

## Activité antioxydante et détermination des teneurs en polyphénols et en flavonoïdes totaux de *Bridelia ferruginea* Benth. et *Enantia polycarpa* (DC) Engl. et Diels, deux plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée à Abidjan (Côte d'Ivoire)

AMBE Alain Serge Augustin<sup>1\*</sup>, ODOH Alida Edwige<sup>2</sup>, Yao KANGA<sup>3</sup>, KOUASSI Roland Hervé<sup>1</sup> et ZIRIHI Guédé Noël<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Botanique, Ecole Normale Supérieure, Abidjan, 08 BP 3748 Abidjan 08, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Laboratoire de Pharmacognosie, UFR Sciences Biologiques et Pharmaceutiques, Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>Laboratoire de Botanique, Université Péléforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire.

<sup>4</sup>Laboratoire de Botanique (Unité Ethnobotanique et Substances Naturelles d'Intérêt Thérapeutiques), UFR Biosciences, Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Date de réception : 03 Août 2022 ; Date de révision : 08 Septembre 2022 ; Date d'acceptation : 19 Novembre 2022

### Résumé:

*Bridelia ferruginea* et *Enantia polycarpa* sont deux plantes utilisées en médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire dans le traitement de la diarrhée. Leurs activités antioxydantes ont été évaluées in vitro ainsi que leurs teneurs en flavonoïdes et en polyphénols totaux. Six extraits (totaux aqueux, éthanoliques 70 % et résiduels aqueux) ont été préparés, à partir des écorces de *B. ferruginea* et *E. polycarpa*. La détermination de leur pouvoir antioxydant a été réalisée en utilisant le test de piégeage du radical libre DPPH. Les polyphénols totaux et les flavonoïdes ont été dosés par la méthode spectrophotométrique. Les résultats des dosages effectués sur ces plantes ont révélé une variation de la teneur en phénols totaux de  $4,55 \pm 0,05$  à  $402,65 \pm 1,60$  mg EAG/g et en flavonoïdes totaux de  $4,02 \pm 0,03$  à  $33,56 \pm 0,13$  mg ET/g. Les extraits éthanoliques 70 % ( $402,65 \pm 1,60$  mg EAG/g et  $32,47 \pm 0,13$  mg ET/g) et aqueux ( $113,81 \pm 0,00$  mg EAG/g et  $33,56 \pm 0,13$  mg ET/g) de *B. ferruginea* ont été les plus riches en phénols et en flavonoïdes. Les plus fortes activités antioxydantes  $98,13 \pm 0,37$  % et  $94,94 \pm 0,37$  % ont été respectivement enregistrées au niveau des extraits aqueux et éthanolique 70 % de *B. ferruginea*. Ces pourcentages sont proches de celui de la vitamine C utilisée comme contrôle positif. Par contre, les extraits aqueux ( $13,31 \pm 0,15$  %) et résiduel ( $11,76 \pm 0,07$  %) d'*E. polycarpa* ont donné une faible activité antioxydante. Ces résultats montrent que ces deux espèces pourraient jouer un rôle dans la prévention des maladies liées aux stress oxydatifs.

**Mots clés:** *Bridelia ferruginea*, *Enantia polycarpa*, activité antioxydante, DPPH, polyphénols totaux, flavonoïdes totaux.

## Antioxidant activity and determination of polyphenol and total flavonoid contents of *Bridelia ferruginea* Benth. and *Enantia polycarpa* (DC) Engl. and Diels, two plants used in the traditional treatment of diarrhoea in Abidjan (Ivory Coast)

### Abstract :

*Bridelia ferruginea* and *Enantia polycarpa* are two plants used in traditional medicine in Ivory Coast for the treatment of diarrhoea. Their antioxidant activities were evaluated in vitro as well as their flavonoid and total polyphenol contents. Six extracts (total aqueous, 70% ethanolic and residual aqueous) were prepared from the barks of *B. ferruginea* and *E. polycarpa*. The determination of their antioxidant power was carried out using the DPPH free radical scavenging test. Total polyphenols and flavonoids were determined by the spectrophotometric method. The results of the assays carried out on these plants revealed a variation in the content of total phenols from  $4.55 \pm 0.05$  to  $402.65 \pm 1.60$  mg EAG/g and total flavonoids from  $4.02 \pm 0.03$  to  $33.56 \pm 0.13$  mg TE/g. The 70% ethanolic ( $402.65 \pm 1.60$  mg GAE/g and  $32.47 \pm 0.13$  mg TE/g) and aqueous ( $113.81 \pm 0.00$  mg GAE/g and  $33.56 \pm 0.13$  mg TE/g) extracts of *B. ferruginea* were the richest in phenols and flavonoids. The highest antioxidant activities  $98.13 \pm 0.37$  % and  $94.94 \pm 0.37$  % were recorded in the 70% aqueous and ethanolic extracts of *B. ferruginea* respectively. These percentages are close to that of the vitamin C used as a positive control. On the other hand, the aqueous ( $13.31 \pm 0.15$  %) and residual ( $11.76 \pm 0.07$  %) extracts of *E. polycarpa* gave a low antioxidant activity. These results indicate that these two species could play a role in the prevention of diseases related to oxidative stress.

**Key words:** *Bridelia ferruginea*, *Enantia polycarpa*, antioxidant activity, DPPH, total polyphenols, total flavonoids.

### Introduction

*Bridelia ferruginea* Benth. (Euphorbiaceae) et *Enantia polycarpa* (DC) Engl. et Diels (Annonaceae) sont deux plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée en Côte d'Ivoire (Ambé et al., 2016). En dehors de la diarrhée, elles sont utilisées pour traiter plusieurs autres maladies (des infections bactériennes, fongiques, parasitaires et cutanées ; douleur d'estomac, toux, plaies, ulcères, lèpre,

ophtalmie, jaunisse, fièvre et paludisme). Le stress oxydant est la principale cause initiale de plusieurs maladies (Mates et Sanchez-Jimenez, 2000).

En effet, le stress oxydatif est impliqué dans de très nombreux mécanismes pathologiques (Salvi et al., 2002), notamment ceux dus aux maladies diarrhéiques. Les maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge vu que le

(\*) Correspondance : AMBE A.S.A. ; e-mail : [edwigedoh@yahoo.fr](mailto:edwigedoh@yahoo.fr) ; tél. : (+225) 07 49 67 43 92.

Vieillesse diminue les défenses antioxydantes et augmente la multiplication mitochondriale de radicaux (Girodon et al., 1997 ; Sohal et al., 2002). C'est le facteur potentialisant l'apparition des maladies plurifactorielles telles que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes, les maladies digestives et les maladies cardiovasculaires (Sergeant et al., 1998 ; Aseervatham et al., 2013).

Pour lutter efficacement contre le stress oxydatif, les antioxydants de synthèses sont utilisés. Cependant, leur utilisation est largement décriée et remise en cause ces dernières années en raison des risques potentiels pour la santé qu'ils peuvent provoquer (Kicel et al., 2016 ; Liu & Yang, 2018). Les plantes constituent des antioxydants naturels, apparus comme alternatives aux antioxydants de

synthèse pour lutter contre le stress oxydant et les pathologies associées. De nombreuses études ont montré que ces dernières possèdent des propriétés antioxydantes (Bokhari et al., 2013 ; Konan et al., 2014 ; Afsar et al., 2018). Les extraits aqueux et éthanolique de *Bridelia ferruginea* et *Enantia Polycarpa* contiennent de nombreux composés chimiques (Kamanzi, 2002 ; Néné Bi et al., 2009).

Pour faire face aux problèmes liés à des pathologies que sont la diarrhée et le phénomène de multirésistances, cette étude se propose d'évaluer l'activité antioxydante de deux plantes (*Bridelia ferruginea* et *Enantia polycarpa*) issues de la pharmacopée ivoirienne en vue de justifier leur utilisation en médecine traditionnelle.

## Matériel et Méthodes

### 1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de poudres végétales obtenues à partir des écorces de *Bridelia ferruginea* et de *Enantia polycarpa*. Ces organes ont été récoltés au cours de l'enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée dans douze (12) marchés des communes d'Adjamé, Abobo, Port-bouët et Yopougon dans la ville d'Abidjan en janvier 2014. L'identification de ces plantes ont été faites à l'aide des flores de Aké-Assi (2001 ; 2002) et Arbonnier (2000) et la vérification au Centre National de Floristique (CNF). Ils ont, ensuite, été rincés à l'eau et séchés à l'abri du soleil, au laboratoire, sous climatisation à 18 °C pendant deux semaines puis moulus grâce à un broyeur électrique IKA-MAG RTC.

### 2. Préparation des extraits

Cent grammes (100 g) de poudre de chaque échantillon ont été homogénéisés dans un litre (1 L) d'eau distillée dans un Mixeur Blinder de type Moulinex pendant 5 minutes à température ambiante. Cette opération a été répétée trois fois. L'homogénat obtenu a été filtré successivement sur un carré de tissu blanc, sur du coton hydrophile puis sur du papier Wattman pendant 3 min. À l'aide d'une étuve de type Venticell réglée à 50 °C, le solvant d'extraction a été éliminé par évaporation. L'extrait sec récupéré sous forme de poudre a constitué l'extrait total aqueux (ETA). Cinq grammes (5 g) de l'ETA ont été dissouts dans 100 mL d'une solution éthanol-eau (70/30) puis homogénéisés dans un blender. Après décantation, une phase liquide avec un résidu solide qui précipite a été obtenu. Le surnageant a été recueilli, filtré sur du coton pour le débarrasser

de tout résidu et séché à l'étuve (50 °C). La poudre obtenue constitue l'extrait éthanolique 70% (EE70%). Le dépôt aqueux résiduel a été recueilli et séché à l'étuve (50 °C). La poudre obtenue constitue l'extrait résiduel aqueux (ERA).

Ainsi six (6) extraits ont été obtenus et codifiés : l'extrait total aqueux de *Bridelia ferruginea* (ETA AD08) et *Enantia polycarpa* (ETA AD01) ; l'extrait éthanolique 70% de *Bridelia ferruginea* (EE70% AD08) et de *Enantia polycarpa* (EE70% AD01) ; l'extrait résiduel aqueux de *Bridelia ferruginea* (ERA AD08) et de *Enantia polycarpa* (ERA AD01).

### 3. Calcul du rendement

Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante :

$$R = \frac{m}{M} \times 100 .$$

R : rendement d'extraction ;

m : masse de l'extrait ;

M : masse de la poudre végétale ou celle de l'extrait sec ETA.

### 4. Détermination de la teneur en phénols et flavonoïdes totaux des extraits végétaux

#### - Teneur en Phénols totaux

La teneur en phénols totaux a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Li et al., 2007). A 0,5 mL de chaque extrait de plante de concentration 0,1 mg/mL ont été ajoutés respectivement 5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10<sup>ème</sup> avec de l'eau distillée et 4 mL de carbonate de sodium (1M). L'ensemble a été incubé à la température ambiante du laboratoire pendant 15 min. Les densités optiques (DO) ont ensuite été lues au spectrophotomètre à 765 nm. Les tests ont été effectués trois fois. L'acide gallique a été utilisé comme étalon et préparé dans

les mêmes conditions que précédemment avec un mélange de solvant méthanol/eau (50 : 50 ; V/V) à des concentrations allant de 0 à 60 mg/mL. Les teneurs en phénols totaux des extraits ont été exprimées en mg équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g).

**- Teneur en Flavonoïdes totaux**

La teneur en flavonoïdes totaux a été déterminée selon la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium décrite par Yi et al. (2008). Ainsi, à 5 mL (0,1 mg/mL) de chaque extrait de plante ont été ajoutés successivement 1,5 mL de méthanol, 0,1 mL de trichlorure d'aluminium 10 %, 0,1 mL d'acétate de potassium (1M) et 2,5 mL d'eau distillée. Après 30 min d'incubation à la température ambiante du laboratoire, les densités optiques ont été mesurées au spectrophotomètre à 415 nm. Les tests ont été effectués trois fois. Une solution méthanolique de trolox de concentration allant de 0 à 250 mg/mL, a été utilisée comme étalon pour la quantification des flavonoïdes. Les teneurs en flavonoïdes des extraits ont été exprimées en mg équivalents de trolox par gramme d'extrait (mg ET/g).

**5. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits végétaux**

L'activité antioxydante des plantes a été étudiée par l'évaluation du pouvoir antiradicalaire par piégeage des radicaux libres de DPPH selon la méthode de Molyneux (2004). Une quantité de 2,5 mL d'une solution méthanolique de DPPH (0,04 %) a été ajoutée à 100 µL de chaque extrait. Après

30 min d'incubation dans l'obscurité, l'absorbance a été immédiatement déterminée à 517 nm au spectrophotomètre (HACH DR 2400) en utilisant la solution méthanolique de DPPH comme blanc. La Vitamine C utilisée comme témoin positif a été préparée dans les mêmes conditions que les extraits de plantes. Cette opération a été répétée trois fois et la DO a été ramenée à la moyenne de l'absorbance mesurée. Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition du DPPH par la formule :

$$I (\%) = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100$$

Avec,

I % : Pourcentage d'inhibition

A<sub>0</sub> : Absorbance du blanc ou de la réaction de contrôle contenant tous les réactifs sauf l'extrait (T= 0 min)

A : Absorbance de l'échantillon contenant une dose d'extrait testée (T= 30 min).

**6. Analyses statistiques**

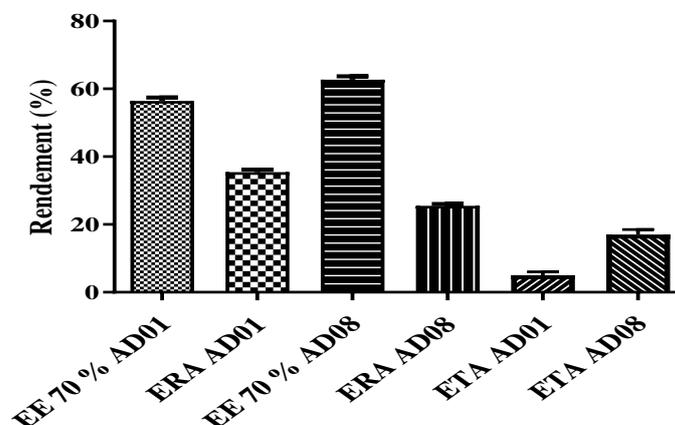
L'analyse statistique a été faite à partir de l'analyse de variance ANOVA à un facteur, suivie du test Duncan pour les comparaisons multiples des valeurs moyennes. Les résultats obtenus ont été exprimés sous forme de moyenne ± Ecart-type. Les valeurs de probabilité P < 0,05 ont été considérées statistiquement significatives. Tous les résultats ont été analysés en utilisant les logiciels d'analyse statistique Statistica 7.1 et GraphPad Prism 5.

**Résultats**

**1. Rendement des extractions**

Les résultats des rendements d'extraction obtenus sont représentés par la Figures 1. Ces résultats ont révélé que le rendement le plus élevé

obtenu à partir la matrice végétale est celui de l'extrait aqueux de *Bridelia ferruginea* (17,0±1,5 %) et le plus faible, 5,0±1,0 %, est issu de *Enantia polycarpa* (Figure 1).



**Figure 1** : Rendement en pourcentage des extraits aqueux et de la partition Ethanol/Eau

Les fractions éthanoliques issues de l'ETA ont fourni un rendement évalué à 63 % pour *Bridelia ferruginea* (AD08) et 56 % pour *Enantia polycarpa* (AD01) tandis que les fractions aqueuses résiduelles ont présenté des rendements moins élevés évalués à 25,5 % pour AD08 et 35,4 % pour AD01.

**2. Teneurs en phénols et en flavonoïdes totaux**

La teneur en phénols totaux des extraits de *Bridelia ferruginea* et de *Enantia polycarpa* a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Figure 2) qui est une droite dont l'équation est  $y = 0,0602x + 0,0945$  avec  $R^2 = 0,9943$ . Elle est présentée dans la figure 3 sous forme de

diagrammes obtenus par transformation des données afférentes à l'étalon acide gallique. L'extrait éthanolique 70 % (AD08 EE70%) et l'extrait aqueux (AD08 ETA) de *Bridelia ferruginea* ont présenté les teneurs, les plus élevées en phénols avec respectivement  $402,65 \pm 1,60$  mg EAG/g et  $113,81 \pm 0,00$  mg EAG/g. La plus faible teneur en phénols totaux,  $4,55 \pm 0,05$  mg EAG/g a été enregistrée au niveau de l'extrait aqueux de *Enantia polycarpa*. Cependant, son extrait éthanolique renferme en moyenne  $84,04 \pm 4,62$  mg EAG/g en dose de phénols totaux. Ce résultat traduit une richesse en phénols des plantes favorisée par l'extraction à l'éthanol 70%.

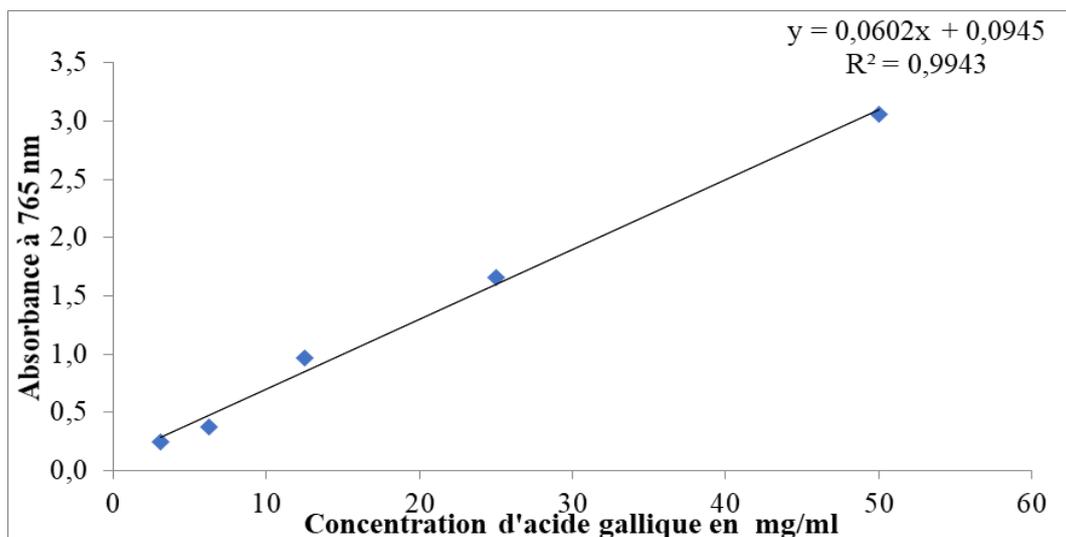


Figure 2 : Droite d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne ± Ecart type avec n= 3).

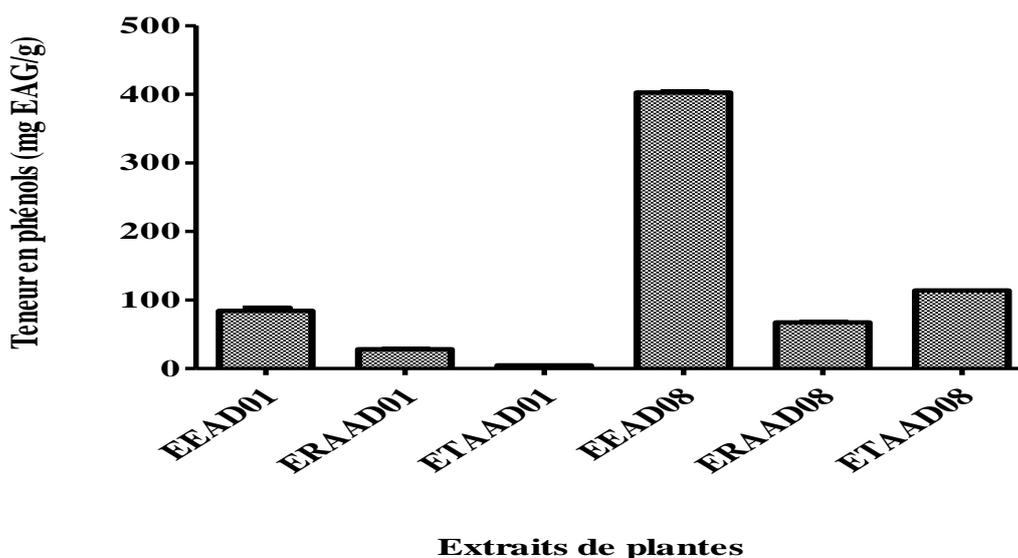


Figure 3 : Teneur en composés phénoliques (moyenne ± Ecart type avec n= 3)

La teneur en flavonoïdes des extraits de *Bridelia ferruginea* et de *Enantia polycarpa* a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de trolox (Figure 4). La projection de l'absorbance sur cette droite a permis d'obtenir la concentration en trolox exprimée en mg/g d'extrait. La figure 5 présente la teneur en flavonoïdes totaux dans chacun des extraits des plantes étudiées.

Les teneurs les plus élevées en flavonoïdes ont été obtenues avec les extraits aqueux (AD08 ETA) et éthanolique 70 % (AD08 ETA) de *Bridelia ferruginea* avec respectivement  $33,56 \pm 0,13$  mg ET/g et  $32,47 \pm 0,13$  mg ET/g. L'extrait résiduel aqueux de *Enantia polycarpa* (AD01 ERA) a présenté la plus faible teneur en flavonoïdes avec  $4,02 \pm 0,03$  mg ET/g.

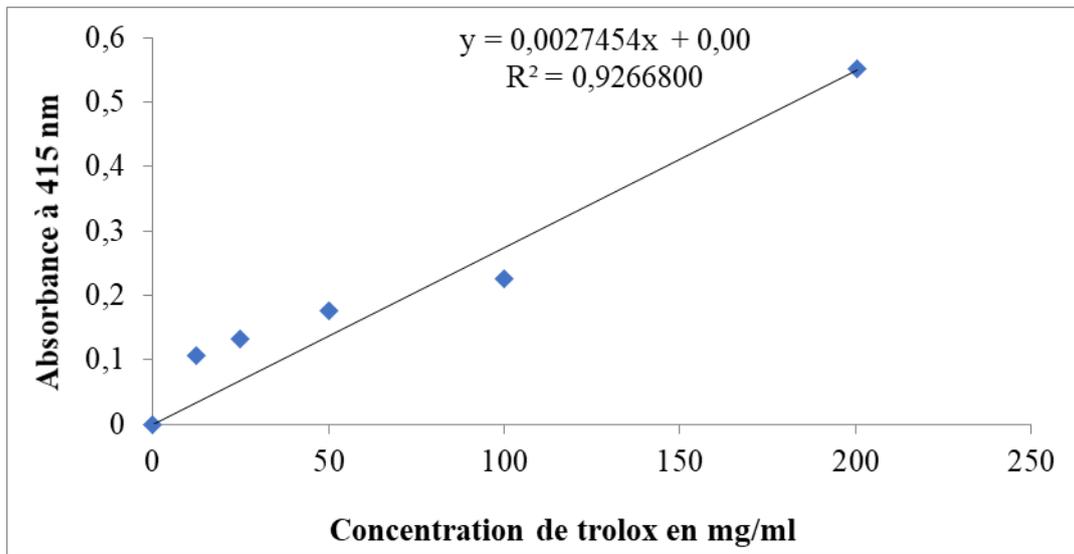


Figure 4 : Droite d'étalonnage de trolox (moyenne  $\pm$  Ecart avec n= 3).

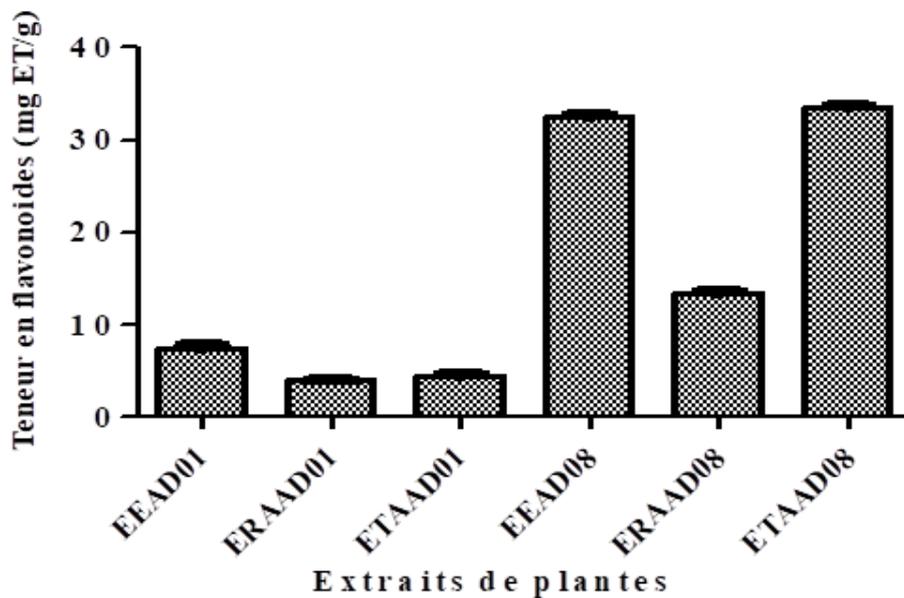


Figure 5 : Teneur en flavonoïdes (moyenne  $\pm$  Ecart type avec n= 3)

### 3. Activité antioxydante des extraits

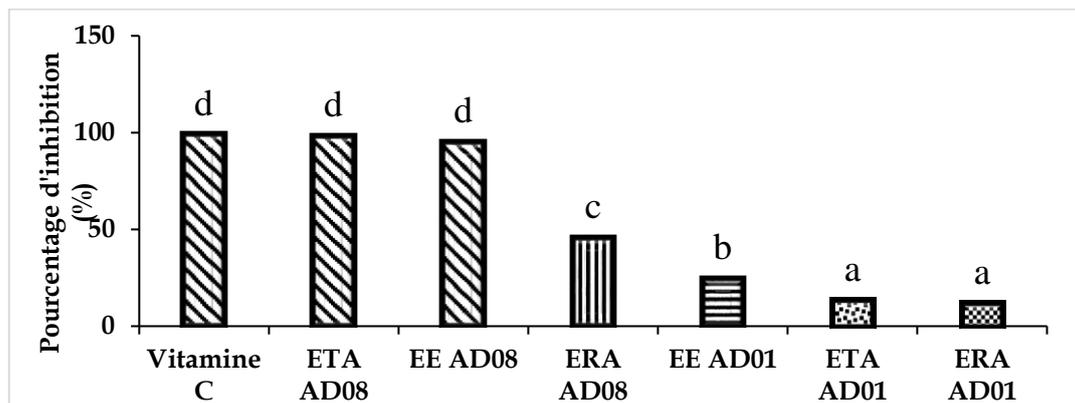
L'activité antioxydante rapportée en pourcentage d'inhibition des radicaux libres de DPPH pour chaque extrait testé, est présentée par la figure 6.

Les résultats ont indiqué que tous les extraits ont montré des activités antioxydantes plus ou moins variables. Les extraits aqueux (AD08 ETA) et éthanolique 70 % de *Bridelia ferruginea* (AD08

EE70%) ont présenté une forte activité antioxydante avec des pourcentages d'inhibition respectivement de 98,13±0,37 % et 94,94±0,37 %. Une faible activité antioxydante a été observée avec les extraits aqueux (ETA AD01) et résiduel (ERA AD01) de *Enantia polycarpa* avec des pourcentages d'inhibition respectivement de 13,31±0,15% et 11,76±0,07%. L'analyse statistique (test ANOVA à P < 0,05) n'a pas montré de

différences significatives entre les extraits aqueux et résiduel de *Enantia polycarpa* d'une part, et d'autre part entre la Vitamine C (98,79±10,53 %) et les extraits aqueux et éthanologique de *Bridelia ferruginea* (Figure 6).

En effet, ces deux extraits ont présenté un pourcentage d'inhibition superposable à celui de la Vitamine C utilisée comme contrôle positif.



Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart-type (n=3). Les barres avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes à P ≤ 0,05.

**Figure 6 :** Résultats de l'activité antioxydante des extraits de *Enantia polycarpa* et *Bridelia ferruginea*

### Discussion

Le choix du dosage des phénols totaux et des flavonoïdes dans cette étude réside dans le fait qu'ils sont considérés comme essentiellement responsables des propriétés antioxydantes des plantes (Li et al., 2007). Le trolox est une molécule antioxydante de référence en raison de son fort pouvoir de réduction du DPPH et donc de sa capacité à céder l'hydrogène face aux radicaux libres à l'instar des flavonoïdes et polyphénols naturels (Bougandoura et Bendimerad, 2013 ; Kouadio et al., 2017). Les résultats du dosage des polyphénols totaux montrent que ces composés sont relativement abondants dans les écorces de tige de *Bridelia ferruginea* et de *Enantia polycarpa*. Les fractions éthanologiques sont plus riches en polyphénols que les extraits aqueux, ce qui signifie que ces composés sont plus solubles dans l'éthanol 70 % que dans l'eau. Les résultats de cette étude confirment ceux de Katalinic et al. (2010) et Mahmoudi et al. (2013).

En effet, Katalinic et al. (2010) ont indiqué que l'éthanol permet une meilleure extraction des polyphénols totaux. Ces travaux sont étayés par ceux de Mahmoudi et al. (2013) qui ont rapporté que les extraits éthanologiques des plantes enregistrent des teneurs en polyphénols totaux les plus élevées. Cela pourrait expliquer en grande

partie la richesse relative des extraits éthanologiques des écorces de tige de *Bridelia ferruginea* et de *Enantia polycarpa* en polyphénols totaux par rapport à l'extrait aqueux.

Le dosage des flavonoïdes totaux révèle que l'extrait aqueux de l'écorce de tige de *Bridelia ferruginea* est le plus riche en flavonoïdes. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les flavonoïdes contenus dans l'écorce de tige de cette espèce sont plus solubles dans l'eau que dans l'éthanol 70 %. Cependant, les travaux menés par Mahmoudi et al. (2013) ont indiqué que l'éthanol est le meilleur extracteur des flavonoïdes.

La bonne activité antioxydante des extraits aqueux et éthanologique 70 % de *Bridelia ferruginea* (AD08 ETA et AD08 EE70 %) est probablement liée aux fortes teneurs et à une synergie d'action des contenus en polyphénols, en flavonoïdes que regorge la plante. Les composés phénoliques constituent le groupe principal qui contribue à l'activité antioxydante des végétaux, fruits, céréales et d'autres produits à base de plantes (Tachakittirungrod et al., 2007). Ces derniers ont de multiples effets biologiques, y compris l'activité antioxydante (Rubió et al., 2013). L'extrait total aqueux de *Bridelia ferruginea* (AD08 ETA) a présenté la plus forte activité antioxydante

et est aussi riche en polyphénols. Ce qui montre qu'il y a une corrélation entre le contenu en polyphénols et l'activité antioxydante des extraits de *Bridelia ferruginea*, et pourrait indiquer que les polyphénols sont responsables de cette activité. Cette corrélation a été rapportée par N'guessan et al. (2007) ; Falleh et al. (2008) ; Bidie et al., (2011). Ceux-ci ont montré qu'il existe une corrélation très significative entre la teneur en polyphénols (polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés) et l'activité de piégeage des radicaux

### Conclusion

Cette étude a fait ressortir que les extraits éthanoliques, résidués et aqueux de *B. ferruginea* et de *E. polycarpa* contiennent des polyphénols et des flavonoïdes, responsables de leur activité antioxydante et antiradicalaire. Dans l'ensemble, leurs activités restent inférieures à celle de la vitamine C, antioxydant de référence exploité.

### Remerciements

Nous remercions sincèrement l'Ecole Normale Supérieure (ENS) pour l'assistance technique.

### Références

Afsar T., Razak S., Shabbir M., Khan M. R., 2008. Antioxidant activity of polyphenolic compounds isolated from ethyl-acetate fraction of *Acacia hydasppica* R. Parker. *Chemistry Central Journal*, **12**(1), 5.

Aké-Assi L., 2001. Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographie et écologie. Genève. *Boissiera*, **57**, 1-396.

Aké-Assi L., 2002. Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographie et écologie. Genève. *Boissiera*, **58**, 1-401.

Ambe A.S.A., Camara D., Ouattara D., Yapo C.Y., Soumahoro A., Zirihî G.N., N'Guessan K.E., 2016. Etude ethnobotanique, évaluation in vitro de l'activité antifongique et cytotoxique des extraits de *Enantia polycarpa* (DC) Engl. et Diels (Annonaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **10**(1), 23-34.

Arbonnier M., 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest. CIRAD, Paris, France, 541p.

Aseervatham G.S.B., Sivasudha T., Jeyadevi R., Ananth D.A., 2013. Environmental factors and unhealthy lifestyle influence oxidative stress in humans—an overview. *Environmental Science and Pollution Research*, **20**(7), 4356-4369.

Bougandoura N., Bendimerad N., 2013. Évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Revue « Nature & Technologie » B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, **9**, 14-19.

Biapa P.C.N, Agbor G.A., Oben J.E., Ngogang J.Y., 2007. Phytochemical studies and antioxidant properties

libres du DPPH par des extraits de plantes. Sachant que, les radicaux libres du DPPH ont des effets délétères sur les structures biologiques comme les lipides, protéines, ADN (Braca, 2001 ; Biapa et al., 2007), les résultats au test DPPH montrent que ces extraits possèdent un fort pouvoir de captation des radicaux libres. En effet, les extraits de plantes étudiées pourraient servir d'inhibiteurs ou piègeurs de radicaux libres, agissant éventuellement comme des antioxydants primaires (Sahgal et al., 2009).

Cependant, les deux espèces étudiées peuvent être considérées comme des sources potentielles d'antioxydants naturelles et pourraient jouer un rôle dans la prévention des maladies liées aux stress oxydatifs, justifiant ainsi leur utilisation en médecine traditionnelle dans le traitement de plusieurs pathologies.

of four medicinal plants used in Cameroon. *African Journal Traditional CAM.*, **4**, 495-500.

Bidié A.P., Banga B., N'Guessan Yapo A.F., N'Guessan J.D., Djaman A.J., 2011. Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Science Natural journal*, **1**, 1-11.

Bokhari J., Khan M. R., Shabbir M., Rashid U., Jan S., Zai J.A., 2013. Evaluation of diverse antioxidant activities of *Galium aparine*. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **102**, 24-29.

Braca A., Tommasi N.D., Bari L.D., Pizza C., Politi M., Morelli I., 2001. Antioxidant principles from *Bauhinia terapotensis*. *Journal of Natural Products*, **64**, 892-895.

Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bourouï N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C., 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, **331**(5), 372-379.

Girodon F., Blache D., Monget A.D., Lombart M., Brunet-Lecompte P., Arnaud J., Richard M.J., Galan P., 1997. Effect of a two-year supplementation with low doses of antioxidant vitamins and/or minerals in elderly subjects on levels of nutrients and antioxidant defense parameters. *J Am Coll Nutr*, **16**, 357-365.

Kamanzi A., 2002. Plantes médicinales de Côte-d'Ivoire : investigations phytochimiques guidées par des essais biologiques, Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody-Abidjan, UFR Biosciences, 176 p.

Katalinic V., Mozina S., Skroza D., Generalic I., Abramovic H., Milos M., Ljubenkovic I., Piskernik S., Pezo I., Terpinic P., Boban M., 2010. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial

- activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *Journal of Food Chemistry*, **119**, 715-723.
- Kicel A., Michel P., Owczarek A., Marchelak A., Żyżelewicz D., Budryn G., Olszewska M. A., 2016. Phenolic profile and antioxidant potential of leaves from selected Cotoneaster Medik. Species. *Molecules*, **21**(6), 688.
- Konan K.F., 2015. Activité antibactérienne sur les entérobactéries productrices de beta-lactamases a spectre élargi, et potentiel antioxydant *in vitro* de *Terminalia glaucescens* Planch ex Benth. (Combretaceae), une plante médicinale ouest-africaine. Thèse de Doctorat de biochimie, spécialité Pharmacologie des Substances Naturelles de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 183p.
- Konan Y., Witabouna K. M., Bassirou B., Kagoyire K., 2014. Antioxidant activity and total phenolic content of nine plants from Côte d'Ivoire (West Africa). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **4**(8), 36.
- Kouadio B., Camara D., Yao K., Zirihi G. N., 2017. Potentiel antiradicalaire des extraits de feuilles de *Bersama abyssinica* Fresen. (Melianthaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **11**(6), 2962-2970.
- Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., Chen F., Tian Y., 2007.- Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. *Food Chemistry*, **102**, 771-776.
- Liu Z., Yang L., 2018. Antisolvent precipitation for the preparation of high polymeric procyanidin nanoparticles under ultrasonication and evaluation of their antioxidant activity *in vitro*. *Ultrasonics sonochemistry*, **43**, 208-218.
- Mahmoudi S., Khali M., Mahmoudi N., 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Revue « Nature & Technologie »*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, **9**, 35-40.
- Mates J.M., Sanchez-Jimenez F.M., 2000. Role of reactive oxygen species in apoptosis: implications for cancer therapy. *Int J Biochem Cell Biol*, **32**, 157-170.
- Molyneux P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal Sciences Technology*, **26**, 211-219.
- Néné Bi S.A., Traoré F., Soro T.Y., Souza A., 2009. Etude phytochimique et pharmacologique *Bridelia ferruginea* benth (Euphorbiaceae) sur la motricité du *Taenia coli* de cobaye. *Afrique Science*, **5**(2), 305-320.
- N'Guessan J.D., Dinzedi M.R., Guessenn N., Coulibaly A., Dosso M., Djaman A.J., Guede-Guina F., 2007. Antibacterial activity of the aqueous extract of *Thonningia sanguinea* against extended spectrum-  $\beta$ -lactamases (ESBL) producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumonia* strains. *Trop J Pharm Res*, **6**(3), 779- 783.
- Rubió L., Motilva M. J., Romero M. P., 2013. Recent advances in biologically active compounds in herbs and spices: a review of the most effective antioxidant and anti-inflammatory active principles. *Critical reviews in food science and nutrition*, **53**(9), 943-953.
- Sahgal G., Ramanathan S., Sasidharan S., Mordi M. N., Ismail S., Mansor S. M., 2009. In vitro antioxidant and xanthine oxidase inhibitory activities of methanolic *Swietenia mahagoni* seed extracts. *Molecules*, **14**(11), 4476-4485.
- Salvi A., Brühlmann C., Migliavacca E., Carrupt P. A., Hostettmann K., Testa B., 2002. Protein protection by antioxidants: Development of a convenient assay and structure-activity relationships of natural polyphenols. *Helvetica chimica acta*, **85**(3), 867-881.
- Sergeant C., Hamon C., Simonoff M., Constans J., Conri C., Peuchant C., Delmas-Beauvieux M-C., Clerc C., Pellegrin J.L., Leng B., Pellegrin I., Fleury H., 1998. Oxidative Stress in Cancer, AIDS and neurodegenerative diseases. Editors: L. Montagnier, R. Olivier, C. Pasquier; Marcel Dekker. Inc. New York-Basel-Hong Kong, 409-427.
- Sohal R. S., Mockett R. J., Orr W. C., 2002. Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis1, 2. *Free Radical Biology and Medicine*, **33**(5), 575-586.
- Tachakittirungrod S., Ikegami F., Okonogi S., 2007. Antioxidant active principles isolated from *Psidium guajava* grown in Thailand. *Scientia pharmaceutica*, **75**(4), 179.
- Yi Z., Yan Y., Liang Y., Zeng B., 2008. In vitro antioxidant and antimicrobial activities of *Pericarpium CitriReticulatae* of a new Citrus Cultivar and its main flavonoid. *LWT – Food Science and Technology*, **41**, 597-603.