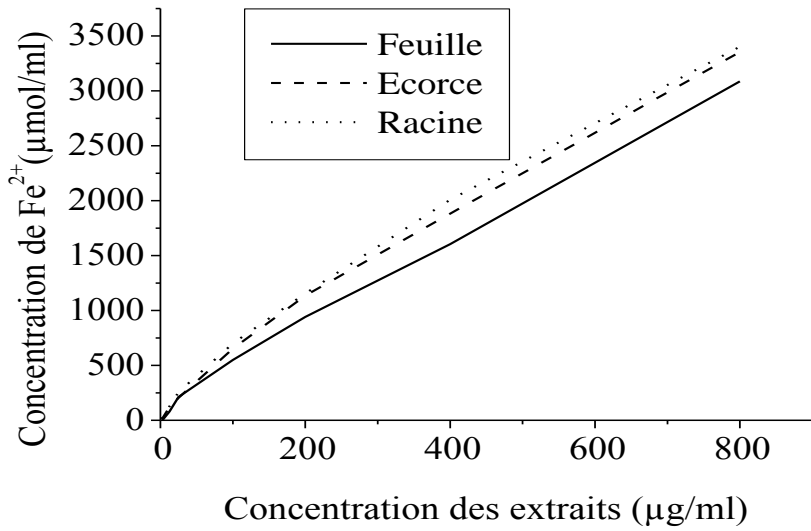


Figure 4 : Comparaison du pouvoir réducteur des extraits.

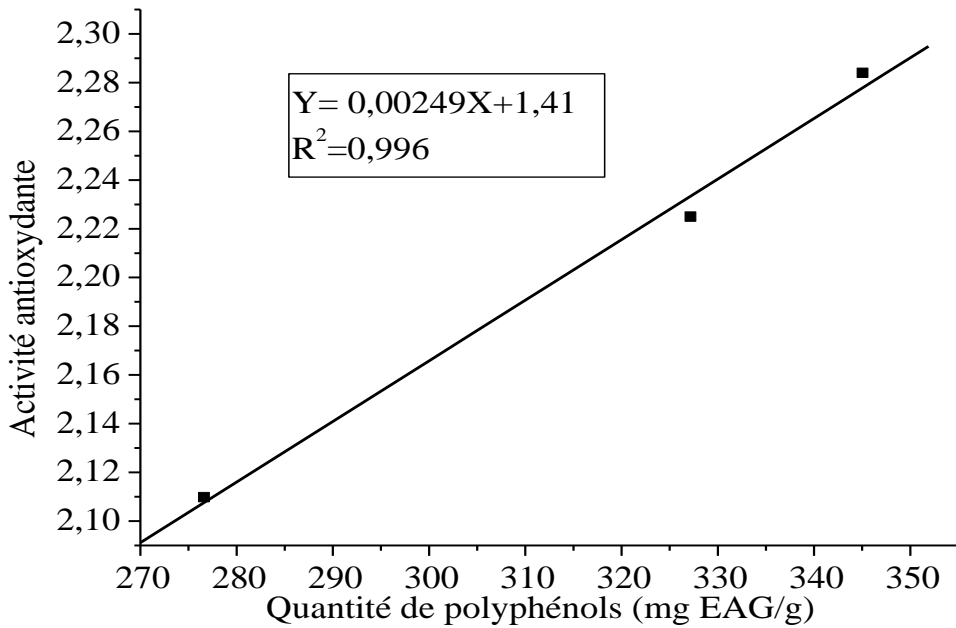


Figure 5 : Corrélation entre phénols totaux et activité antioxydante.

DISCUSSION

Les objectifs de ce travail étaient de réaliser une étude comparative du screening phytochimique et de mettre en évidence l'activité antioxydante des extraits éthanoliques issus des racines, écorces et feuilles de *C. sieberiana*. Les molécules présentes dans les espèces végétales ont une importance pour le traitement de certaines pathologies et une exploitation non judicieuse des organes des plantes médicinales pourrait compromettre la préservation de la biodiversité. Le screening phytochimique réalisé sur les différents organes de *C. sieberiana* a montré que les feuilles, écorces et racines de cette espèce contiennent des flavonoïdes, anthraquinones, tanins, composés réducteurs, les mucilages et coumarines. Cependant il est à noter l'absence des quinones libres et des alcaloïdes dans les trois parties de la plante. Des anthocyanes sont présents dans les feuilles et écorces ; par contre ils sont absents dans les racines (Tableau 1).

Les travaux d'Asase et al. (2008) ont également montré que les écorces, racines et feuilles de la même espèce provenant du Ghana contiennent aussi des flavonoïdes. Les alcaloïdes sont fortement présents dans l'espèce du Ghana par contre ils sont absents dans *C. sieberiana* du Togo. Les résultats obtenus à partir des racines et écorces du Togo sont similaires à ceux de Nuhu et al. (2015) qui ont révélé pratiquement la même composition des métabolites secondaires dans l'espèce récoltée (racines et écorces) dans l'état de Sokoto, au nord du Nigéria. Néanmoins, ces auteurs ont trouvé une faible teneur d'alcaloïdes.

La richesse de l'espèce *C. sieberiana* en ces grands groupes de composés chimiques actifs pourrait alors justifier l'utilisation traditionnelle de cette plante pour soigner de nombreuses maladies telles que : la constipation, l'hypertension, le paludisme (Asase et al., 2005) et la stérilité féminine (Kpegba et al., 2011). En effet, d'autres

auteurs ont aussi montré que les différents types de composés chimiques mis en évidence dans les écorces, racines et feuilles de cette plante ont des effets thérapeutiques avérés (Nacoulma, 1996; Nene Bi et al., 2008).

Les résultats du dosage des phénols totaux (Figure 1) ont montré que les extraits éthanoliques de la plante sont riches en ces composés. Il faut quand même relever que les extraits éthanoliques des écorces du tronc sont les plus riches en phénols totaux avec une valeur de $345,04 \pm 3,16$ mg EAG/g. L'extrait éthanolique des feuilles contient moins de phénols totaux ($276,62 \pm 26,120$ mg EAG/g) comparativement aux extraits éthanoliques des racines ($327,16 \pm 3,99$ EAG/g).

Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la teneur en composés phénoliques. Différentes études ont montré que les facteurs extérieurs (facteurs géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais aussi le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur la teneur en polyphénols (Aganga et Mosase 2001; Bouzid et al., 2010 ; Merouane et al., 2014 ; El Hazzat et al., 2015).

L'analyse de la Figure 2, a montré que la teneur en flavonoïdes totaux varie légèrement d'un extrait éthanolique d'un organe de la plante à un autre. C'est la racine qui a enregistré la plus forte teneur en flavonoïdes totaux ($37,270 \pm 2,216$ mg EQ/g), suivie de l'écorce de ($36,430 \pm 2,022$ mg EQ/g). Les feuilles de *Cassia sieberiana* sont les moins riches en flavonoïdes totaux ($34,134 \pm 4,342$ mg EQ/g). En exprimant, pour les feuilles, écorces et racines de *C. sieberiana*, les pourcentages des flavonoïdes totaux de chaque extrait par rapport à la masse de phénols totaux obtenue sont respectivement de 12,34% ; de 10,56% et de 11,38%.

Vu ces résultats, l'extrait éthanolique des feuilles de *C. sieberiana* a un taux très élevé en flavonoïdes par rapport aux deux autres organes de la plante. Cette inégale répartition des flavonoïdes pourrait s'expliquer par le fait que les feuilles sont plus

exposées à l'ensoleillement solaire que les autres organes de la plante. En effet, les flavonoïdes assurent la protection des tissus de la plante contre les effets nocifs du rayonnement solaire (Gehin et al., 2006). La présence des flavonoïdes dans les trois organes de la plante pourrait faire penser que la plante possède des activités anti-inflammatoires ; elle jouerait un rôle positif dans le traitement des maladies cardiovasculaires et neurodégénératives et aurait également une activité antitumorale (Badiaga, 2011).

Les valeurs d'IC₅₀ (concentration inhibitrice à 50%) obtenues (Figure 3) permettent de classer la capacité de piégeage du radical DPPH par les extraits testés par rapport à la quercétine et entre elles. Les extraits éthanoliques des écorces du tronc (IC₅₀: 43,79 ± 1,342 µg/mL) et racines (IC₅₀: 43,39 ± 2,313 µg/mL) ont une activité antiradicalaire semblable. Ces deux extraits sont plus antioxydants que l'extrait éthanolique de la feuille (IC₅₀: 47,44 ± 4,342 µg/mL), le pouvoir antioxydant étant inversement proportionnel à la valeur de l'IC₅₀. La quercétine ayant l'IC₅₀ le plus faible, soit 17,19 ± 1,690 µg/mL, possède alors la plus grande activité antiradicalaire comparativement aux autres extraits éthanoliques testés. Les trois extraits sont moins antioxydant par rapport à la quercétine prise comme la molécule de référence pour le test au DPPH, puisque l'activité antiradicalaire de la quercétine est 2,5 fois plus élevée comparativement aux extraits éthanoliques testés.

Le pouvoir réducteur des extraits de la plante est dose dépendante (concentration dépendante). A la concentration de 100 µg/mL, le pouvoir réducteur de l'extrait éthanolique des racines est meilleur avec une concentration en ion Fe²⁺ égale à 699,838 µmol/mL. Les extraits éthanoliques des écorces et feuilles donnent une concentration en ion Fe²⁺ (en µmol/mL) respectivement égale à 652,477 et 549,654.

L'extrait éthanolique des racines est plus actif au test FRAP par rapport à l'extrait éthanolique de l'écorce et de la feuille confirmant ainsi les résultats de la méthode de réduction du DPPH. La présence des réducteurs dans les extraits de la plante provoque la réduction de l'ion Fe³⁺ à la forme Fe²⁺. Le pouvoir réducteur des extraits de *C. sieberiana* est probablement dû à la présence de groupements hydroxyles dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneur d'électrons. Les antioxydants sont considérés comme des réducteurs et inactivateurs des oxydants (Al-Farsi et al., 2005).

Le coefficient de corrélation (Figure 5) établi entre la teneur des extraits de *C. sieberiana* en polyphénols et l'activité antioxydante est fortement significatif (R² = 0,996) indiquant que 99,6% de la capacité antioxydante des extraits, sont dus à la contribution des composés phénoliques qui sont les antioxydants dominants dans ces extraits. La teneur en phénols totaux des extraits de *C. sieberiana* s'est corrélée significativement avec leurs activités antiradicalaires. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par d'autres auteurs qui ont démontré une corrélation positive entre la teneur totale des composés phénoliques et l'activité antioxydante (Djeridane et al., 2006; Wong et al., 2006 ; Turkmen et al., 2007 ; Wojdylo et al., 2007). Le niveau de corrélation entre le contenu phénolique et l'activité antioxydante est un aspect à ne pas négliger, car on doit considérer que les composés phénoliques répondent différemment dans l'analyse, selon le nombre de groupes phénoliques et que les composés phénoliques totaux n'incorporent pas nécessairement tous les antioxydants qui peuvent être présents dans un extrait (Athamena et al., 2010).

Conclusion

Dans ce travail, il est effectué une étude phytochimique sur les différentes familles des composés existant dans les extraits d'organes de *C. sieberiana*. La détermination des grands groupes chimiques de ces extraits effectuée contribue à leur valorisation dans le dessein d'une meilleure exploitation de la plante. L'étude de l'activité antioxydante des extraits issus des racines, écorces et feuilles de *C. sieberiana* selon les méthodes FRAP et de DPPH montre que les trois extraits éthanoliques possèdent des activités antioxydantes appréciables. Par ailleurs les activités antioxydantes de ces différents extraits sont en grande partie liées aux phénols totaux. L'ensemble des résultats obtenus révèle que les racines et les écorces ont des activités antioxydantes semblables, toutefois ne permet pas à ce stade de la recherche de préciser l'organe (feuilles ou écorces) pouvant remplacer les racines.

CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les auteurs EKS, KK et SO ont contribué également à cette étude.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Laboratoire de Chimie Organique des Substances Naturelles (Lab COSNat) et le laboratoire de Physiologie/Pharmacologie des Substances Naturelles pour avoir servi de cadre d'études.

REFERENCES

- Aganga AA, Mosase KW. 2001. Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*, **91**: 107-113.
- Agbonon A, Gbeassor M. 2009. Hepatoprotective effect of *Lonchocarpus sericeus* leaves in CCl₄-induced liver damage. *Journal of Herb Species and Medicinal Plant*, **15**: 216-226.
- Al-Farsi M, Alasalvar C, Morris A, Barron M, Shahidi F. 2005. Comparison of Antioxidant Activity, Anthocyanins, Carotenoids, and Phenolics of Three Native Fresh and Sun-Dried Date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties Grown in Oman. *J. Agric. Food Chem*, **53**: 7592-7599. DOI: 10.1021/jf050579q.
- Asase A, Kokubun T, Grayer RJ, Kite G, Simmonds MSJ, Oteng-Yeboah AA and Odamtten GT. 2008. Chemical Constituents and Antimicrobial Activity of Medicinal Plants from Ghana: *Cassia sieberiana*, *Haematostaphis barteri*, *Mitragyna inermis* and *Pseudocedrela kotschyi*. *Phytother. Res.*, **22**: 1013-1016. DOI: 10.1002/ptr.2392
- Asase A, Oteng-Yeboah AA, Odamtten GT and Simmonds MS. 2005. Ethnobotanical study of some Ghanaian anti-malarial plants. *J Ethnopharmacol.*, **99**(2):273-279. DOI: 10.1016/j.jep.2005.02.020
- Athamena S, Chalghem I, Kassah-Laouar A, Laroui S, Khebri S. 2010. Activite antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, **11**: 69-80.
- Badiaga M. 2011. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclealatifolia smith* une plante médicinale Africaine récoltée au Mali. Thèse de Doctorat, Université de Bamako, Bamako, p.134.
- Benzie FF, Strain JJ. 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, **239**: 70-76. DOI:10.1006/abio.1996.0292.
- Bougandoura N, Bendimerad N. 2013. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de

- Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq. *Nature & Technologie*, **9** : 14-19.
- Bouزيد W, Yahia M, Abdeddaim M, Aberkane MC, Ayachi A. 2010. Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de *l'aubepine monogyne*. *Lebanese Science Journal*, **12**(1): 59-69.
- Chetto O, Dambier D, Fadli A, Benkirane R, Talha A, Benyahia H. 2015. Mise au point d'un test in vitro de comportement au sel de quatre génotypes d'agrumes. *Journal of Applied Biosciences*, **88** :8154–8166. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v88i1>
- Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D, Stocker P, Vidal N. 2006. Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem*, **97**: 654-660. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.04.028
- Dosseh K, Kpatcha T, Adjra Y, Idoh K, Agbonon A, Gbeassor M. 2014. Anti-inflammatory effect of *Byrsocarpus coccineus* Schum. And Thonn. (Connaraceae) root. *World Journal of Pharmaceutical Research*, **3**(3): 3585-3598.
- El Hazzat N, Iraqi R, Bouseta A. 2015. Identification par GC-MS et GC-FID-O des composés volatils des olives vertes de la variété « Picholine marocaine » : effet de l'origine géographique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(4) : 2219-2233. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.40>
- Garrett KA, Dendy SP, Frank EE, Rouse MN, Travers SE. 2006. Climate Change Effects on Plant Disease: Genomes to Ecosystems. *The Annual Review of Phytopathology*, **44** : 489-509. DOI: 10.1146/annurev.phyto.44.070505.143420
- Gbenou JD, Ahounou JF, Ladouni P, Agbodjogbe WKDD, Tossou R, Dansou P, Moudachirou M. 2011. Propriétés anti-inflammatoires des extraits aqueux de *Sterculia setigera* Delileet du mélange *Aframomum melegueta* K. Schum – *Citrus aurantifolia* Christm et Panzer. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(2): 634-64. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Gehin A, Guyon C, Nicod L. 2006. Glyphosate-induced antioxidant imbalance in HaCaT: The protective effect of Vitamins C and E. *Environ.Toxicol. Pharmacol.*, **22**: 27-34. DOI : 10.1016/j.etap.2005.11.003.
- Khaldi A, Meddah B, Moussaoui A, Benmehdi H et Gouri S. 2012. Screening Phytochimique et Effet Antifongique de Certains Extraits de Plantes Sur le Développement in Vitro des Moisissures. *European Journal of Scientific Research*, **80**: 311-321.
- Kim DO, Chun OK, Kim YJ, Moon HY, Lee CY. 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric. Food Chem.*, **51**(22): 6509-6515. DOI: 10.1021/jf0343074.
- Kpegba K, Agbonon A, Petrovic AG, Amouzou E, Gbeassor M, Proni G, Nesnas N. 2011. Epiafzelechin from the Root Bark of *Cassia sieberiana*: Detection by DART Mass Spectrometry, Spectroscopic Characterization, and Antioxidant Properties. *Journal of Natural Products*, **74** : 455–459. DOI : 10.1021/np100090e
- Mbodj NA. 2003. Etude de l'activité antidiabétique des extraits acétoniques, méthanoliques, et hexaniques de *Vernonia colorata* (Willd.) Drake composées chez les rats wistars. Thèse de docteur, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, p.57.
- Mpiana PT, Balanganayi EK, Kanangila AB, Kalonda EM, Ngbolua KN, Tshibangu DST, Atibu EK, Lumbu JBS. 2009. Activité antidépandocyttaire et thermodégradation des anthocyanes extraits de *Sterculia quinqueloba* et *Ficus capensis*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(3): 551-560. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Mccune LM, Johns T. 2002. Antioxydant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the Indigenous Peoples of the North

- American boreal forest. *J. Ethnopharmacol.*, **82**: 197-205.
- Merouane A, Noui A, Medjahed H, NEDJARI BENHADJ ALI k, Saadi A.2014. Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(4): 1865-1870. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.45>
- Nacoulma-Ouédraogo O. 1996. Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso : cas du Plateau central, Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, p 605.
- Nartey ET, Ofosuhene M, Kudzi W, Agbale CM. 2012. Antioxidant and gastric cytoprotective prostaglandins properties of *Cassia sieberiana* roots bark extract as an anti-ulcerogenic agent. *Complementary and Alternative Medicine*, **12**(65): 1-10. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-65>
- Nene Bi SA, Traore F, Zahoui OS, Soro T Y. 2008. Composition chimique d'un extrait aqueux de *bridelia ferruginea* benth. (euphorbiaceae) et études de ses effets toxicologique et pharmacologique chez les mammifères. Afrique Science: *Revue Internationale des Sciences et Technologie*, **04** (2): 287 - 305.
- Nuhu A, Umar IA, NataaLa SU, Iduh MU, Aminu F. 2015. Anti-plasmodial activity of ethanolic extract of root and stem bark of *Cassia sieberiana* DC on mice. *J. Intercult Ethnopharmacol.*, **4**(2): 96-101. DOI : 10.5455/jice.20141231014333.
- Pastre COJ. 2005. Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques.Thèse de doctorat, Université Paul-Sabatier, Toulouse, p 116.
- Radji R, Kokou K. 2013. «Classification et valeurs thérapeutiques des plantes ornementales du Togo ». *VertigO*, **13**: 1492-8442.
- Saloufou KI, Boyode PB, Simalou O, Elo K, Melila M, Kpegba K, Novidzro KM, Gaslonde T, Michel S.2017. Identification de deux phytostérols biologiquement actifs de l'extrait cyclohexanique des feuilles de *Ficus sur* (Moraceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5): 2510-2520. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.44>
- Sarr SO, Fall AD, Gueye R, DIOP A, Diatta K, DIOP N, Ndiaye B, Diop YM. 2015. Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenacea). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3): 1263-1269. DOI: <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Suhaj M. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis*, **19**: 531-537. DOI: 10.1016/j.jfca.2004.11.005.
- Tadhani, M.B, Patel VH, Subhash R. 2007. In vitro antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**: 323-329. DOI:10.1016/j.jfca.2006.08.004.
- Turkmen N, Velioglu YS, Sari F, Polat G. 2007. Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *Molecules*, **12**: 484-496. DOI: 10.3390/12030484.
- Wojdylo A, Oszmianski J, Czemerz R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem.*, **105**: 940-949. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.04.038.
- Wong CC, Li HB, Cheng KW, Chen FA. 2006. Systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chem.*, **97**: 705-711. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.049.