



## Etude phytochimique des extraits aqueux d'*Anastatica hierochuntica* L. et d'*Eucalyptus globulus*

Phytochemistry study of aqueous extract of *Anastatica hierochuntica* and *Eucalyptus globulus*

Benga Mekoulou F.C.<sup>\*1</sup>, Soppo Lobe C.V.<sup>1</sup>, Foumane Maniepi N J.S.<sup>1,2</sup>, Nko'o M.H.J.,<sup>1,2</sup> Nyangono Ndongo M.<sup>1,2</sup>, Ndzié Maniben B.P.<sup>1</sup>, Obono Fouda Mballa P.<sup>2</sup>, Emanda Ekoudi M.G.<sup>1</sup>, Nnanga Nga<sup>1</sup>

### Article original

<sup>1</sup> Faculté de médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé 1, Département de Pharmacie Galénique et de Législation Pharmaceutique

<sup>2</sup> Faculté de Médecine et des Sciences Pharmaceutiques, Université d'Ebolowa, Sangmélima, Cameroun

**Auteur Correspondant** : Benga Mekoulou F.C.; Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé 1, Yaoundé, Cameroun. B.P 1364 Yaoundé.  
E-mail: [bficitchimne@yahoo.fr](mailto:bficitchimne@yahoo.fr) .  
Tél: +237 697629635

**Mots-Clés:** Phytochimique, extraits aqueux, *Anastatica hierochuntica*, *Eucalyptus globulus*

**Keywords:** Phytochemical – Aqueous extract - *Anastatica hierochuntica* - *Eucalyptus globulus*

### RESUME

**Introduction** : Les expositions liées à l'humidité dans les logements ont été significativement associées aux maladies des voies respiratoires chez les enfants. Depuis quelques années des recherches se focalisent sur des plantes aux propriétés hygroscopique et antifongique dans le but de pallier à ce problème. *Eucalyptus globulus* (EG) et *Anastatica hierochuntica* (AH) sont des plantes constituées de plusieurs métabolites secondaires dotés de propriétés. Le but du travail était de réaliser une étude phytochimique des extraits aqueux d'*Anastatica hierochuntica* et d'*Eucalyptus globulus*.

**Méthodologie** : Une étude expérimentale conduite du 26 octobre 2020 au 30 juin 2021 a été menée. EG a été récolté dans la région de l'Ouest Cameroun et AH sur le marché de Déira à l'Est de la mégalopole de Dubaï. Une analyse qualitative et quantitative des extraits a été conduite par les tests colorimétriques décrits par Harbone (1998) et Evans (2000) et par dosage spectrophotométrique UV-visible des composés phénoliques et des flavonoïdes respectivement.

**Résultats** : Les extraits d'EG et d'AH ont révélé la présence des composés phénoliques, triterpènes et stérols. L'absence des alcaloïdes a été mise en exergue dans les extraits d'AH. Le dosage des phénols totaux a montré la teneur la plus élevée dans l'extrait d'EG, avec une valeur égale à  $10,623 \pm 0,314 \mu\text{g EAG/g ES}$ , suivi par les extraits d'AH avec une valeur de  $4,270 \pm 0,432 \mu\text{g EAG/g ES}$ . Le dosage des flavonoïdes a révélé que l'extrait aqueux d'EG renferme un maximum de flavonoïdes, avec un taux de  $624,343 \pm 0,423 \mu\text{g EQ/g ES}$  tandis que l'extrait d'AH enregistre un taux de  $369,187 \pm 0,312 \mu\text{g EQ/g ES}$ .

**Conclusion** : Les deux plantes étudiées sont riches en composés phénoliques, triterpènes et stérols. EG présentait de fortes teneurs de polyphénols et flavonoïdes.

### ABSTRACT

**Introduction:** Exposure to damp in the home has been significantly associated with respiratory illnesses in children. In recent years, research has focused on plants with hygroscopic and antifungal properties, with the aim of alleviating this problem. *Eucalyptus globulus* (EG) and *Anastatica hierochuntica* (AH) are plants made up of several secondary metabolites with these properties. The aim of the work was to carry out a phytochemical study of the aqueous extracts of *Anastatica hierochuntica* and *Eucalyptus globulus*.

**Methodology:** An experimental study was carried out between October 26, 2020 and June 30, 2021. EG was collected in the Bamboutos division, Babadjou sub-division, West Region, and AH in the Déira market, East of the Dubai metropolis. A qualitative and quantitative analysis of the extracts was carried out using the colorimetric tests described by Harbone (1998) and Evans (2000) and the UV-visible spectrophotometric assay of phenolic compounds and flavonoids, respectively.

**Results:** EG and HA extracts showed phenolic compounds, triterpenes and sterols. No alkaloids were found in HA extracts. Total phenolic assay showed the highest content in EG extract with a value of  $10.62 \pm 0.314 \mu\text{g GAE/g DE}$ , followed by HA extracts with a value of  $4.27 \pm 0.432 \mu\text{g GAE/g DE}$ . Flavonoid assay showed that EG aqueous extract contained maximum flavonoids with a value of  $624.3437 \pm 0.423 \mu\text{g QE/g DE}$ , while HA extract recorded a value of  $369.1875 \pm 0.312 \mu\text{g QE/g DE}$ .

**Conclusion:** The two plants studied are rich in phenolic compounds, triterpenes and sterols. EG had high levels of polyphenols and flavonoids. This would justify the potential biological activities attributed to these two plants.

## Introduction

Les plantes représentent un réservoir immense de composés du fait des nombreuses familles de métabolites secondaires qu'elles renferment. Ces composés ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et de posséder un très large éventail d'activités biologiques. *Eucalyptus globulus* est une plante médicinale de la famille de *Myrtaceae*. Les feuilles de cette espèce sont riches en métabolites secondaires responsables des activités biologiques tel que astringente, antiseptique, antimicrobienne, hypoglycémiant et vermifuge [1]. *Anastatica hierochuntica* encore appelé Rose de Jéricho appartient à la famille de *Brassicaceae* est connue pour ses propriétés thérapeutiques en tant que plante hépato-protectrice, hypoglycémique et diurétique. Elle est aussi utilisée en médecine traditionnelle pour les hémorragies utérines et pour faciliter l'expulsion du fœtus mort, traiter les troubles gastro-intestinaux, les dépressions et les maladies cardiaques [2]. Malgré les diverses études sur l'utilisation de ces deux plantes, peu de travaux ont été réalisés sur certaines fractions du tronc d'*Eucalyptus globulus* et sur la tige d'*Anastatica hierochuntica*. C'est dans ce contexte que la présente étude a été menée dans le but de réaliser un screening phytochimique qualitatif et quantitatif de ces deux espèces.

## Matériel et méthodes

Il s'agit d'une étude expérimentale conduite dans la période allant du 26 octobre 2020 au 30 juin 2021 au Laboratoire multidisciplinaire du département de Pharmacie Galénique et Législation Pharmaceutique (PGLP) de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales (FMSB) de l'Université de Yaoundé I et à L'Herbier National du Cameroun. L'écorce du tronc d'*Eucalyptus globulus* a été collectée dans le Département de Bamboutos arrondissement de Babadjou, Région de l'Ouest. La plante entière d'*Anastatica hierochuntica* dépourvue de feuilles a été achetée sur le marché de Déira à l'Est de la mégapole de Dubaï et acheminé par avion à Yaoundé au Cameroun en novembre 2019. L'identification botanique et l'authentification des spécimens ont été effectuées à l'Herbier National du Cameroun à Yaoundé à la référence 026/IRAD/DG/CRR-NK/SSRG-HN/SAF/06/2020.



Figure 1: écorce du tronc d'EG (Benga,2020)



Figure 2: plante sèche d'AH (Benga,2020)

## Procédure d'extraction

Les échantillons ont été découpés, séchés à température ambiante à l'abri de la lumière et de l'humidité, ensuite pulvérisés. La poudre a été macérée dans de l'eau distillée au ratio 1 :10 et laissée pendant 48 à 72h. Le mélange a été ensuite filtré sur du papier filtre Whatman N°1. Le filtrat obtenu a été séché à l'étuve à la température  $45 \pm 2$  °C jusqu'à évaporation totale. Les extraits bruts obtenus ont été conservés à -4°C.

## Profil phytochimique qualitatif d'*Anastatica hierochuntica* et d'*Eucalyptus globulus*

La recherche des familles de métabolites secondaires a été conduite en utilisant les techniques colorimétriques décrite par Harbone et Evans [3,4]. Le principe est basé sur la formation de complexes insolubles et/ou colorés, utilisant respectivement des réactions de précipitation et de coloration, pouvant être dues à la formation d'une insaturation dans le métabolite identifié. L'intensité de la coloration ou du degré de turbidité sera ainsi proportionnelle à la quantité de complexes formés.

### Recherche des Alcaloïdes

Dix milligrammes d'extrait sont chauffés dans 10 mL d'acide sulfurique 1 % pendant 2 à 3 min, puis filtré. A 1 mL du filtrat, sont ajoutées quelques gouttes de réactif de Mayer. L'obtention d'un précipité blanc ou d'une turbidité indique la présence d'alcaloïdes [4].

### Recherche Glycosides cardiaques

La présence de glucoside cardiaque est mis en évidence en ajoutant 2 ml de chloroforme à 1 ml d'extrait, l'apparition d'une coloration brun-rougeâtre après l'ajout de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> indique la présence des glycosides cardiaques [3].

### Recherche des tannins

Cinq milligrammes d'extrait sont dissouts dans 5 mL d'eau distillée. Le mélange est chauffé au bain marie pendant 5 min puis, filtré après refroidissement. Par la suite, sont ajoutées au filtrat, quelques gouttes de chlorure ferrique 3 %. La présence des tanins s'est traduite par l'apparition de la coloration bleu sombre [4].

### Recherche des flavonoïdes

Cinq milligrammes d'extrait sont dissouts dans 5 mL d'eau distillée puis, 2,5 mL de méthanol sont ajoutés à la solution obtenue. Après filtration du mélange, 1 mL de NaOH 10 % est ajouté à 1 mL du filtrat. L'apparition d'un précipité de couleur jaune a indiqué la présence des flavonoïdes [3].

### Recherche des saponines

Cinq milligrammes d'extrait sont dissouts dans 5 mL d'eau distillée. Après homogénéisation, le mélange est chauffé pendant 5 min jusqu'à ébullition. La présence des saponines a été mise en évidence par l'apparition d'une mousse persistante après 1 min [4].

### Recherche des stérols et tri terpènes

Trois milligrammes d'extrait sont dissouts dans 3 mL de chloroforme, quelques gouttes d'anhydride acétique et de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré y sont ajoutées. L'apparition d'une coloration pourpre a mis en évidence la présence des triterpènes ; tandis qu'une coloration vert-bleuâtre mettait en évidence la présence des stéroïdes. La formation de deux phases après ajout du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a été caractéristique de la présence des tri-terpènes et des stéroïdes [4].

### Recherche des quinones libres

Un gramme de matériel végétal sec broyé est placé dans un tube avec 15 à 30 ml d'éther de pétrole.

Après agitation et un repos de 24 h, les extraits sont filtrés et concentrés au rotavapeur. La présence de quinones libres est confirmée par l'ajout de quelques gouttes de NaOH 1/10, lorsque la phase aqueuse vire au jaune, rouge ou violet [3].

### Dosage des polyphénols totaux

Cette méthode est basée sur la réduction en milieu alcalin de l'acide phosphomolybdique / phosphotungstique (Folin), qui donne une coloration bleue en présence de composés phénoliques dont l'absorbance est mesurée à 765 nm. La teneur en composés phénoliques totaux a été exprimée en µg d'équivalent de catéchine/mg de MS [5,6].

### Dosage des flavonoïdes totaux

La détermination des flavonoïdes totaux a été effectuée selon la méthode décrite par Dehpeur et al. [7]. Cette méthode colorimétrique est basée sur la réaction des flavonoïdes présents dans un échantillon avec le chlorure d'aluminium et l'acétate de sodium pour former un complexe rose qui absorbe à 415 nm. La concentration de flavonoïdes a été déterminée en termes de µg d'équivalent de quercétine/mg de MS (8)].

### Détermination des teneurs en fibres brutes

Les fibres brutes ou fibres insolubles regroupent la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. La teneur en fibres brutes des poudres d'*Anastatica* a été déterminée par la méthode de Weende (Wolff 1968) [9]. Cette méthode consiste à traiter l'échantillon à ébullition par l'acide sulfurique et ensuite par la soude. Le résidu obtenu est séché puis calciné et pesé. 500 mg d'échantillons ont été introduit dans un bécher contenant de l'acide sulfurique 0,255 N. Le mélange a ensuite été porté à ébullition pendant 30 minutes puis filtré et lavé trois fois à l'eau distillée chaude. Au résidu a été ajouté de la soude 0,313 N puis le mélange a été à nouveau porté à ébullition pendant 30 minutes et lavé également trois fois à l'eau distillée chaude. Après filtration, le résidu a été lavé 2 fois à l'acétone. L'insoluble obtenu a été séché à l'étuve à 105°C pendant 8h et pesé (M<sub>1</sub>). Le produit issu du séchage a été incinéré au four à 550°C pendant 3h et les cendres ont été pesées (M<sub>2</sub>). La teneur en fibres brutes (g/100gMS) a été donnée par la relation suivante :

$$F = \frac{(M_1 - M_2) \times (100 - Te)}{M}$$

### Résultats

Le criblage phytochimique des extraits aqueux de la plante entière dépourvue de feuilles d'*Anastatica hierochuntica* (AH) et du tronc d'*Eucalyptus globulus* (EG) a mis en évidence la présence de plusieurs familles de métabolites secondaires représentées dans le Tableau I. Les résultats ainsi obtenus ont révélé la présence des composés phénoliques, saponines, composés quinoléiques, triterpènes et stérols. Par contre, les alcaloïdes étaient absents dans l'extrait d'AH ainsi que les hétérosides cardiotoniques dans les deux extraits des plantes étudiées.

### Teneurs en flavonoïdes totaux

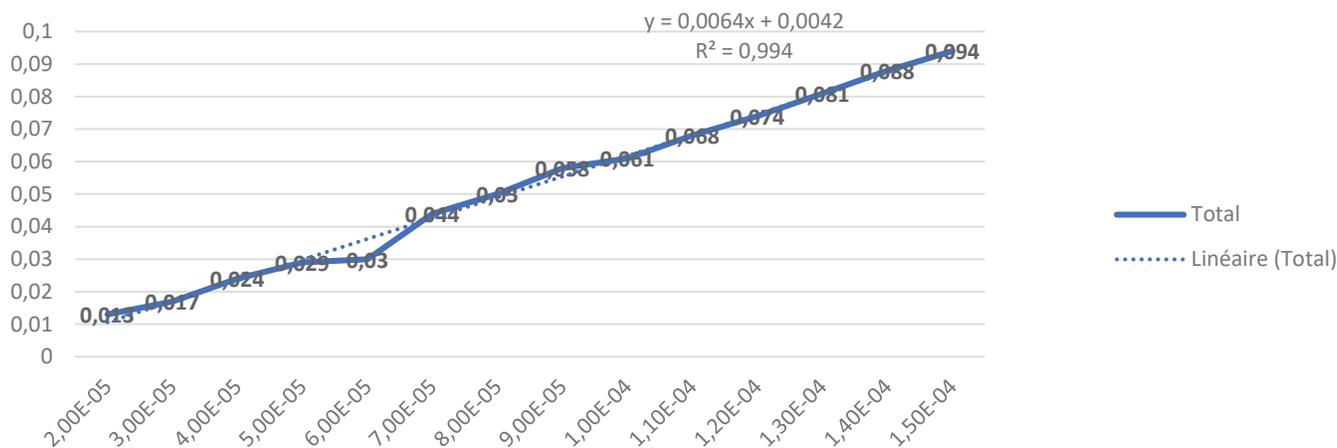
L'estimation des flavonoïdes totaux de nos extraits de plantes ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant la quercétine comme standard. Les résultats présentés dans le Tableau II montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux varient considérablement entre les différents extraits. L'extrait aqueux d'EG enregistre un maximum de flavonoïdes (624,343±0,423 µg EQ/g

ES) tandis que la plus basse concentration des flavonoïdes a été mesurée dans l'extrait d'AH (369,187±0,312 µg EQ/g ES).

**Tableau I :** Récapitulatif du screening phytochimique des extraits aqueux d'*Anastatica hierochuntica* et d'*Eucalyptus globulus*

Test	Extraits	
	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Anastatica hierochuntica</i>
<b>Secondaires</b>		
Alcaloïdes	+	-
Composés phénoliques	+	+
Triterpènes et stérols	+	+
Tanins	+	+
Saponines	+	+
Hétérosides cardiotoniques	-	-
Composés quinoléiques	+	+
Flavonoïdes	+	+

Légende : (-) : absence ; (+) : présence



Longueurs d'onde	Absorbance		Concentration (g/l)	Absorbance		Concentration en flavonoïdes totaux (en µg EQ/g ES)		Paramètres	
	AH	EG	Quercétine	AH	EG	AH	EG	a	b
450	2,367	0,006	1,00E-05	4		369,187±0,312	624,343±0,423	0,0064	0,0042
590	0,579	0,094	1,50E-04	0,99		89,812±0,223	154,031±0,214	0,0064	0,0042

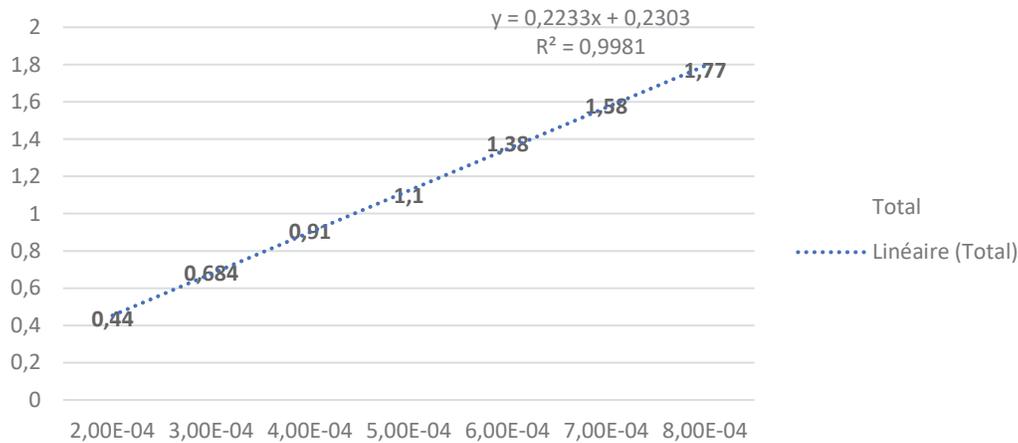


Figure 2 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Tableau III: Teneurs en polyphénols totaux des extraits aqueux d'*Anastatica hierochuntica* L. et d'*Eucalyptus globulus*

Longueurs d'onde	Absorbance		Concentration		Concentration en phénols totaux (en µg EAG/g ES)		Paramètres	
	AH	EG	Acide gallique	EG	AH	EG	a	b
750	1,184	2,569	0,235 1,00E-04	2,569	4,270±0,432	10,473±0,113	0,2233	0,2303
820	1,181	2,602	1,77 8,00E-04	2,602	4,257±0,223	10,621±0,314	0,2233	0,2303

La teneur en phénols totaux, a été déterminées à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard. Les teneurs en polyphénols totaux des différentes fractions varient entre 4,270±0,432 et 4,257±0,223 µg EAG/g ES pour AH ; puis entre 10,473±0,113 et 10,621±0,093 µg EAG/g ES pour EG. La concentration la plus élevée des phénols totaux a été mesurée dans l'extrait aqueux d'EG (10,621±0,314 µg EAG/g ES).

**Teneurs en fibres des plantes**

Le pourcentage moyen de fibres déterminé était de 29,15% pour AH et 31,10% pour EG. Le pourcentage le plus élevé des fibres a été mesuré dans l'extrait d'EG (Tableau IV). Le pourcentage de fibres n'était pas significativement différent entre les 2 espèces.

Tableau IV : pourcentage de fibres dans les extraits d'AH et d'EG

	Pourcentage moyen de fibres
AH	29,15 %
EG	31,10%

Les résultats des tests phytochimiques des extraits aqueux ont montré que les deux plantes étaient riches en composés phénoliques, tanins, flavonoïdes, saponines, composés quinoléiques, triterpènes et stérols. Par contre, l'absence des alcaloïdes a été mis en exergue dans les extrait d'AH et des hétérosides cardiotoniques dans les deux extraits bruts des plantes étudiées. Les résultats sont en accord avec ceux obtenus par Teklit et al en 2017 qui a démontré que l'extrait aqueux des feuilles d'*Eucalyptus globulus* ne possède pas les alcaloïdes [10]. L'étude de Saranya et al. en 2019 a montré la présence des glycosides cardiaques (Hétérosides cardiotoniques) et des alcaloïdes dans l'extrait méthanolique et de la fraction d'acétate d'éthyle des graines d'AH [11]. L'absence des alcaloïdes et des hétérosides cardiotoniques observé dans l'étude menée peut se justifier par la période de récolte et des conditions environnementales.

Les résultats montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux varient considérablement entre les différents extraits. L'extrait aqueux d'EG enregistre un maximum de flavonoïdes (624,3437 µg EQ/g ES) tandis que la plus basse concentration des flavonoïdes a été mesurée dans l'extrait d'AH (369,1875 µg EQ/g ES). Les teneurs en polyphénols

totaux des différentes fractions varient entre 4,27 et 4,25 µg EAG/g ES pour AH et 10,47 et 10,62 µg EAG/g ES pour EG. La concentration la plus élevée des phénols a été mesurée dans l'extrait aqueux d'EG, avec un taux de 10,62 µg EAG/g ES, par rapport aux extraits d'AH où nous enregistrons une teneur de 4,27 µg EAG/g ES respectivement. Les résultats de l'analyse quantitative des flavonoïdes sont différents avec l'étude de Belem-Kabré et al., qui a trouvé des teneurs basses de ce dernier dans le macérât d'AH  $27.24 \pm 4.35$  EQ/g par contre la quantité de composés phénoliques était en deca des valeurs trouvées dans la même étude ( $165.34 \pm 3.91$  mg GAE/g) [12]. Nous avons également observé que la quantité de flavonoïdes équivalents à la quercétine était plus élevée dans les extraits d'EG. Cette concentration élevée de flavonoïdes serait due à l'existence d'une large gamme de groupes de flavonoïdes tels que les flavones, les flavonols, les flavanones et les flavonolignanes présents dans la plante [13]. Les flavonoïdes jouent un rôle de barrière chimique contre les infections fongiques grâce aux proanthocyanidines et les polyphénols un rôle antibactérien et astringente. La quantification de ces métabolites révèle l'importance des différentes activités [14]. En effet l'activité biologique est fonction de la dose, plus la quantité de la substance active est importante plus l'effet est important.

Les fibres des végétaux sont essentiellement composées de cellulose, d'hémicelluloses, de pectines et de lignine, dont les fractions massiques dépendent de la variété de la plante [13]. Toutefois, selon certains auteurs, les écarts entre les variétés ne sont pas significatifs, notamment concernant le taux de la cellulose [15]. La présence des fibres dans ces deux plantes pourrait expliquer leur capacité à retenir les molécules d'eau grâce à l'hémicellulose. Les moteurs fibreux sont responsables de l'absorption d'eau la plus importante dans les végétaux. Le matériel fibreux naturel le plus connu est le bois qui est un matériau cellulaire, hétérogène, anisotrope, hygroscopique, de taille colloïdale et à ultrastructure [16].

## Conclusion

*Anastatica hierochuntica* et *Eucalyptus globulus* sont riches en composés phénoliques, triterpènes et stérols. De fortes teneurs de polyphénols et flavonoïdes ont été détectés. *Eucalyptus globulus* présentait les concentrations les plus élevées. Ceci

justifierait les potentielles activités biologiques attribuées à ces plantes.

**Remerciements** : Les auteurs souhaitent remercier Le Centre de Recherche en Alimentations et Nutrition (CRAN) de l'Institut de Recherches Médicales et d'études des Plantes Médicinales (IMPM) pour le dosage qualitatif et quantitative des fibres brutes.

## Contribution des auteurs

Benga Mekoulou F.C et Nko'o M.H.J ont conçu et élaboré l'étude ; Benga Mekoulou F.C., Nko'o M.H.J., Soppo Lobe C.V. et Foumane Maniepi J.S. ont réalisé l'expérience, analysé et interprété les résultats. Benga Mekoulou F.C a rédigé le manuscrit et Soppo Lobe C.V., Foumane Maniepi J.S., Ndzié Maniben B.P., Obono Fouda Mballa P., Emanda Ekoudi M.G ont révisé le manuscrit avec l'aide de Nyangono Ndongo M. ; Nnanga Nga a supervisé le travail à toutes les étapes.

**Conflits d'intérêts** : Aucun

## Références

- Mbula J, Nkal G, Matondo A, Bete J, Tshilanda D, Tshibangu D, et al. Étude bibliographique sur la phytochimie et les activités biologiques de *Eucalyptus globulus* L. (Myrtaceae). *Phytochimie Journal*. 2023 Jun 2; 220-32.
- Benyagoub E, Nabbou N, Razni D, Snoussi M. Antibacterial activity of "*Anastatica Hierochuntica* L." against some bacterial strains responsible for women's uro-genital infection. *Asian J Pharm Clin Res*. 2018 Jul 1;11:222-7.
- Trease GE, Evans WC. *Pharmacognosy*. 13th ed. London: ELBS/Bailliere Tindall; 1989.
- Harborne JB. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. 3rd ed. London: Chapman & Hall; 1998. 302 p.
- Singleton VL, Rossi JA Jr. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vitic*. 1965 Jan 1;16(3):144-58. Disponible sur: <https://typeset.io/papers/colorimetry-of-total-phenolics-with-phosphomolybdic-1d6nndh4j9>.
- Mitsopoulos G, Papageorgiou V, Komaitis M, Hagidimitriou M. Total phenolic content and antioxidant activity in leaves and drupes of ten olive varieties. *Not Bot Horti Agrobo*. 2016 Jun 14;44.
- Dehpour A, Ebrahimzadeh M, Fazel N, Mohammad N. Antioxidant activity of the methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. *Grasas Aceites*. 2009 Sep 30;60:405-12.
- Mahmoudi S, Khali M, Mahmoudi N. Étude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Revue Nat Technol*. 2013 Jun 30;5(2):35-40.
- Gall ML, Montagne L, Jaguelin-Peyraud Y, Pasquier A, Gaudre D. Prédiction de la teneur en fibres totales et insolubles de matières premières courantes dans l'alimentation du porc à partir de leur composition chimique. IFIP - Institut du Porc. 2011 [cité 2024 Jul 19]. Disponible sur: <https://hal.inrae.fr/hal-02750235>.

10. Amabye TG, Bezabh AM, Mekonen F. Phytochemical and antimicrobial potentials leaves extract of *Eucalyptus globulus* oil from Maichew Tigray Ethiopia. *Int J Complement Alt Med* [Internet]. 2016 Jan 13 [cité 2024 Jul 19]; 3(1). Disponible sur: <https://medcraveonline.com/IJCAM/IJCAM-03-00056.pdf>.
11. Saranya R, Ali M, Anuradha V. Phytochemical, fluorescence screening and GC-MS analysis of various crude extracts of *Anastatica hierochuntica*. *J Pharm Chem Biol Sci*. 2019 Apr 22; 44-56.
12. Esther BKWLM, Mathieu N, Saïdath OB, Oumarou MN, Boubacar Y, Boukaré K, et al. Phytochemical analysis and contractile effects of aqueous and hydroethanolic extracts of *Anastatica hierochuntica* L. (Brassicaceae) on the isolated uterus of mice. *Pharm Pharmacol* [Internet]. 2023 Aug 18 [cité 2024 Jul 23];14(8):252-70. Disponible sur: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=127117>.
13. Algamdi N, Mullen W, Crozier A. Tea prepared from *Anastatica hierochuntica* seeds contains a diversity of antioxidant flavonoids, chlorogenic acids and phenolic compounds. *Phytochemistry*. 2011 Feb 1;72:248-54.
14. Defense strategies of soybean against the fungus *Phytophthora megasperma* f.sp. *glycine*. a molecular analysis Juergen Ebel and Hans Grisebach, 1988.
15. Bourmaud A, Morvan C, Bouali A, Placet V, Perré P, Baley C. Relationships between micro-fibrillar angle, mechanical properties and biochemical composition of flax fibers. *Ind Crops Prod*. 2011;44:343-51.
16. Wade M, Ba M, Ndiaye MM. Mechanical characterization of a block of compressed earth, stabilized with cement and reinforced with *Typha* fibers. *Am J Civ Eng Arch* [Internet]. 2023 Aug 24 [cité 2024 Jul 23];11(3):89-93. Disponible sur: <http://pubs.sciepub.com/ajcea/11/3/4/index.html>.