

Evaluation de l'activité anti-oxydante de trois espèces de plantes utilisées dans le traitement de la goutte au Tchad

Mbailhougadobé S.^{1,2}, Ngakegni-Limbili A.C.¹, Gouollaly T.¹, Koane J.N.¹, Ngaissona P.¹, Nkounkou Loumpangou C¹, Mahmoud Y.^{2,*}, Ouamba J-M.¹

¹ Unité de chimie du végétale et de la vie, PER-AUF-PMTA, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien N'gouabi, BP 69, Brazzaville, Congo.

² Laboratoire de Recherche sur les Substances Naturelles, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Université de N'djaména, BP 1027, N'djaména-Tchad.

Date de réception : 04 octobre 2017 ; Date de révision : 06 novembre 2017 ; Date d'acceptation : 10 novembre 2017

Résumé :

Les propriétés anti-oxydantes de trois plantes *Combretum nigricans* (Lepr. ex Guill), *Entada africana* (Guill & Perr), *Securidaca longepedunculata* (Fres) utilisées dans le traitement de la goutte au Tchad ont été testées. Ces plantes, ont permis de déceler par chromatographie sur couche mince (CCM), la présence des acides phénoliques libres et des flavonoïdes. Les analyses qualitative et quantitative ont révélé diverses teneurs de ces substances actives pouvant efficacement diminuer les dommages provoqués par les radicaux libres. Ces familles de composés sont susceptibles d'inhiber la dernière étape de la synthèse de l'acide urique et de réduire ou soulager les attaques de goutte. Ces résultats justifient le développement des acides phénoliques libres et des flavonoïdes notamment pour le traitement de la goutte en médecine traditionnelle.

Mots clés : *Combretum nigricans*, *Entada africana*, *Securidaca longepedunculata*, goutte, anti-oxydant, Tchad

Evaluation of antioxidant activity of three species of plants used in the treatment of gout in Chad

Abstract :

Antioxydant properties, of three plants *Combretum nigricans* (Lepr. ex Guill), *Entada africana* (Guill & Perr), *Securidaca longepedunculata* (Fres) used in the treatment of gout in Chad were tested. Free phenolic acids and flavonoids are detected by Thin Layer Chromatography (TLC). Qualitative and quantitative analysis were revealed various contents of these active substances that can effectively reduce the damage caused by free radicals. These families of compounds are likely to inhibit the last synthesis stage of uric acid. These results justify the development of these compounds especially for the treatment of gout in traditional medicine.

Keywords : *Combretum nigricans*, *Entada africana*, *Securidaca longepedunculata*, gout, anti-oxydant, chad

Introduction

De nos jours, on rencontre une classe de consommateurs, amateurs de charcuterie et de gras, qui accompagnent leurs mets de boissons alcoolisées. C'est dans cette catégorie de personnes qu'apparaissent les maladies métaboliques parmi lesquelles on peut citer la goutte. La goutte est une maladie liée à un taux anormal d'acide urique dans l'organisme humain. La concentration anormale d'acide urique, l'hyperuricémie, peut être provoquée par divers facteurs : hyperproduction d'acide urique, mauvaise destruction ou de l'élimination urinaire de l'acide urique, trouble de la distribution de l'acide urique dans l'organisme ou plusieurs de ces mécanismes à la fois.

Des inhibiteurs de la xanthine hydrogénase et respectivement de la xanthine oxydase, deux enzymes responsables de l'oxydation de l'hypoxanthine et respectivement de la xanthine sont prescrits pour bloquer l'étape finale de la synthèse de l'acide urique. Il existe aussi des agents anti-inflammatoires pour soulager les symptômes de la maladie (Kelley, 1991 ; Star et Hochberg, 1993).

L'allopurinol est le seul inhibiteur de la xanthine oxydase disponible en pratique clinique. Malheureusement la plupart des inhibiteurs et des anti-inflammatoires possèdent des effets secondaires indésirables. Aussi, l'accès aux médicaments pharmaceutiques reste prohibitif pour la plupart des malades à cause de leurs coûts élevés. Face à la difficulté financière actuelle de la population, le recours à la pharmacopée et à la médecine traditionnelle reste la seule alternative pour la plupart des malades.

En effet, la médecine traditionnelle constitue pour l'Afrique en général et pour le Tchad en particulier, un patrimoine culturel et économique non négligeable. Elle reste encore vivace au Tchad, où presque 75-80% de la population est rurale. La distance à parcourir pour se rendre dans un centre de santé est l'un des multiples facteurs qui dissuadent les patients à recourir aux traitements modernes. À cela s'ajoute l'insuffisance de ressources humaines : en 2012, pour une population estimée à plus de 11 millions d'habitants, on

(*) Correspondance : Yaya Mahmoud ; e-mail : yayamahmout@yahoo.fr ; Tel : (+235) 66292210

dénombrer 7534 agents de santé (Ministère de la Santé Publique-Tchad, 2012). Il a été démontré que les polyphénols et surtout les flavonoïdes extraits des plantes, ont de puissantes propriétés anti-oxydantes susceptibles d'inhiber la formation de radicaux libres et de s'opposer à l'oxydation des macromolécules comme la xanthine et l'hypoxanthine (Hatano et al., 1990 ; Costantino et al., 1992 ; Nagao et al., 1999 ; Van Hoorn et al., 2002 ; Belal et al., 2006 ; Mo et al., 2007 ; Bruneton, 2009 ; Lespade et Bercion, 2010 ; Cimanga et al., 2011).

Au cours de ce travail, nous nous proposons de réaliser une étude de l'activité anti-oxydante : doser les polyphénols totaux ainsi que les flavonoïdes de trois (3) plantes arbustives tropicales. Il s'agit de : l'écorce du tronc de *Combretum nigricans* Lepr. ex Guill (combretacées) et *Entada africana* (Guill & Perr) (mimosacées) et de l'écorce de la racine de *Securidaca longepedunculata* Fres (polygalacées).

Combretum nigricans (Lepr. ex Guill. & Perr) est un arbuste sarmenteux ou lianescent, de 1 à 12 m de haut, à fût tordu et souvent branchu atteignant 30 cm de diamètre. Toute la plante est utilisée pour son action purgative et diurétique. En application externe, la poudre de la racine associée à du beurre de karité a des propriétés anti-inflammatoires. L'écorce est utilisée contre céphalées, coliques, troubles intestinaux, rhumatismes et névralgies (Arbonnier, 2000 et Pierre Bonnet et al., 2008). Des

composés de type terpénique ont été identifiés et isolés de cette plante (Amadou, 2013 ; Jossang et al., 1996 ; Simon et al., 2003).

Entada africana (Guillet & Perr) est un arbre atteignant 4-5 m de haut, à cime étroite et ouverte, avec des écorces crevassées fibreuses gris-brun. *E. africana* est une plante à propriétés polyvalentes, dont les diverses parties servent à confectionner des médicaments pour le traitement des hépatites. Les écorces interviennent dans la préparation de remèdes contre les angines et autres affections bucco-pharyngées (Kerharo et Adam, 1974 ; Adjanohoun et al., 1981). Les flavones isolés de l'écorce de la racine ont une forte activité anti-oxydante mais présentent une activité inhibitrice moins forte sur la xanthine oxydase (Paola et al., 2005).

Securidaca longepedunculata (Fresen) est un arbuste dressé ou petit arbre de 3-10 m de haut, à cime ouverte avec des branches grêles retombantes, qu'on trouve en régions tropicales et subtropicales. Cette espèce de plante est largement utilisée en médecine traditionnelle. Des études montrent qu'elle renferme, des alcaloïdes, des saponosides, des terpènes/stérols, des sucres réducteurs, des glucosides, des flavonoïdes, des acides organiques, des résines, des silicates et ses dérivés (Xue et al., 2001 ; Okoli et al., 2006).

Matériels et méthodes

Matériel végétal : Les échantillons de toutes les plantes ont été récoltés au sud de la ville de Moundou entre les villages Mankou et Faya, deux villages du Canton Boro dans le Logone Oriental au Tchad, en décembre 2012. Les différents organes des plantes ont été coupés en petits morceaux et séchés à la température ambiante au laboratoire des Sciences. Ensuite elles ont été réduites en poudre d'abord dans un mortier traditionnel en bois et ensuite écrasées avec une machine manuelle mécanique. Les poudres ont été conservées dans des bocaux étanches à l'abri de la lumière.

Préparation des extraits méthanoliques et hydrométhanoliques : 2 g de matière végétale sont dissous dans 20 ml de chaque solvant : méthanol pour les extraits méthanoliques et hydrométhanol 50% (v/v) pour les extraits hydrométhanoliques. Après 20 min d'agitation sous agitateur magnétique, 20 ml des mêmes solvants sont rajoutés. Le mélange est remis sous agitation pendant 6 heures, puis filtré. L'extrait obtenu est gardé au frais en attente d'être analysé.

Mise en évidence des polyphénols par Chromatographie sur Couche Mince (CCM) : Les polyphénols et particulièrement les flavonoïdes ont été mis en évidence par chromatographie sur couche

mince suivant le protocole décrit par Wagner (1996) et repris par Bengag (2009). On utilise les plaques en aluminium recouvertes de gel de silice Merck 60 F₂₅₄, le système de solvants est constitué d'acétate d'éthyle/méthanol/eau (8/1/1). Après leur développement, les chromatogrammes sont révélés par le réactif de Folin-Ciocalteu suivi d'une fumigation à la vapeur d'ammoniac (pour les polyphénols) et avec le réactif NEU (NP/PEG) (pour les flavonoïdes). Les plaques sont observées sous lumière visible et sous une lampe UV 365 nm, après révélation par les réactifs.

Dosage des composés phénoliques : Les polyphénols et particulièrement les flavonoïdes ont été quantifiés dans les différents extraits, méthanoliques et hydrométhanoliques (50% v/v). Ce dosage est réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible de marque AQUALYTIC AL800. Les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes ont été rapportées en milligrammes d'équivalents de quercétin et d'acide gallique des molécules de référence utilisées. Elles ont été déterminées à partir de l'équation de la droite de type $y = ax + b$ obtenue à partir de la courbe d'étalonnage.

- **Polyphénols totaux (PPT) :** Le dosage des polyphénols totaux par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit en 1965 par Singleton et Rossi, utilisée dans les travaux de Muanda (2010). Après incubation durant 40 minutes du mélange composé de l'extrait, du réactif de Folin-Ciocalteu (1N) et d'une solution de Na₂CO₃ (20%), l'absorbance est mesurée à 725 nm contre un blanc qui contient le méthanol au lieu de l'extrait.

La courbe d'étalonnage est réalisée avec une solution d'acide gallique préparée dans les mêmes conditions que les extraits aux différentes concentrations. Les résultats obtenus sont exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (E-GA/g MS). Le dosage de PPT est effectué en comparant la densité optique (DO) observée à celle obtenue pour un étalon d'acide gallique de concentration connue.

- **Flavonoïdes totaux :** Les flavonoïdes totaux sont évalués par colorimétrie. La méthode basée sur la formation de complexe de trichlorure d'aluminium AlCl₃ avec les flavonoïdes a été utilisée pour la quantification des flavonoïdes dans les extraits.

Une courbe d'étalonnage est élaborée avec des solutions standards de catéchine à différentes concentrations. L'absorbance du mélange obtenue est directement mesurée au spectrophotomètre UV-visible à 510 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétin par gramme de matière sèche (EQ/g MS). La comparaison de la DO observée avec celle obtenue avec un étalon de quercétin de concentration connue permet d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes.

Traitement des résultats: Les résultats sont traités en utilisant deux logiciels : OriginPro9 64-bits et Microsoft Excel 2016.

Activité antioxydante : L'activité antioxydante des extraits méthanoliques et hydrométhanoliques a été évaluée *in vitro* selon la méthode de piégeage du radical libre DPPH et celle de la réduction du fer (FRAP).

- **Méthode de piégeage du radical libre 1,1-Diphenyl, 2-pyroc-hydrasyil (DPPH) :** Le Cette

activité est réalisée suivant deux voies.

- a) **Méthode qualitative : Mise en évidence sur CCM de l'activité anti-radicalaire par le test au DPPH**

Il consiste à déposer des extraits à tester sur des plaques CCM en aluminium recouvertes de gel de silice GF254, qui seront ensuite développées dans les systèmes acétate d'éthyle/acide formique/eau (8/1/1) et butanol /acide acétique/eau (BAW). Après

la migration et le séchage, les plaques sont pulvérisées avec une solution de DPPH à 2 mg/ml de méthanol pour la caractérisation de l'activité antioxydante. Les zones d'activités anti-radicalaires apparaissent sous forme de spots de couleur jaune-blanc sur fond violet (Cavin, 1999).

- b) **Méthode quantitative : mesure colorimétrique des absorbances**

Mesure de l'activité inhibitrice par spectrométrie UV-Visible des extraits méthanoliques et hydrométhanoliques.

L'activité antioxydante des extraits des différentes plantes a été déterminée en mélangeant 2 ml de la solution de DPPH à la concentration de 10 mg/250 ml de méthanol avec 100 ml d'extraits à des concentrations comprises entre 0,31 mg/ml et 10 mg/ml. Nous avons préparé dans un premier temps pour chaque Extrait de plante une concentration de 10 mg/ml puis avons effectué des dilutions au demi pour obtenir les autres concentrations. La lecture de l'absorbance a été faite à 517 nm après 30 mn d'incubation dans l'obscurité.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Inhibition du DPPH (\%)} = \left(1 - \left(\frac{DO_{\text{essai}}}{DO_{\text{blanc}}} \right) \right) \times 100$$

Chaque point représente la moyenne de 3 répétitions.

Les valeurs CI₅₀, qui sont les concentrations des extraits de plante ou de quercétine produisant 50% d'inhibition des radicaux DPPH sont déterminées.

- **Réduction du fer FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power) :** Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. L'activité réductrice du fer de nos extraits est déterminée selon la méthode décrite par Oyaizu (1986) et reprise par Nabila et *al.* en 2012 avec une légère modification. Elle est basée sur la réaction chimique de réduction en Fe²⁺ de l'ion Fe³⁺ présent dans le complexe K₃Fe(CN)₆. Cette capacité réductrice peut servir comme un indicateur significatif de l'activité antioxydante potentielle d'un composé. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à une longueur d'onde de 700 nm. L'activité des extraits est comparée à celle de l'acide ascorbique et de l'acide gallique dont les absorbances ont été mesurées dans les mêmes conditions que les extraits mais à des concentrations plus basses. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Singleton et Rossi, 1965). Les résultats sont

exprimés sous forme de graphiques représentant les absorbances obtenues en

fonction des différentes concentrations utilisées.

Résultats et discussion

Criblage des polyphénols par CCM : La figure 1, représente les chromatogrammes des acides phénoliques libres et des flavonoïdes des extraits. Tous les spots bleu-noirs observés dans le chromatogramme (a) ne sont pas révélés par le réactif de NEU (NP/PEG) dans le chromatogramme (b). Une explication possible est que ce ne sont peut-être pas des flavonoïdes. Par contre, le réactif de

NEU révèle d'autres composés phénoliques par des zones bleu clair. C'est le cas observé sur la plante *S. longepedunculata*. Les deux taches bleu noir (R_f : 0,31 et 0,43) observées dans le chromatogramme (a) présentent une coloration bleue moins intense dans le chromatogramme (b), ce qui pourrait expliquer la présence de flavonoïdes.

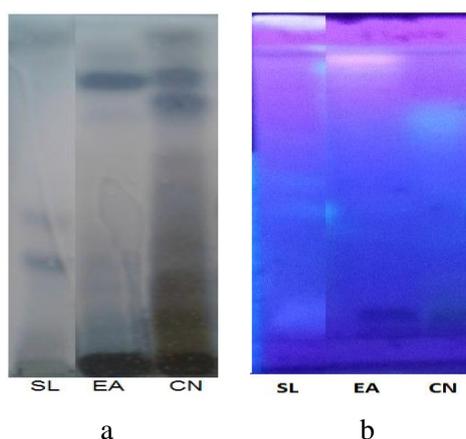


Figure 1: Chromatogrammes des acides phénoliques libres a) et flavonoïdes b). Système de migration : AcOEt/AF/H₂O (8/1/1). Révélation a) Folin Ciocalteu suivi de fumigation de NH₄OH, b) NP/PEG exposition UV365nm. SL : *Securidaca longepedunculata*, EA : *Entada africana* et CN : *Combretum nigricans*.

Dosage des composés phénoliques : Les teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes des deux extraits de plantes ont été déterminées en utilisant séparément les deux méthodes colorimétriques [Folin-Ciocalteu et trichlorure d'aluminium (AlCl₃)]. **Polyphénols totaux :** Les teneurs en phénols totaux estimées par la méthode de Folin-Ciocalteu pour chaque extrait ont été rapportées en mg équivalent

d'acide gallique par gramme du matériel végétal sec. Elles ont été obtenues à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des concentrations croissantes d'acide gallique ($y = 3,5029x + 0,0129$; $R^2 = 0,9899$). La figure 2 représente les teneurs en polyphénols totaux des 3 espèces de plantes ayant fait l'objet de l'étude en fonction des solvants d'extraction.

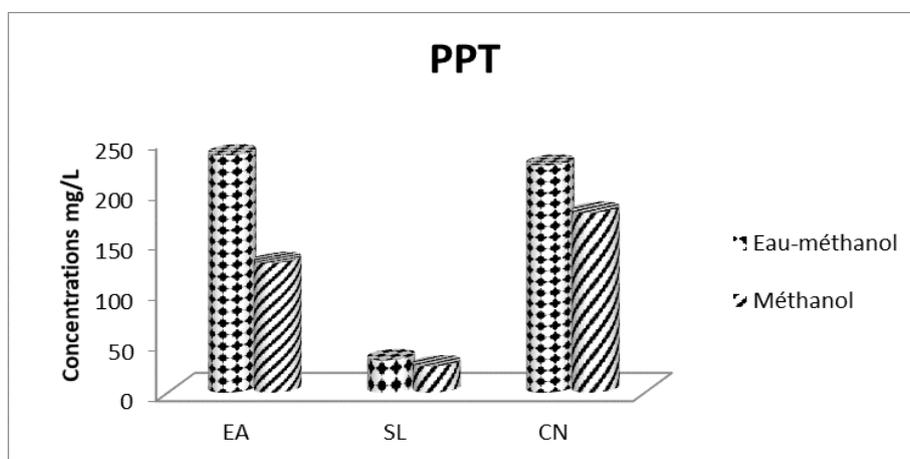


Figure 2 : Teneurs en polyphénols totaux dans les extraits de SL : *Securidaca longepedunculata*, EA : *Entada africana* et CN : *Combretum nigricans*.

Il ressort de ces résultats que l'extrait hydrométhanolique contient davantage de polyphénols totaux.

Flavonoïdes totaux : Les résultats des teneurs en flavonoïdes totaux ont été obtenus à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des concentrations connues de quercétin ($y = 0,0058x + 0,0262$; $R^2 = 0,9822$). La teneur en flavonoïdes totaux est variable

et diffère d'une plante à l'autre et d'un extrait à l'autre. Les résultats présentés à la figure 3 montrent une bonne concentration de flavonoïdes dans les extraits hydrométhanoliques des écorces de tronc des espèces *E. africana* et *C. nigricans* sauf le cas de l'écorce de la racine de l'espèce *S. longepedunculata* où l'extrait méthanolique contient davantage de flavonoïdes.

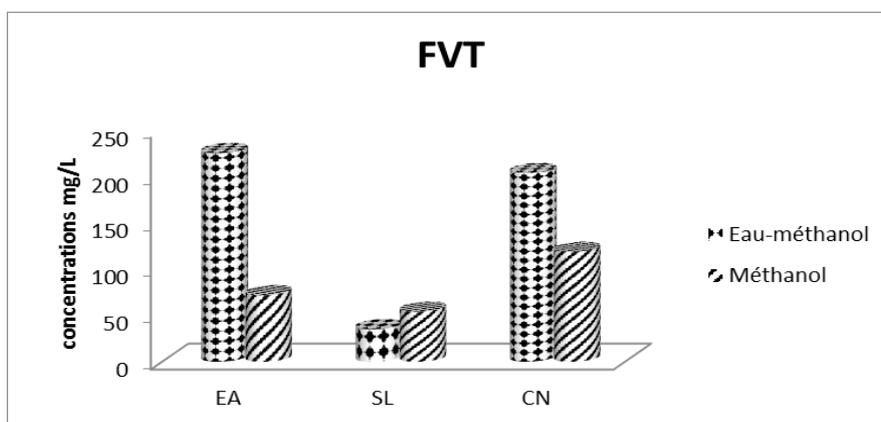


Figure 3: Teneurs en flavonoïdes totaux dans les extraits de SL : *Securidaca longepedunculata*, EA : *Entada africana* et CN : *Combretum nigricans*.

De cette étude, il résulte que les espèces des plantes contiennent plus de polyphénols que de flavonoïdes. Les travaux de Muanda (2010) ont montré que la plante *S. longepedunculata* possède davantage de polyphénols totaux et de flavonoïdes.

Le dosage des composés phénoliques vient confirmer les différents résultats obtenus dans la mise en évidence de cette famille de composés par la chromatographie sur couche mince. Ces résultats pourraient expliquer pourquoi les praticiens de la médecine traditionnelle utilisent ces espèces de plantes dans le traitement de la goutte en particulier et dans le traitement de la douleur et de l'inflammation en général.

Activité antioxydants : Les teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes des deux extraits de plantes ont été déterminées en utilisant séparément les deux méthodes colorimétriques [Folin-Ciocalteu et trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$)].

- **Piégeage du radical libre 1,1-Diphenyl, 2-picrylhydrazyl (DPPH) :**

Méthode qualitative : Les résultats obtenus par chromatographie sur couche mince (CMM) concernant l'activité antioxydante des extraits méthanolique et hydrométhanolique 50% (v/v) de l'écorce du tronc de *C. nigricans* et *E. africana* et de l'écorce de la racine de *S. longepedunculata* sont présentés sur la figure 4 (a et b : extraits méthanolique ; c et d : hydrométhanolique).

Les tests antioxydants par piégeage du DPPH effectués sur plaques CCM avec deux systèmes d'éluants ont donné plusieurs trainées jaunes révélant l'activité antiradicalaire. C'est le cas dans les deux extraits de *C. nigricans* et *E. africana*. Deux taches caractéristiques sont observées avec l'extrait de *S. longepedunculata* dans les chromatogrammes de polyphénols et de flavonoïdes ; elles indiquent clairement une

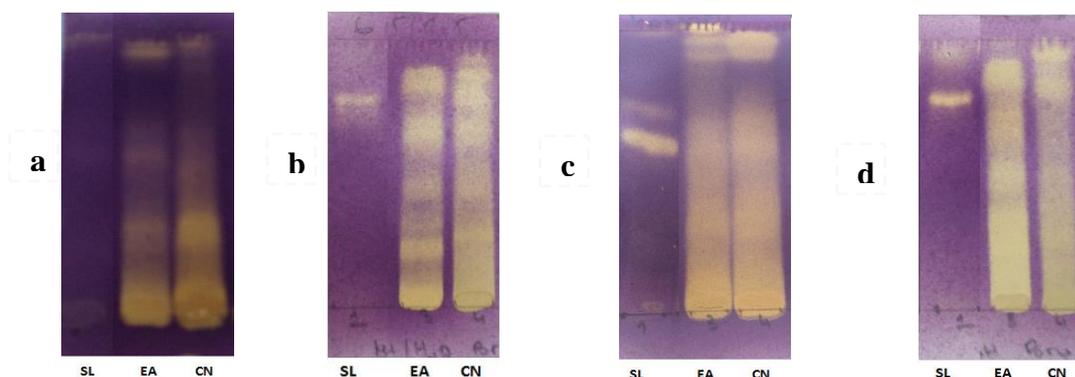


Figure 4: Chromatogrammes de l'activité antioxydante. a et c (Système d'élution : AcOEt/AF/ H_2O (8/1/1)), b et d (Système d'élution : BAW (6/2,5/1,5)). Pulvérisation au DPPH (2 mg/ml dans le méthanol)

activité antioxydante résultats, que Muanda et al., (2009) ont exprimé pour la même espèce. Cette activité peut être expliquée par la présence de polyphénols dont l'efficacité antiradicalaire a été prouvée (Bruneton, 2009).

Méthode quantitative : La figure 5 présente les pourcentages d'inhibition produite par les mêmes extraits tels qu'ils ont déduits des densités optiques mesurées (DO) en comparaison de la DO de DPPH seul. A des

concentrations un peu élevées, les deux extraits de la plante *E. africana* (b), l'extrait MeOH de *C. nigricans* (c) inhibent presque tous le DPPH comme les molécules de références l'acide gallique et le quercétin. Les inhibitions de la plante *S. longepedunculata* restent très faibles par rapport aux autres valeurs.

L'extrait MeOH de l'écorce de la racine de l'espèce *C. nigricans* présente une allure similaire à celle des témoins mais avec une inhibition

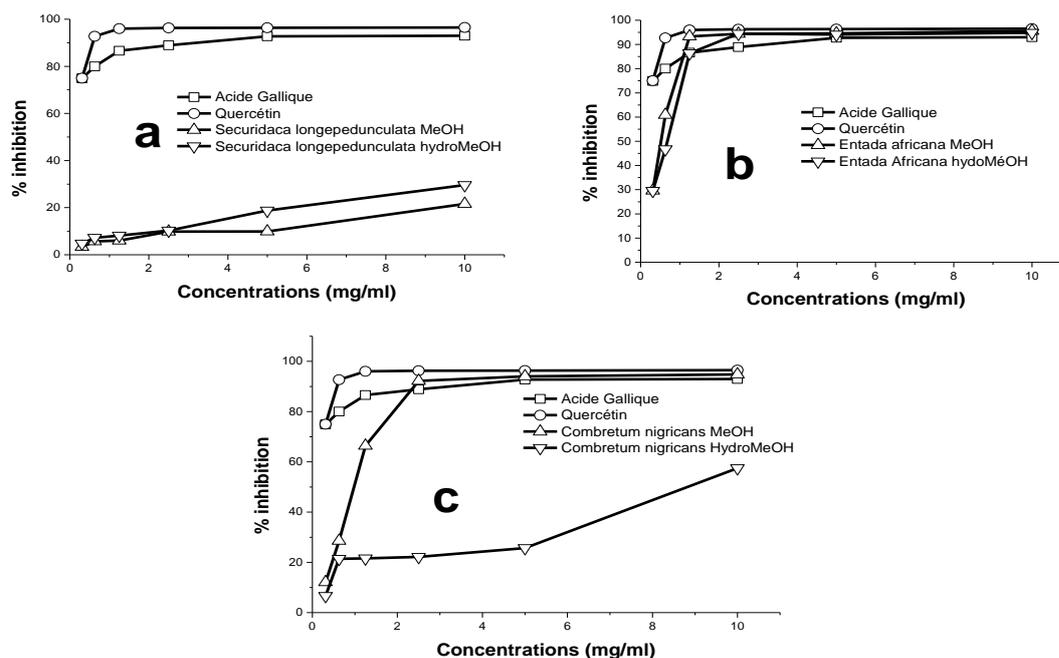


Figure 5: Effet de l'inhibition des extraits MeOH et Hydro-MeOH de *S. longepedunculata* (a); *E. africana* (b) et *C. nigricans* (c) sur l'activité du DPPH.

faible à des faibles concentrations (< 2mg/ml). Le même extrait a une allure identique avec une inhibition légèrement inférieure au-delà de 2,4 mg/ml. Les valeurs CI_{50} sont de : 0,723 mg/ml dans l'extrait MeOH/H₂O et 0,788 mg/ml dans l'extrait MeOH de l'écorce du tronc de la plante. Elles sont de 0,62 mg/ml dans l'extrait MeOH/H₂O et 0,94 mg/ml dans l'extrait MeOH de l'écorce du tronc de la plante. La forte teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux des deux extraits des plantes *E. africana* et *C. nigricans* expliquerait ces résultats. De même, Koundoro et collaborateurs ont présenté des valeurs CI_{50} de 0,25 mg/ml pour la plante *C. nigricans* et de 1,8 mg/ml pour la plante *S. longepedunculata* (Koundoro et al., 2012).

- **Activité FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power) :** Les résultats de cette activité sont présentés dans la figure 6. Les absorbances de tous les extraits augmentent avec la

concentration ; ce qui est la preuve d'une activité. En effet selon Singleton et Rossi (1965), une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés. Notons cependant que les extraits présentent des activités antioxydantes inférieures à celles des molécules de référence utilisées. Les extraits méthanoliques ont presque tous une activité supérieure aux extraits hydrométhanolique. Ceci est plus observé sur l'espèce de plante *C. nigricans*.

Les mesures effectuées pour évaluer l'activité antioxydante montrent que certains extraits utilisés à fortes concentrations ont une activité équivalente à celles des témoins [figures 6 (b) et (c)]. Ce fait atteste que les extraits renferment des substances pouvant réduire l'ion ferrique en ion ferreux. Nous notons une forte activité antioxydante des plantes *E. africana* et

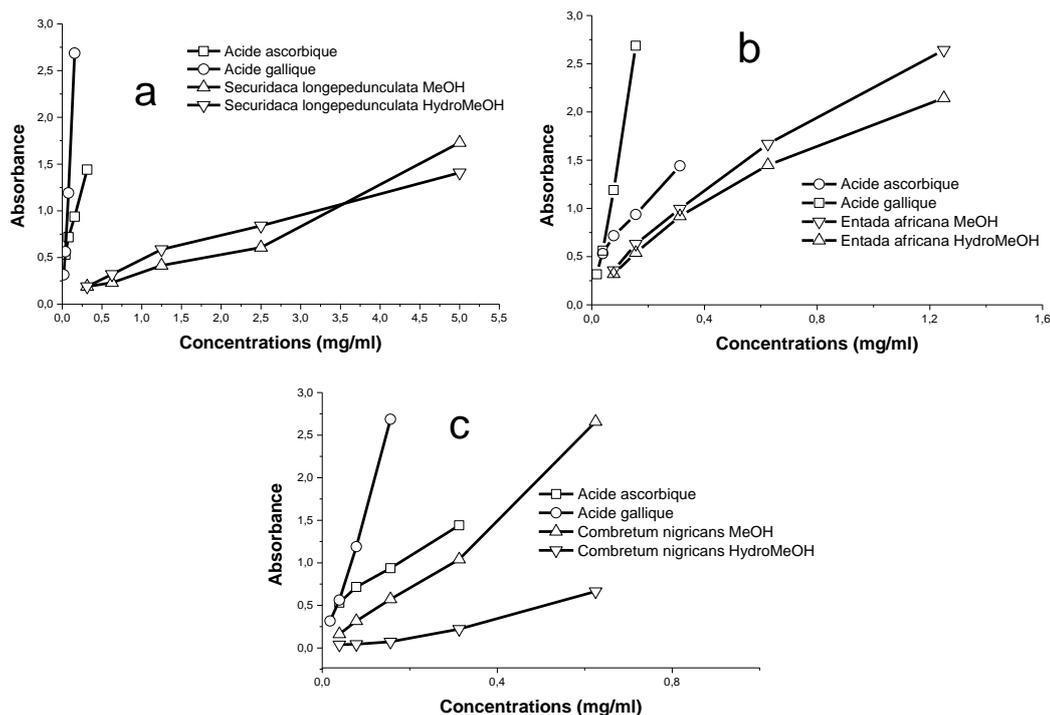


Figure 6 : Activité FRAP des extraits MeOH et Hydro-MeOH de (a) : *S. longepedunculata* ; (b) : *E. africana* et (c) : *C. nigricans*.

C. nigricans, corrélée à une teneur importante en polyphénols. Des études antérieures effectuées sur les différents organes de ces espèces ont également montré une forte activité antioxydante (Tibiri et al., 2007, Tibiri et al., 2010 et Njayou et al., 2015). Par contre, les deux extraits de *S. longepedunculata* ont montré très peu d'activité. Notons cependant qu'à la concentration de 3,5 mg/ml, ces extraits ont une même densité optique.

Conclusion

Les mesures effectuées pour évaluer l'activité antioxydante montrent que certains extraits utilisés à fortes concentrations ont une activité équivalente à celles de témoins utilisés. Cette activité atteste que les extraits renferment des substances réagissant avec le radical stable DPPH et pouvant réduire l'ion Fe^{3+} . L'analyse tant qualitative que quantitative présente une forte teneur en polyphénols dans les

deux extraits de l'écorce de tronc des plantes *E. africana* et *C. nigricans* ; mais faible dans les deux extraits de l'écorce de la racine de *S. longepedunculata*. Nous pouvons alors dire que l'activité antiradiacalaire de DPPH et l'activité réductrice FRAP sont dues à la présence de cette famille de composés dans les différents extraits testés.

deux extraits de l'écorce de tronc des plantes *E. africana* et *C. nigricans* ; mais faible dans les deux extraits de l'écorce de la racine de *S. longepedunculata*. Nous pouvons alors dire que l'activité antiradiacalaire de DPPH et l'activité réductrice FRAP sont dues à la présence de cette famille de composés dans les différents extraits testés.

Références

- Adjanooun E.J., Aké, Assi L., Floret J.J., Guinko S., Koumaré M., Ahyi A.M.R., Raynal J., 1981. Médecine traditionnelle et pharmacopée contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Mali. Acct, 3ème Edition, Paris, 291p.
- Amadou D., Saotoing P., Tsala D. E., Habtemariam S. 2013. Phytochemical Constituents of *Combretum* Loeffl. (*Combretaceae*). *Pharmaceutical Crops*, 4: 38-59.
- Arbonnier, M., 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN, UICN. pp 541.

- Belal O, Nornisah M, Rashidah A. R., Habibah A. W., 2006. Natural flavonoïds for treatment of Hyperuricemia, Molecular Docking studies. IFMBE proceeding, 1, Vol. 14, wold Congress on Medical Physic and Biomedical Engineering, Part 3, pp 178-182.
- Bendag A., 2009. Caractérisation phytochimique et activité antioxydante de quelques cultivars de *Phoenix dactylifera* L. Mémoire de Magistère en Biologie. Université d'Oran Es-Sénia République Algérienne Démocratique et Populaire, 93 P.

- Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4^{ème} Ed revue et augmentée. Editions médicales internationales, éditions Tec & Doc Lavoisier, Paris, 1269 P.
- Cavin A., 1999.** Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydante et antiradicalaire : *Tinospora crispa* (Ménispermacées), *Merremia emarginata* (Convolvulacées) et *Oropea enneandra* (annonacées), Thèse de Doctorat, Lausanne, 241 P.
- Cimanga K., Ying L., Apers S., Hermans C.N., Bakana P., Tona L., Kambu K., Pieters J., Berghe P.D.V., Vlietinck A.J., 2001.** Radical scavenging and xanthine oxidase inhibitory activity of phenolic compounds from *Bridelia ferruginea* stem bark. Journal of Pharmacy and Pharmacology, **53**, 757–761.
- Okoli C.O., Akah P.A., Ezugworie U., 2006.** Anti-inflammatory activity of extracts of root bark of *Securidaca longipedunculata* fres [polygalaceae]. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, **3**, 54–63.
- Cos P., Ying L., Calomme M., Hu J.P., Cimanga K., Van-Poel B., Pieters L., Vlietinck A.J., Vanden Berghe D., 1998.** Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers, J. Nat. Prod., **61**, 71–76.
- Njayou F.N., Tsayem R.F., Bolling B., Atsama M.A., Manjia J.N., Manautou J.E., Rudraiah S., Moundipa P.F., 2015.** Antioxidant fractions of *Khaya grandifoliola* C.DC. and *Entada africana* Guill. et Perr. induce nuclear translocation of Nrf2 in HC-04 cells. Cell Stress and Chaperones, **20**, 991–1000.
- Hatano T., Yasuhara T., Yoshihara R., Agata I., Noro T., Okuda T., 1990.** Effects of interaction of tannins with coexisting substances. Inhibitory effects of tannins and related polyphenols on xanthine oxidase, Chemical and Pharmaceutical Bulletin, **38**, 1224–1229.
- Jossang A., Mannan S., Maidou E., Bodo B., 1996.** Pentacyclic triterpenes from *Combretum Nigricans*, Phytochemistry, **41**(2), 591–594.
- Kelley W.N., 1991.** Antihyperuricemic drugs. In: Kelley, W.N., Harris, E.D., Ruddy, S., Sledge, C.B. (Eds.), Textbook of Rheumatology, Philadelphia, W.B. Saunders, p. 862– 877.
- Kerarho J., Adam J.G., 1974.** La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. Paris, Vigot frères Ed, P.138.
- Kim D.O., Jeong S.W., Lee C.Y., 2003.** Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chem., **81**, 321–326.
- Koundoro Y.A., Agbangan D.C., Alitonou P.G.A., Sohounlouec. K.D., 2012.** Caractérisation chimique et activité antiradicalaire de trois plantes de la médecine traditionnelle du Bénin : *securidaca longipedunculata*, *Adenia lobata* et *Combretum nigricans*, Conférence Paper.
- Lespade L., Bercion S., 2010.** Theoretical study of the mechanism of inhibition of xanthine oxydase by flavonoids and gallic acid derivatives. Journal of Physical Chemistry, **114**, 921–928.
- Mo S.F., Zhou F., Lv Y.Z., Hu Q.H., Zhang D.M., Kong L.D., 2007.** Hypouricemic action of selected flavonoids in mice: Structure activity relationships. Biological & Pharmaceutical Bulletin, **30**, 1551–1556.
- Ministère de la Santé Publique-Tchad., 2012.** Annuaire des statistiques sanitaires. Tome A, 26^{ème} édition.
- Muanda N.F., Kone D., Dicko A., Soulimani R., Younos C., 2009.** Phytochemical composition and antioxidant capacity of three Malian medicinal plant parts. ECAM. 1–8, doi: 10.1093/nep109.
- Muanda F.N., 2010.** Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de Doctorat, Paul verlaine-Metz, 294 p.
- Nabila B., Nassima B., 2013.** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta* (L.) Briq. Nature & Technologie ». B-Sciences Agronomiques et Biologiques, **9**, 14–19.
- Nagao A., Seki A., Kobayashi H., 1999.** Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, **63**, 1787–1790.
- Paola M., Alessandra B., Cosimo P., Nunziatina De T., 2005.** Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species, Food Chemistry, **92**, 349–355.
- Pierre B., Pierre G., Arbonnier M., 2008.** Ligneux du Sahel V.1.0. Edition Quae, CIRARD.
- Simon G., dewelle J., Nacoulma O., Guissou P., Kiss R., daloze d., Braekman J.C., 2003.** Cytotoxic pentacyclic triterpènes from *Combretum nigricans*, Fitoterapia, **74**, 339–344.
- Singleton V.L., Rossi J.A., 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents, American Journal of Technology and Viticulture, **16**, 144–153.
- Star V.L., Hochberg M., 1993.** Prevention and management of gout. Drug, **45**: 212–222.
- Tibiri A., Rakotonandrasana O., Nacoulma G.O., Banzouzi J.T., 2007.** Radical scavenging activity, phenolic content and cytotoxicity of bark and leaves extracts of *Entada africana* Guil. And Perr (Mimosaceae), J. Boil. Sci., **7**, 959–963.
- Tibiri A., Sawadogo R.W., Rakotonandrasana O., Banzouzi J.T., Guissou I.P., Nacoulma G.O., 2010.** Evaluation of Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoid Contents of *Entada africana* Guill. et Perr. (Mimosaceae) Organ Extracts, Research Journal of Medical Sciences, **4** (2), 81–83.
- Van Hoorn D.E.C., Nijveldt R.J., Van Leeuwen P.A.M., Hofman Z., M'Rabet L., De Bont D.B.A., Van Norren K., 2002.** Accurate prediction of xanthine oxidase inhibition based on the structure of flavonoids, European Journal of Pharmacology, **451**, 111–118.
- Wagner H. et Bladt S., 1996.** Plant Drug Analysis, a Thin Layer Chromatography Atlas. Springer-Verlag. Ed., Berlin, second Edition.
- Xue-Dong Y., Li-Zhen X., Shi-Lin Y., 2001.** Xanthonés from the stems of *securidaca inappendiculata*. Phytochemistry, **58**, 1245–1249.