

Activité Antioxydante des Extraits Méthanoliques de Différents Organes de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr.

Hama Hamadou Habibou, PhD

Moussa Idrissa, MC

Ikhiri Khalid, Pr

Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques,
Département de Chimie, Laboratoire des Substances Naturelles et Synthèse
Organique (LASNASO), Groupe de Recherche Substances Naturelles et
Valorisations, Niamey, Niger

Ouedraogo Benjamin, PhD

Université Ouaga I Joseph KI-ZERBO, Laboratoire de Chimie Analytique,
Environnementale et Bio-organique (LCAEBiO), Département de Chimie,
Unité de Formation et de Recherche en Science Exactes et Appliquées,
Ouagadougou-Burkina Fasso

Adamou Rabani, Pr

Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques,
Département de Chimie, Laboratoire Matériaux, Eaux et Environnement
(LAMEE), Niamey, Niger

Doi: 10.19044/esj.2019.v15n12p159 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n12p159](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n12p159)

Résumé

Une grande partie de l'intérêt des recherches actuelles porte sur l'étude de molécules antioxydantes d'origine naturelle. Cette étude vise à évaluer l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de différents organes de *Detarium microcarpum* : écorces de tronc et de racine, feuilles, fruits et fleurs. La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu et l'activité antioxydante par deux méthodes : le piégeage des radicaux libres du DPPH et la méthode de réduction du fer FRAP (*Ferric reducing antioxidant power*). Les teneurs en polyphénols totaux des différents organes varient de 109,44 à 40,06 mg équivalents acides galliques par gramme d'extrait (mg EAG/g). La capacité de réduction de fer est remarquable dans l'extrait des écorces du tronc (171,71 mol EAA/100mg) ; de racine (170,79 mol EAA/100mg) et des feuilles (127,96 mol EAA/100mg). La capacité de piégeage du DPPH a montré une réduction du radical DPPH avec des concentrations inhibitrices CI_{50} de 0,225 à 0,75 mg/ml mais restent toujours

faibles par rapport au Trolox (antioxydant de référence, 0,05mg/ml). L'activité antioxydante des extraits de *Detarium microcarpum* mise en évidence dans cette étude pourrait justifier les usages traditionnels de cette plante afin de développer de nouveaux composés bioactifs.

Mots-clés : *Detarium microcarpum*, DPPH, FRAP, activité antioxydante

Antioxidant Activity of Méthanolic Extracts from Various Organs of *Detarium microcarpum* Guill.& Perr.

Hama Hamadou Habibou, PhD

Moussa Idrissa, MC

Ikhiri Khalid, Pr

Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques,
Département de Chimie, Laboratoire des Substances Naturelles et Synthèse
Organique (LASNASO), Groupe de Recherche Substances Naturelles et
Valorisations, Niamey, Niger

Ouedraogo Benjamin, PhD

Université Ouaga I Joseph KI-ZERBO, Laboratoire de Chimie Analytique,
Environnementale et Bio-organique (LCAEBiO), Département de Chimie,
Unité de Formation et de Recherche en Science Exactes et Appliquées,
Ouagadougou-Burkina Fasso

Adamou Rabani, Pr

Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques,
Département de Chimie, Laboratoire Matériaux, Eaux et Environnement
(LAMEE), Niamey, Niger

Abstract

Many of the current research interest include the study of molecular antioxidant compounds of natural source. This study aims to evaluate the antioxidant activities of the methanolic extracts of different parts of *Detarium microcarpum*: trunk and root bark, leaves, fruits and flowers. The total polyphenol content was determined by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant activity by two methods: the free radical scavenging of the DPPH and the Ferric reducing antioxidant power (FRAP) method. The total polyphenol content of plant parts was found to vary from 109.44 to 40.06 mg

gallic acid equivalents per gram of extract (mg EAG/g). Iron reduction capacity was found to be highest in the trunk bark (171.71 mole EAA/100mg); root (170.79 mole EAA/100mg) and leaves (127.96 mole EAA/100mg) extracts. The DPPH scavenging capacity showed a significant reduction of the DPPH radical with IC₅₀ inhibitory concentrations ranging from 0.225 to 0.75 mg/ml but still remain low compared to that of Trolox as standard antioxidant. The antioxidant activities of *Detarium microcarpum* extracts reported in this study could justify the traditional uses of this plant in order to develop new bioactive compounds.

Keywords: *Detarium microcarpum*, DPPH, FRAP, antioxidant activity

Introduction

L'usage de la médecine traditionnelle est très répandu en Afrique. Les plantes médicinales ont toujours eu une place importante dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 65 à 80 % de la population dans les pays en développement, dépendent essentiellement des plantes médicinales traditionnelles pour leurs soins de santé primaire (OMS, 2002).

Le stress oxydatif est impliqué dans un large spectre de maladies qui ont un impact énorme sur la santé des populations. Le métabolisme aérobie chez les mammifères génère des substances appelées espèces réactives de l'oxygène (ERO) qui sont impliquées dans des processus physiologiques (Favier, 2003).

Cependant l'excès de production des ERO peut devenir toxique pour les composants majeurs de la cellule, les lipides, les protéines et l'acide nucléique et par conséquent donné lieu au stress oxydatif (Valko *et al.*, 2006). Ce dernier est impliqué dans diverses pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, les cancers, le diabète etc (Aruoma, 2003). Un antioxidant est défini comme toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi retarder ou empêcher l'oxydation de ces substrats (Berger, 2006). De nombreuses études ont montré que les plantes possèdent des propriétés antioxydantes dues en grande partie à leurs composés phénoliques.

Ils peuvent prévenir la modification oxydative par neutralisation des radicaux libres, piégeage de l'oxygène ou décomposition des peroxydes par l'intermédiaire de leurs activités antioxydantes (Yemeda *et al.*, 2014).

Parmi des nombreuses plantes de la riche flore africaine, figure le *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. Il est employé en médecine traditionnelle pour le traitement de nombreuses maladies et fait partie de plusieurs pharmacopées locales en Afrique de l'Ouest.

Le décocté des écorces de tronc est employé, en boisson pour guérir la diarrhée simple ou sanguinolente. Il serait antihémorroïdique et antiblennorragique (Adama, 1997) ; antimicrobien (Kouyaté et Van Damme, 2002 ; Loubaki *et al.*, 1991) ; anti-œdémateux (Ikhiri et Ilagouma, 1995). Le macéré des racines est utilisé contre les maux de ventre et les diarrhées dysentériques. Le décocté des racines exhalerait un parfum agréable; le liquide ainsi obtenu, s'emploie en boisson contre la syphilis (Koyaté., 2005). Les racines présentent des propriétés antidiabétiques (Okolo *et al.*, 2012) et antifongiques (Adamu *et al.*, 2014).

Le décocté des feuilles de *Detarium microcarpum* est utilisé pour soigner les maux de ventre, la carie dentaire, les complications d'accouchement (Kouyaté, 2015). Elles présentent des propriétés anti-diarrhéiques et anti-asthéniques (Okolo *et al.*, 2012), antimicrobiennes (Ebi *et al.*, 2011) et larvicides (Adebote *et al.*, 2006).

Les fruits jouent un rôle important au niveau nutritionnel selon plusieurs travaux effectués sur leur composition nutritionnelle et thérapeutique (Cavin *et al.*, 2006 ; Felix *et al.*, 2010 ; Rouamba *et al.*, 2017).

Des travaux antérieurs réalisés sur différents organes de *D. microcarpum* ont montré qu'ils contenaient en majorité des composés phénoliques ayant un fort potentiel antioxydant corroborant leurs usages traditionnels (Hama *et al.*, 2018). Les polyphénols suscitent depuis une dizaine d'année un intérêt croissant de la part des nutritionnistes, des industriels de l'agro-alimentaire et des consommateurs. Une des raisons principales est la reconnaissance de leurs propriétés antioxydantes et ainsi leur implication probable dans la prévention des diverses pathologies associées au stress oxydant (Mamta *et al.*, 2013). A notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur le potentiel antioxydant de *Detarium microcarpum*, d'où l'objectif de cette étude qui est d'évaluer l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Detarium microcarpum*.

Matériel et méthodes

Matériel végétal et extraction

Les organes (feuilles, fruits, fleurs et écorces du tronc et de racine) du *Detarium microcarpum* ont été fraîchement récoltés au mois de mars 2017 dans la région de Dosso (Niger). Ils ont été identifiés au Département de Biologie (Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni). Le matériel végétal a été séché à l'air libre à l'abri du soleil et à la température ambiante, puis réduit en poudre.

30 g de poudre végétale de chaque organe de *Detarium microcarpum* ont été macérés dans 300 mL (×2) de méthanol. Après une extraction continue à la macération pendant 24h à la température ambiante sous agitation

magnétique, le macérât est filtré et le méthanol a été éliminé par évaporation. au rotavapor.

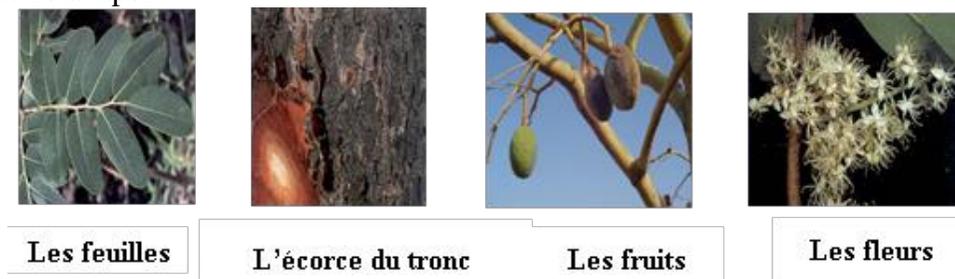


Figure 1: Les différents organes du *Detarium microcarpum*

Dosage spectrophotométrique des polyphénols totaux

Les teneurs totales en composés phénoliques des extraits méthanoliques de différents organes de *Detarium microcarpum* ont été estimées en utilisant le réactif de Folin Ciocalteu (Siddiqui *et al.*, 2017). A l'extrait méthanolique de concentration 1 g/L de chaque organe de *Detarium microcarpum*, on additionne 5 mL de réactif Folin Ciocalteu dilué 10 fois et 4 mL de solution de carbonate de Sodium (75 g/L). Le mélange est agité et incubé à l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes et l'absorbance a été mesurée à 760 nm en utilisant un spectrophotomètre UV (thermo scientific, evolution 300). La courbe d'étalonnage a été tracée en utilisant 1mL de solution d'acide gallique de concentrations : 0, 20, 40, 60 et 80 mg/L. Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique/g d'extrait (mg EAG/g) en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique. L'absorbance a été mesurée pour déterminer les teneurs en polyphénols totaux en utilisant l'Équation (1) :

$$C = \frac{C_1 \times V}{m} \quad (1)$$

C étant la teneur en polyphénols totaux exprimée en mg équivalent acide gallique/g d'extrait, C₁ la concentration d'acide gallique établie à partir de la courbe d'étalonnage en mg/L, V le volume d'extrait en L et m le poids de l'extrait de plante en g.

Activité antioxydante *in vitro*

Test du pouvoir de réduction du fer : FRAP (*Ferric reducing antioxidant power*) :

Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Cette technique a été développée pour mesurer la capacité des extraits à réduire le fer ferrique (Fe³⁺) présent dans le complexe K₃Fe(CN)₆ en fer ferreux (Fe²⁺). Le fer ferrique initialement jaune, se réduit et devient bleu

ou vert en présence d'un atome d'électron. Le changement de la coloration de jaune à bleu ou vert est proportionnel à l'activité antioxydante.



Protocole

Le pouvoir réducteur des échantillons a été évalué selon la méthode spectrophotométrique décrite par Rakiatou (2014). Dans un tube à essai contenant 0,5 mL de solution d'échantillon (1mg/mL) est ajouté 1,25 mL de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) puis 1,25 mL de potassium hexacyanoferrate [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] 1 % dans l'eau. L'ensemble est chauffé à 50°C au bain-marie pendant 30 minutes. 1,25 mL d'acide trichloroacétique (10 %) est ensuite ajouté. Trois aliquotes de 0,625 mL sont effectués dans 3 tubes auxquels est ajouté 0,625 mL d'eau distillée puis 0,125 mL de FeCl_3 1% fraîchement préparé dans l'eau. Un blanc sans échantillon est préparé dans les mêmes conditions.

La lecture est faite à 700 nm contre une courbe-étalon d'acide ascorbique. La concentration en composés réducteurs (antioxydants) dans l'extrait est exprimée en mol Equivalent Acide Ascorbique par cent gramme d'extraits secs (mol EAA/100g) selon la formule suivante :

$$C = \frac{c \times D}{M \times ci} \times 100 \quad (2)$$

C = concentration en composés réducteurs en mol EAA/100g d'extrait sec

c = concentration de l'échantillon lue (mg/mL)

D = facteur de dilution de la solution mère d'extrait

Ci = concentration de la solution mère d'extrait (mg/mL)

M = masse molaire de l'acide ascorbique (176 g/mol)

Test de réduction du radical DPPH

Principe

La méthode de mesure du pouvoir antioxydant par le DPPH (2,2-Diphényl-picrylhydrazine) repose sur la capacité d'un composé à réduire le radical DPPH°. La réduction se traduit par un changement de couleur de la solution qui vire du violet au jaune en présence d'un composé antiradicalaire. La réaction est alors quantifiée en mesurant l'absorbance de la solution par spectrophotométrie à 490 nm. Le changement de la coloration du violet au jaune est proportionnel au pouvoir antioxydant.

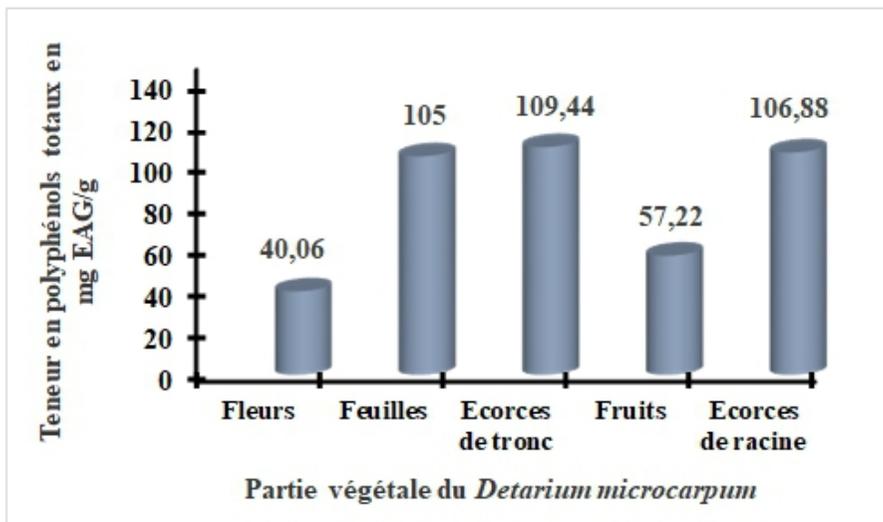


Figure 3 : Teneurs en polyphénols totaux des organes de *D. microcarpum*

Les résultats montrent que les composés polyphénoliques sont abondants dans les écorces du tronc et de racine et les feuilles. La teneur élevée en polyphénols est liée à la solubilité élevée des phénols dans les solvants polaires (Ghedadba *et al.*, 2014). Le métabolite secondaire peut changer pendant le développement de la plante ; aussi aux conditions climatiques dures (la température élevée, exposition solaire, sécheresse, salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols (Falleh *et al.*, 2008). En plus de l'organe analysé, la région et la date de la récolte et les solvants qui sont utilisés (Tirichine, 2010).

En effet, la teneur phénolique d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (les pratiques culturelles, la maturité à la récolte et les conditions de stockage) (Mounira, 2015). En plus, la méthode de quantification peut également influencer l'estimation de la teneur des phénols totaux (Lee *et al.*, 2003).

La variabilité des teneurs en polyphénols est probablement due à la composition phénolique des extraits, aux conditions biotiques telles que l'espèce, la plante hôte, l'organe ou l'état physiologique et aux conditions abiotiques (saison, climat et température) (Mounira, 2015).

Activité antioxydante par FRAP

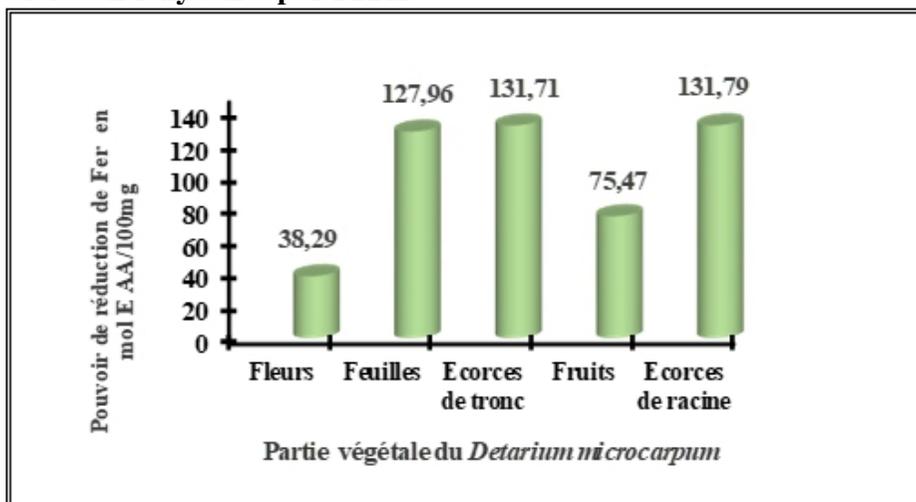


Figure 4 : Pouvoir de réduction de Fer des organes de *D. microcarpum*

Les propriétés réductrices des extraits de *D. microcarpum* ont été évaluées en utilisant la méthode de FRAP. Elle est basée sur la capacité des extraits à réduire le fer ferrique Fe³⁺ en fer ferreux Fe²⁺. Les résultats obtenus montrent que tous les extraits des différents organes ont un pouvoir de réduire le fer et la capacité de réduction est presque identique pour les feuilles, les écorces du tronc et de racine (Figure 4). La forte activité de l'extrait des feuilles, des écorces de tronc et de racine serait due à sa forte teneur en composés polyphénoliques. Ces résultats corroborent les travaux de Yemeda *et al.* (2014) qui trouvent que les extraits méthanoliques de tiges et des rameaux de *Phragmanthera capitata* sont plus réducteurs que les extraits de fruits et de fleurs. Ces activités sont corrélées aux teneurs en polyphénols totaux dans les organes impliqués.

Activité antioxydante par DPPH

Tableau I : Valeurs des CI₅₀

Extraits	Ecorces de tronc	Ecorces de racine	Feuilles	Fruits	Fleurs	Trolox
IC ₅₀ (mg/ml)	0,075	0,097	0,142	0,246	0,271	0,05

La concentration inhibitrice CI₅₀ est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante d'un composé, elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur de la CI₅₀ est petite, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (Khoudali *et al.*, 2014). Les valeurs de CI₅₀ de l'extrait méthanolique de *Detarium microcarpum* sont représentées dans le tableau I. L'extrait

méthanolique de *Detarium. microcarpum* rend le radical libre stable (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) au diphenyl-picrylhydrazine jaune-coloré avec une CI_{50} de 0,075 mg/mL pour les écorces du tronc et 0,097 mg/mL pour les écorces de racine montrant une activité antioxydante très importante mais restant faibles à celle du trolox qui ramène la stabilité au DPPH avec une CI_{50} de 0,050 mg/mL. D'après ces résultats, le trolox reste l'antioxydant le plus efficace par rapport à l'extrait méthanolique des organes de la plante étudiée.

Corrélation des teneurs en polyphénols totaux et l'activité antioxydante

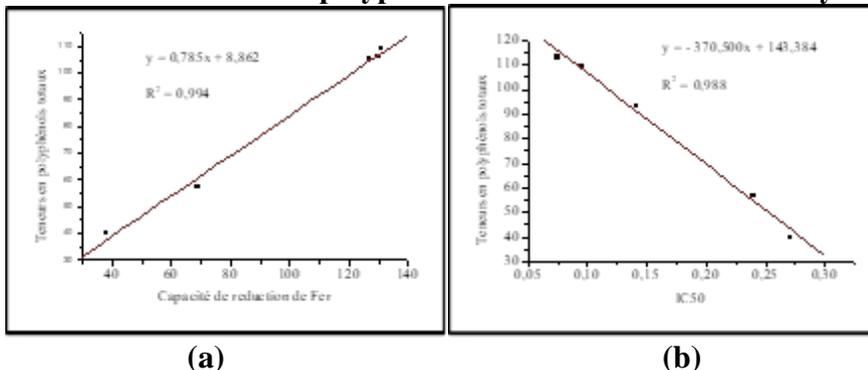


Figure 5 : Corrélation entre les teneurs en polyphénols totaux et l'activité antioxydante

Les activités antioxydantes sont corrélées aux teneurs en polyphénols totaux dans les organes du *Detarium microcarpum*. L'activité antioxydante attribuée aux polyphénols s'explique en partie par leur capacité à capturer des radicaux libres et de complexer des métaux (Bahorun *et al.*, 1996).

Conclusion

La présente étude a permis de mettre en évidence les teneurs en polyphénols totaux et l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de différents organes de *Detarium microcarpum*. Selon les résultats obtenus dans cette étude, la plante est une source potentielle de polyphénols possédants des propriétés antioxydantes d'origine naturelle qui justifient son utilisation traditionnelle dans le traitement de nombreuses affections lié au stress oxydatif. Les extraits méthanoliques des écorces du tronc et de racine ont présenté les meilleurs teneurs en polyphénols et une très grande activité de piégeage des radicaux libres du DPPH et une forte capacité de réduction du fer. Ces résultats pourraient constituer une base scientifique solide pour la recherche de nouveaux composés ayant une importante application dans les industries pharmaceutiques et alimentaires.

Remerciements

Nous remercions M. Moussa SOULEY, technicien de laboratoire au département de Chimie de la Faculté des Sciences et Technique, Université Abdou Moumouni et M. Arzika TANIMOUNE technicien de laboratoire de Biologie de la Faculté des Sciences et Technique, Université Abdou Moumouni.

References:

1. Adama, O. (1997). L'effet de la coupe de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. sur la régénération de la végétation dans la forêt classée de Nazinon. Mémoire d'ingénieur, Université de Ouagadougou, (Burkina Fasso), 108 p.
2. Adamu, H.M., Ushie, Longbap B.D., Kuburat, R.J. & Lawal, U. (2014). Bioactivity of active extracts of the root and stem bark of (*Detarium microcarpum*). Scientia Research Library. *Journal of Applied Chemistry*, 2 (2), 31-39.
3. Adebote, D.A., Abolude, D.S., Oniye, S.J., Olododo S.S., & Hassan, M.M. (2006). Larvicidal and repellent actions of *Detarium microcarpum* seeds oil against the larvae of *Dermestes lardarius* (coleopteran: Dermestidae) in dried *Clarias gariepinus* fish. *Journal of entomology*, 3(3), 248-253.
4. Aruoma, O.I. (2003). Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in food plants. *Journal of Mutation Research*, 9(20), 523 – 524.
5. Bahorun, T., Gressier B., Troitin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., Vasseur, J., Cazin, M., Cazin, J.C., Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung*, 46, 1086-1089.
6. Berger, M.M. (2006). Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20, 48-53.
7. Cavin, A. L., Hay, A. E., Marston, A., Stoeckli-Evans, H., Scopelliti, R., Diallo, D. & Hostettmann, K. (2006). Bioactive diterpenes from the Fruits of *Detarium microcarpum*. *Journal of natural products*, 69(5), 768-773.
8. Ebi, G.C and Afierofo, O.E. (2011). Phytochemical and antimicrobial studies on *Detarium microcarpum* Guill and Sperr (*Caesalpinioceae*) seeds coat. *African Journal of Biotechnology*, 10(3), 457-462.
9. Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba, M., Abdelly, C., (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, *Comptes Rendus Biologies*, 331, 372-379.

10. Favier, (2003). Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108-115.
11. Félix K.S., Ouédraogo, I., Pierre G., (2010). Propriétés Nutritionnelles et Thérapeutiques du Fruit de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr Nutritional and Therapeutic properties of the Fruit of *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. Fruit. *Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(1), 26-30.
12. Ghedadba, N., Bousselsela, H., Hambaba, L., Benbia, S., Mouloud, Y. (2014). Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de *Marrubium vulgare* L. *Phytothérapie*, (12), 15-24.
13. Habibou H.H., Moutari S.K., Lawaly M.M., Idrissa M., Rabani A., Khalid I. (2018). Criblage phytochimique et dosage des polyphénols du *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. utilisé dans le traitement des maladies parasitaires au Niger. *Afrique science*, 14(5), 390-399.
14. Ikhiri, K. & Ilagouma, A.T. (1995). *fitoterapia*, 66, 274.
15. Khoudali, S., Benmessaoud D., Essaquil, A., Zertoubi M., Azzi M., Benaissa M. (2014). Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) du Maroc. *Journal of Materials and Environmental Science*, 5 (3), 887-898.
16. Kouyaté, A.M and Van Damme, P. (2002). Caractères morphologiques de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. au sud du Mali, *Fruits*, 57 (4), 231-238.
17. Kouyaté, A.M. (2005). Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au Mali. Thèse de Doctorat, Université de Gand, Belgique. 207 p.
18. Ladoh Yemeda, C.F., Dibong, S.D., Nyegue, M.A., Djembissi, R.P., Lenta N.B., Mpondo M.E., Yinyang, J., Wansi, J.D. (2014). Activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Phragmanthera capitata* (Loranthaceae) récoltée sur *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Biosciences*, 84, 7636-7643.
19. Lee, K.W., Kim, Y.J., Lee, H.J., Lee, C.Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a aigher Antioxydant capacity than theas and red wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. (3), 7292-7295.
20. Loubaki B.C., Ouattara, A. S., Ouattara C. A., Ouédraogo, R., Traore, A. S. (1991). Activités antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de *Detarium microcarpum* [*Cesalpinaceae* (Gull et Perr)] sur huit

- espèces bactériennes impliquées dans certaines maladies infectieuses au Burkina Faso. *Science et médecine*, 66-73.
21. Mamta, S., Jyoti, S., Rajeev, N., Dharmendra, S. & Abhishek, G. (2013). Phytochemistry of Medicinal Plants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(6) 168-182.
 22. Mounira, A. & Mahdia, H. (2015). Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (Région d'Oued Souf). Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued, (Algerie), 106 p.
 23. Okolo, C.E, Akah, P.A and Uzodinma, S.U. (2012). Antidiabetic activity of root extract of *Detarium microcarpum*. (Fabiaceae) Guill & Perr. *Phytopharmacology*, 3(1), 12-18.
 24. OMS (2002). Perspectives politiques de l'OMS sur les médicaments. Médecine Traditionnelle : Besoins croissants et potentiel. Genève.
 25. Rakiatou T. (2014). Etude mécanique de la relation groupe chimique-activité antioxydante des extraits d'écorces de tronc de *Khaya senegalensis* A. Juss (Meliaceae). Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, (Burkina Fasso), 136 p.
 26. Rouamba, A., Ouedraogo, M. & Kiendrebeogo, M. (2017). Antioxidant capacity and genoprotective effect of ethanol fruit extract from *Detarium microcarpum* Guill. & Perr.(Caesalpinaceae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(1), 32-36.
 27. Siddiqui, N., Abdur Rauf, M.D., Abdul Latif, M.D. & Zeenat Mahmood, M.D. (2017). Spectrophotometric determination of the total phenolic content, spectral and fluorescence study of the herbal Unani drug Gul-e-Zoofa (*Nepeta bracteata* Benth). *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 12(4), 360-363.
 28. Tirichine H.S. (2010). Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est algérien. Mémoire de Magister en Biologie. Université d'Oranes-Es Senia, Oran, (Algérie), 88 p.
 29. Valko, M., Rhodes, C., Moncol, J., Izakovic, M., Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 160, 1-40.