

RESEARCH ARTICLE

Étude comparative entre l'effet antioxydant des extraits des feuilles d'*Eucalyptus globulus* et d'*Olea europaea* L. récoltées dans la wilaya de Mostaganem (Algérie)

Benguendouz Abdenour^{1*}, Bouterfa Asma¹, Berrighi Nabila², Boudroua Kaddour², Arabi Abed³

¹Laboratoire de Physiologie Animale Appliquée, Département d'agronomie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis, 27000, Mostaganem, Algérie. ²Laboratoire de Biotechnologie Appliquée à l'Agriculture et le Développement Durable, École Supérieure d'Agronomie, 27000, Mostaganem, Algérie. ³Laboratoire Agrobiotechnologie, Ressources génétiques et Modélisation (AGROBIOGEN), Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 27000, Mostaganem, Algérie.

* abdenour.benguendouz@univ-mosta.dz

Received: June 29, 2024/ Accepted: July 3, 2024/ Published: July 15, 2024

RÉSUMÉ (Fr.).

L'objectif de cette étude est d'évaluer la quantité de polyphénols totaux dans les extraits des feuilles d'*Olea europaea* L. et d'*Eucalyptus globulus* récoltées dans la wilaya de Mostaganem, ainsi que leur capacité antioxydante. La quantité totale de polyphénols s'élevait à 38.93 mg EAG/g MS pour l'*Eucalyptus globulus* et à 33.84 mg EAG/g MS pour l'*Olea europaea* ($P < 0.05$). En ce qui concerne l'activité antioxydante (IC 50) des extraits des deux espèces végétales étudiées, les résultats ont montré que l'*Eucalyptus globulus* avait une valeur de 4.31 mg/ml tandis que celle de l'*Olea europaea* L. était de 6.16 mg. En résumé, il a été prouvé par cette étude que l'extrait d'*Eucalyptus globulus* présente une activité antioxydante (antiradicale) plus élevée que celle de l'extrait d'*Olea europaea* L.

Mots clés : *Olea europaea* L., *Eucalyptus globulus*, extrait, polyphénols, antioxydants

ABSTRACT (Eng.).

The objective of this study is to evaluate the total polyphenol content in extracts from the leaves of *Olea europaea* L. and *Eucalyptus globulus* collected in the Mostaganem province, as well as their antioxidant capacity. The total polyphenol content was 38.93 mg GAE/g DM for *Eucalyptus globulus* and 33.84 mg GAE/g DM for *Olea europaea* ($P < 0.05$). Regarding the antioxidant activity (IC 50) of the extracts from the two plant species studied, the results showed that *Eucalyptus globulus* had a value of 4.31 mg/ml, while that of *Olea europaea* L. was 6.16 mg/ml. In summary, this study demonstrated that the extract of *Eucalyptus globulus* exhibits a higher antioxidant (antiradical) activity than that of *Olea europaea* L.

Keywords: *Olea europaea* L., *Eucalyptus globulus*, extract, polyphenols, antioxidants.

INTRODUCTION

Depuis la préhistoire, l'olivier (*Olea europaea* L.), une des cultures les plus anciennes qui joue un rôle primordial dans la culture de la région méditerranéenne (Sanna, 2017). Il est classé dans la famille des Oleaceae et plus précisément dans la sous-famille des Oleoideae. Selon Besnard *et al.* (2009), le genre *Olea*, comprenant environ 24 genres et 6000 espèces, inclut 33 espèces et 9 sous-espèces réparties en trois sous-genres : *Olea*, *Paniculatae*, et *Tetrapilus*. L'olivier, un arbre à feuilles persistantes et vivace, se caractérise par sa capacité de croître saisonnièrement dans les climats tempérés. De plus, il est renommé pour son incroyable durabilité et sa longévité exceptionnelle. Sa

robustesse et sa capacité d'adaptation font également partie de la réputation qui lui est faite, ce qui lui permet de prospérer dans différentes conditions environnementales (Sanna, 2017). Les feuilles de l'olivier ont une particularité unique, elles sont complètes avec un court pétiole et prennent la forme d'une lancéole qui se termine par un mucron (Argenson *et al.*, 1999). Ces plantes poussent de manière opposée en paires et sont toujours vertes, restant ainsi pendant environ 3 ans. L'olive est une drupe dont le mésocarpe charnu contient beaucoup de lipides, et son diamètre varie entre 1 et 3 cm (Argenson *et al.*, 1999). De plus, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux extraits de feuilles d'olivier en raison de leur potentiel bénéfique pour la santé (Hanem *et al.*, 2023).

Il existe dans ces extraits diverses variétés de biophénols, comme les acides phénoliques et les alcools phénoliques tels que l'hydroxytyrosol et le tyrosol. On y retrouve également des flavonoïdes, notamment la lutéoline 7-O-glucoside, la rutine, l'apigénine 7-O-glucoside et la lutéoline 4-O-glucoside, ainsi que les sécoiridoïdes représentés par l'oleuropéine (Bouaziz et Sayadi, 2005; Hanem et al., 2023).

De nombreuses recherches ont été menées sur les propriétés antioxydantes de l'oleuropéine, en particulier et suggèrent que ces effets bénéfiques sur la santé et son utilisation en pharmacologie peuvent être attribuables à ses propriétés antioxydantes (Edziri et al., 2010 ; Cavaca et al., 2020 ; Hanem et al., 2023).

En ce qui concerne l'eucalyptus, un arbre faisant partie de la famille des Myrtaceae, sa taille peut varier entre 30 et 60 mètres, voire atteindre jusqu'à 100 mètres dans certaines situations (Kozioł, 2015). Ce sont les Australiens qui ont introduit rapidement cet arbre dans les zones subtropicales d'Asie et dans le bassin méditerranéen, où il a été largement planté (Miloudi et al., 2020).

Les feuilles d'eucalyptus sont persistantes et peuvent atteindre une longueur de 25 centimètres, car elles sont pourvues de glandes qui produisent de l'huile (Daroui-Mokaddem, 2012). Les feuilles sont en forme de faucille, disposées de manière alternée, avec un pétiole et une couleur gris-vert (Kozioł, 2015).

Les fleurs d'eucalyptus apparaissent au printemps et poussent à l'aisselle des feuilles. L'opercule qui se détache lors de la floraison révèle un grand nombre d'étamines, le calice étant en forme de toupie bosselée (Daroui-Mokaddem, 2012). En outre, on trouve dans l'eucalyptus une variété de composés phénoliques, comme l'acide chlorogénique, l'acide gallique, l'acide férulique et ellagique, les catéchines ainsi que d'autres flavonoïdes (Edziri et al., 2010; Cavaca et al., 2020; Hanem et al., 2023). Une étude a révélé que ces composés phénoliques ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes (Hanem et al., 2023). En outre, il a été rapporté que les composés phénoliques présents dans l'eucalyptus possèdent des propriétés neuroprotectrices qui pourraient éventuellement jouer un rôle dans la prévention ou le retard de l'apparition de la maladie d'Alzheimer (Rashed et al., 2021 ; Moreira et al., 2022 ; Hanem et al., 2023). Les composants phénoliques de l'eucalyptus ont une variété d'activités biologiques et pourraient être utilisés dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et alimentaire (Vuong et al., 2015; Celeiro et al., 2019 ; Hanem et al., 2023).

Le but de cette étude est de mettre en valeur la richesse de ces deux espèces végétales abondamment trouvées en Algérie en polyphénols, tout en mettant l'accent sur leur potentielle antioxydant en mettant en évidence leur activité antiradicalaire.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

Deux espèces végétales largement répandues dans la région de Mostaganem ont été étudiées ; il s'agit d'*Eucalyptus globulus* et *Olea europaea L.* Ces espèces sont connues

pour leurs propriétés aromatiques et leur contenu élevé en composés bioactifs tels que les antioxydants. Durant la saison du printemps, les échantillons des deux espèces végétales ont été prélevés dans la région de Mostaganem. La collecte a été planifiée pour coïncider avec l'émergence de nouvelles pousses. Les branches et les feuilles des deux espèces ont été prélevées, acheminées jusqu'au laboratoire, nettoyées des débris et ensuite séchées à l'air libre durant une semaine. Enfin, ces parties des deux espèces ont été gardées à température ambiante en prévision d'une utilisation future.

Préparation des extraits

Avant de procéder à l'extraction d'extrait avec du méthanol, les feuilles des deux espèces végétales étudiées, à savoir *Eucalyptus globulus* et *Olea europaea L.*, ont été préalablement broyées. L'extraction a été réalisée selon la technique décrite par Kosar et al. (2005) ; il s'agit d'une méthode discontinue pour extraire les solides des liquides. Pour ce faire, 10 g de poudre de chaque espèce a été mélangés avec 100 ml de méthanol (à 99,5 %) en utilisant deux erlenmeyers distincts. Par la suite, les erlenmeyers ont été mis dans un bain-marie où ils ont été maintenus à une température de 60 °C pendant 20 minutes tout en étant agités. Après avoir filtré le mélange avec du papier filtre standard de 110 mm, on a procédé à l'évaporation du méthanol sous vide à une température de 40 °C, à l'aide d'un Rotavapor. A la fin de cette étape, l'extrait obtenu a subi un séchage dans une étuve réglée à 30 °C pendant 2 heures afin d'éliminer toute trace de méthanol. La poudre d'extrait finale de couleur vert foncé a été conservée dans des flacons hermétiques à une température de 4 °C afin de pouvoir l'analyser plus tard.

Détermination des composés phénoliques totaux

La méthode décrite par Dewanto et al. (2002) a été utilisée pour déterminer les concentrations en polyphénols totaux. Afin d'accomplir cela, 0.5 ml des extraits aqueux (à une concentration de 0.1 %) des deux espèces ont été mélangés distinctement avec 2.5 ml de réactif Folin-Ciocalteu et 2 ml de Na₂CO₃. Une fois la période d'incubation de 90 minutes terminée dans l'obscurité, nous avons procédé à la mesure de l'absorbance en utilisant un spectrophotomètre UV-visible (modèle SHIMADZU UV-VIS 1800) réglé sur une longueur d'onde de 760 nm. Les concentrations en composés phénoliques totaux ont été calculées en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme de poids sec d'extrait (mg EAG/g) à partir d'une courbe d'étalonnage d'acide gallique.

Activité antioxydante et antiradicalaire

Le DPPH, également connu sous le nom de 2,2-Diphényl-2-picrylhydrazyl, est un radical libre stable qui présente une couleur violette. Lorsqu'il est exposé à des antioxydants, il subit une réaction de réduction qui entraîne un changement de couleur vers le jaune. Dans cette étude, l'estimation du pourcentage d'inhibition du radical DPPH par les extraits d'*Eucalyptus globulus* et d'*Olea europaea L.* a fait appel à la technique spectrophotométrique décrite par Benhammou et al. (2007). Pour ce faire, 50 µl de diverses concentrations d'extrait ont été mélangés avec une solution fraîchement préparée de DPPH (0.024 g/l) dans 1.95 ml de méthanol. La

même concentration de solution de DPPH a été mélangée avec 50 µl de méthanol pour le témoin. Les échantillons ont été ensuite incubés dans l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. Les absorbances ont été déterminées en utilisant un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 515 nm.

Analyse statistique

Après avoir soumis les résultats à une analyse de variance ; pour cela, le test de Duncan a été appliqué afin de comparer les moyennes. Cette comparaison a été réalisée en utilisant le logiciel IBM SPSS® version 20.

RESULTATS ET DISCUSSION

Teneurs en Polyphénols totaux

Les extraits bruts des deux espèces végétales « *Eucalyptus globulus* et *Olea europaea L* » ont été quantitativement analysés par spectrophotométrie UV-visible pour déterminer les concentrations des polyphénols totaux qu'ils contiennent (Figure 1). La comparaison des proportions en polyphénols totaux entre les deux extraits révèle que l'*Eucalyptus globulus* est plus abondant que l'*Olea europaea* avec des teneurs de l'ordre de 38.93 mg EAG/g MS 33.84 mg EAG/g MS respectivement ($P < 0,05$).

Les polyphénols naturels sont présents sous différentes formes, allant de molécules simples comme les acides phénoliques aux composés hautement polymérisés tels que les tanins (Bravo, 1998). Les espèces végétales, les caractéristiques de l'environnement, le type de sol et les conditions de croissance ont une grande influence sur la quantité et la qualité des polyphénols présents dans les fruits et les plantes (Raigón *et al.*, 2008 ; Singh *et al.*, 2009).

Les taux de polyphénols totaux mesurés dans cette étude sont nettement plus bas que ceux signalés par Ştefan *et al.* (2015) ainsi que Mylonaki *et al.* (2008), qui ont enregistré des concentrations de 235.87 mg EAG/g et 250.2 mg EAG/g dans les feuilles d'*Eucalyptus globulus* et d'*Olea europea* collectées respectivement en Roumanie et en Grèce.

D'autre part, les concentrations en polyphénols que nous avons mesurées dans notre étude sont similaires à celles signalées par Boubekri (2014), qui a observé une teneur de 37.61 mg EAG/g dans les fruits d'aubergine collectés à Alger.

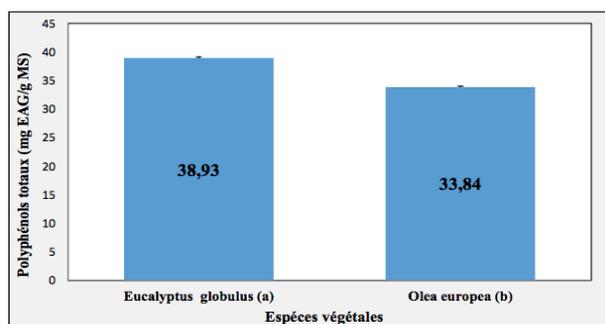


Figure 1. Teneurs en polyphénols totaux (mg EAG/g MS) chez les deux espèces végétales

Cependant, les niveaux de polyphénols dans notre étude sont plus bas que ceux signalés par Gardeli *et al.* (2008), EL-haci *et al.* (2013) ainsi que Beddou (2015). Les concentrations de polyphénols totaux identifiées par ces auteurs sont respectivement de 588 mg EAG/g pour *Pistacia lentiscus* et de 101.85 mg EAG/g pour *Anabasis aretioides* et 176.59 mg EAG/g pour *Rumex vesicarius*. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écart type ($n=20$). Les moyennes affectées d'une lettre différente (a, b) dans les histogrammes indiquent un effet significatif du site de capture ($P < 0,05$).

Selon l'étude de Djeridane *et al.* (2006), qui a examiné plusieurs plantes médicinales, dont *Artemisia campestris*, la concentration en polyphénols totaux dans la partie supérieure de cette espèce était de 20.38 mg EAG/g et reste inférieurs par rapport aux résultats dégagés à travers cette étude.

Selon Beddou (2015), les extraits avec la concentration la plus élevée de composés phénoliques sont également ceux qui présentent des propriétés antioxydantes les plus importantes, ce qui est révélé par une réaction d'oxydoréduction dans le cadre de ce protocole. En outre, les solvants d'extraction sélectionnés permettent l'extraction des composés phénoliques ainsi que d'autres substances non phénoliques telles que les protéines, les lipides, les sucres et les colorants. Ceci contribue à réduire toute possibilité d'interférence lors de l'évaluation des niveaux de polyphénols (Djeridane *et al.*, 2006).

Activités antioxydantes IC50 (antiradicalaire)

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits d'*Eucalyptus globulus* et d'*Olea europaea* a été appliquée en faisant appel au test de piégeage du radical libre DPPH (Figure 2). Yi *et al.* (2008) ont souvent privilégié ce test en raison de sa rapidité et de son efficacité dans le criblage des molécules antioxydantes présentes dans les extraits végétaux. Il est important de noter que l'activité antioxydante varie en fonction de la concentration des extraits ; plus cette valeur d'IC50 est basse, plus cela indique que l'extrait est efficace contre les radicaux libres (Beddou, 2015). Il convient de souligner aussi, que les polyphénols sont largement reconnus pour leur forte capacité antioxydante (Oszmianski *et al.*, 2007) et jouent un rôle essentiel dans la neutralisation des radicaux libres (Kenny *et al.*, 2007). De plus, il est à noter que le potentiel antioxydant des polyphénols ne repose pas uniquement sur leur concentration, mais également sur leur structure chimique spécifique et la quantité totale de groupes hydroxyles présents (Frankel *et al.*, 1995).

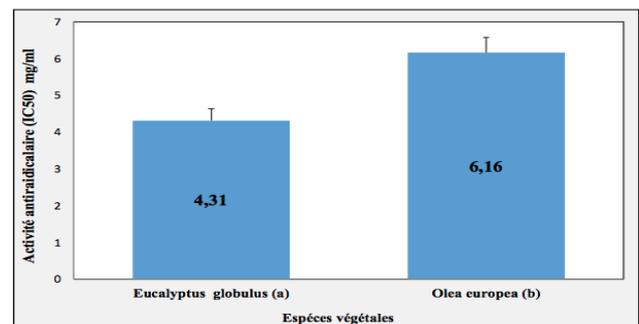


Figure 2. Activité antioxydante IC50 (mg/ml) chez les deux espèces végétales

Selon Siddhuraju et Becker (2007), les polyphénols agissent comme des agents réducteurs et neutralisants des agents oxydants grâce à l'action de ces groupes qui mettent en jeu des électrons.

Les résultats dégagés à travers notre étude ont révélé que l'extrait d'*Eucalyptus globulus* possède une activité antiradicalaire (antioxydante) plus élevée que celle de l'extrait d'*Olea europaea* avec des valeurs respectives d'IC50 de 4.31 mg/ml et de 6.16mg/ml ($P < 0,05$). Dans le même contexte, les activités antiradicalaires observées dans cette étude sont inférieures par rapport à celles décelées par Akrouf et al. (2011) et Stankovic et al. (2012), qui ont mis en exergue des valeurs d'IC50 de 2.053 mg/ml et 0.987 mg/ml respectivement pour les espèces végétales *Artemisia campestris* et *Sedum acre*. Cependant, les résultats de notre étude indiquent des niveaux d'activités antiradicalaires plus élevés que ceux rapportés par Kone (2009), qui a obtenu un IC50 de 21.93 mg EAG/ml pour les feuilles de *Vepris heterophylla*. La présence des molécules antioxydantes telles que les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins dans les espèces étudiées peut expliquer cette différence. D'après Hadri (2015), ces composés présentent une capacité à céder des atomes d'hydrogène, ce qui leur permet de réduire et de décolorer le DPPH.

D'après les études menées par Kang et al. (2003), il est fréquent que les extraits végétaux présentent une activité antiradicalaire élevée en raison de la présence de molécules polaires. Falleh et al. (2008) ont souligné que la présence de composés phénoliques est responsable de cette efficacité. Il convient de souligner aussi que les polyphénols jouent un rôle essentiel dans l'activité antioxydante globale de plusieurs aliments, comme le raisin rouge (Negro et al., 2003), les légumes (Luo et al., 2002) ainsi que les plantes médicinales (Bourguou et al., 2008).

Dans l'industrie alimentaire, les polyphénols sont très prisés en raison de leur pouvoir antioxydant qui permet d'inhiber la peroxydation lipidique. Rezaire (2012) affirme que cette caractéristique joue un rôle majeur dans la préservation et la stabilité des produits alimentaires tels que la viande et le poisson.

CONCLUSION

Pour conclure, il est évident que l'extrait de feuilles d'*Eucalyptus globulus* est riche en antioxydants, ce qui en fait une source précieuse. En effet, cette plante se distingue par sa teneur élevée en polyphénols totaux ainsi que par son puissant pouvoir antioxydant. Par ailleurs, l'*Eucalyptus globulus* a montré des teneurs en polyphénols et une activité antioxydante relativement supérieures à celles de l'espèce *Olea europaea* L.

INTÉRÊTS CONFLICTUELS: Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts.

RÉFÉRENCES

1. Akrouf, A. Gonzalez, L.A. El Jani, H.J. and Madrid, P.C (2011). Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaea hirsuta* from southern of Tunisia. *J. Food. Chem. Tox.* 49: 342–347.

2. Argenson, C. Régis, S. Jourdain, J.M. and Vaysse, P (1999). L'olivier. Ed : centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 204p.
3. Beddou, F (2015). Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicarius* L. et *Anvillea radiata* Coss. & Dur. Thèse de doctorat, Université Abou Bakr Belkaid- Tlemcen.
4. Benhammou, N. Atik Bekkara, F. Kadifkova, P (2007). Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. and *Pistacia atlantica* Desf. *Advances in Food Sciences.* pp 29 (3) .155-161
5. Besnard, G (2009). Génétique et évolution des plantes en milieu méditerranéen et tropical. Université de Lille 1. 45p
6. Bouaziz, M.Sayadi, S (2005). Isolation and evaluation of antioxidants from leaves of a Tunisian cultivar olive tree. *Eur. J. Lipid Sci.Technol*, 107, 497–504.
7. Boubekri, C (2014). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider – Biskra.
8. Bravo, L (1998). "Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance." *Nutrition Reviews* 56 (11): 317-333
9. Cavaca, L.A. López-Coca, I.M.Silvero, G.Afonso, C.A (2020). The olive-tree leaves as a source of high-added value molecules: Oleuropein. *In Studies in Natural Products Chemistry*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, Volume 64, pp. 131–180.
10. Celeiro, M. Lamas, J.P. Arcas, R. Lores, M (2019) Antioxidants Profiling of By-Products from *Eucalyptus* Green boards Manufacture. *Antioxidants* (8), 263.
11. Daroui-Mokaddem, H (2012). Etude phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniololus olusatrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (Asteraceae). Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
12. Dewanto, V. Wu, X. Adom, K.K. Liu, R.H (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50, 3010–3014.
13. Djeridane, A. Yousfi, M. Nadjemi, B. Boutassouna, D. Stocker, P. Vidal, N (2006). Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *J. Food Chem.* 97: 654–660.
14. Edziri, H. Mastouri, M. Mahjoub, M. Patrich, G. Matieu, M. Ammar, S. Ali, S. Laurent, G. Zine, M. Aouni, M (2010). Antibacterial, antiviral and antioxidant activities of aerial part extracts of *Peganum harmala* L. grown in Tunisia. *Toxicol. Environ. Chem.* 92,1283–1292.
15. El-Haci, I-A. Atik Bekkara, F. Mazari, W. Gherib, M (2013). Phenolics content and antioxidant activity of some organic extracts of endemic medicinal plant *Anabasis aretioides* Coss. & Moq from Algerian Sahara. *Pharma J*, 5 :108–112.

16. 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(5): 372–379.
17. Frankel, E.N. Waterhouse, A.L. Teissedre, P.L (1995). Principal phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low density lipoproteins. *J Agrandi Food Chem*, 43 (4): 890–894
18. Gardeli, C. Papageorgiou, V. Mallouchos, A. Kibouris, T. Michael Komaitis. (2008). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, *Food Chemistry* 107, pp. 1120- 1130.
19. Hadri, N (2015). Etude phytochimique et activité antioxydante d'extraits de plantes *Sedum villosum* L. (Orpin.) et *Anabasis articulata* Moq. (Forsk.). Thèse de doctorat. Université de Tlemcen, Algérie
20. Hanem, M. M. M, Ashraf, A. Z. Hagar, S. A. Hesham, A. E. Daniel, J. D. Mohamed, A. A. Z. and Sobhy, A. E (2023). Antioxidant and Anti-Diabetic Properties of Olive (*Olea europaea*) Leaf Extracts: In Vitro and In Vivo Evaluation. *Antioxidants*, 12, 1275, P 1-21.
21. Kang, D.G. Yun, C.K. and Lee, H.S (2003). Screening and comparison of antioxidant activity of extracts of herbal medicines used in Korea. *Journal of Ethnopharmacol.* 87:231-236.
22. Kenny, T.P. Keen, C.L. Schmitz, H.H. Gershwin, M.E (2007). Immune effects of cocoa procyanidin oligomers on peripheral blood mononuclear cells. *Exp Biol Med*, 232:293300.
23. Kone, Donatien (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alcaloïdes - caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. Thèse de Doctorat. Université de Bamako.
24. Kosar, M. Dorman, H.J.D. & Hiltunen, R (2005). Effect of an acid treatment on the phytochemical and antioxidant characteristics of extracts from selected Limiaceae species. *Food Chemistry*, 91, p525-533.
25. Koziol, Nathalie (2015). Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : qualité, efficacité et toxicité. Thèse pour l'obtention du Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie, Université de Lorraine.
26. Luo, X.D. Basile, M.J. Kennelly, E.J (2002). Polyphenolic antioxidants from the fruits of *Chrysophyllum cainito* L. (star apple). *J Agri Food Chem*, 50 (6): 1379–1382.
27. Miloudi, R. Benzerguin, Khaoula. Berkan, Rania (2020). Étude des propriétés physicochimiques et biologiques d'*Eucalyptus citriodora* Hook. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie.
28. Moreira, P. Matos, P. Figueirinha, A. Salgueiro, L. Batista, M.T. Branco, P.C. Cruz, M.T. Pereira, C.F (2022). Forest Biomass as a Promising Source of Bioactive Essential Oil and Phenolic Compounds for Alzheimer's Disease Therapy. *Int. J. Mol. Sci.* 23, 8812.
29. Mylonaki, S. Kiassos, E. Makris, D.P. Kefalas, P (2008). Optimisation of the extraction of olive (*Olea europaea*) leaf phenolics using water/ethanol-based solvent systems and response surface methodology. *Anal. Bioanal. Chem*, 392, 977–985.
30. Negro, C. Tommasi, L. Miceli, A (2003). Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. *Bior Tech* 87 (1): 41–44
31. Oszmianski, J. Wojdylo, A. Lamer-Zarawska, E. and Swiader, K (2007). Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. *Journal of Food Chemistry*, 100: 579-83.
32. Parejo, I. Viladomat, F. Bastida, J. Rosas-Romero, A. Flerlage, N. Burillo, J. Codina, C (2002). Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and non distilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *J Agric Food Chem.* 50: 6882–90.
33. Raigón, M. D. Prohens, J. Julio, E. Muñoz-Falcón & Nuez, F (2008). Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. *Journal of Food Composition and Analysis* 21, 370– 376.
34. Rashed, A.A. Rahman, A.Z.A. Rathi, D.N.G (2021). Essential Oils as a Potential Neuroprotective Remedy for Age-Related Neurodegenerative Diseases: A Review.
35. Rezaire, Aira (2012). Activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien *Oenocarpus Bataua* (patawa). Thèse de doctorat. École doctorale pluridisciplinaire : Santé, Environnement et Sociétés dans les Amériques. Université des Antilles et de la Guyane.
36. Sanna, A (2017). Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea*. L dans la région des Aurès. Thèse En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences. Université de Batna 2.
37. Siddhuraju, P. Becker, K (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp. seed extracts. *Food Chem.* 101(1) : 10–19.
38. Singh, A. P. Luthria, D. Wilson, T. Vorsa, N. Singh, V. Banuelos, G. S. & Pasakdee, S (2009). Polyphenols content and antioxidant capacity of eggplant pulp. *Food Chemistry* 114, 955–961.
39. Stanković, M. Ivana, R. Milena, Č. Sava, V. Marina, T. Ljiljana, Č. Snežana, M (2012). Evaluation of biological activities of gold moss stonecrop (*Sedum acre* L.). *Turk J Biol* 36, 580-588
40. Ștefan, D. Alexandru, S. B. Cristina, B. Dan Cristian, V. Radu, S.D. Ana-Maria, G. Andrei, M. and Laurian, V (2015). Antimicrobial and Antioxidant Activities and Phenolic Profile of *Eucalyptus globulus* Labill. and *Corymbia ficifolia* (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson Leaves. *Molecules*, 20, 4720-4734.
41. Tawaha, K. Alali, F. Q. Gharaibeh, M. Mohammad, M. El-Elimat, T (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected

Jordanian plant species. *Food Chemistry*, vol. 104 (4), 1372-1378.

42. Vuong, Q.V. Hirun, S. Chuen, T.L.K. Goldsmith, C.D. Munro, B. Bowyer, M.C. Chalmers, A.C. Sakoff, J.A. Phillips, P.A. Scarlett, C.J (2015). Physicochemical, Antioxidant and Anti-Cancer Activity of a *Eucalyptus robusta* (Sm.) Leaf Aqueous Extract. *Ind. Crops Prod*, 64, 167–174.
43. Yi, Z.Yan, Y. Liang, Y. and Zeng, B(2008). In vitro antioxidant and antimicrobial of Pericarpium *Citri Reticulatae* of a new Citrus Cultivar and its main flavonoid. *LWT*, 41:597 603.