



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Composition chimique, profil en acides gras, criblage phytochimique et activité antioxydante *in vitro* des graines brutes de *Euphorbia heterophylla*, une source naturelle riche en Oméga-3

Gouanin Larissa TOURE<sup>1,2</sup>, Souleymane HAROUNA DIETE<sup>1,2</sup>, Lessoy Yves Thierry ZOUÉ<sup>3</sup> et N'Goran David Vincent KOUAKOU<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Unité Mixte de Recherche et d'Innovation Sciences Agronomiques et Génie Rural, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny; BP: 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Ecole Doctorale Polytechnique, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny; BP: 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>Laboratoire de Biotechnologie, Département des Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny 22; BP: 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant; E-mail: [david.kouakou@inphb.ci](mailto:david.kouakou@inphb.ci); Tél.: +225 07 08 393 363.

### REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du financement du Centre d'Excellence Africain en Valorisation des déchets en Produits à haute valeur ajoutée (CEA-ValoPro) de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

Received: 11-03-2023

Accepted: 24-04-2023

Published: 30-04-2023

### RESUME

*Euphorbia heterophylla* est une plante adventice dont les graines sont consommées par certains animaux. Afin de déterminer la valeur nutritionnelle de ces graines brutes pour une éventuelle valorisation, cette étude a été menée. L'analyse phytochimique des graines a été réalisée selon les méthodes officielles. L'acide cyanhydrique a été dosé avec une solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ; 0,02 N). Les acides gras ont été déterminés par chromatographie en phase gazeuse. Les polyphénols et les flavonoïdes totaux ont été quantifiés par spectrophotométrie pendant que le potentiel du pouvoir antioxydant a été évalué par piégeage du radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle. Il en résulte que les teneurs en acides gras polyinsaturés C18 : 2 n-6 et C18 : 3 n-3 étaient respectivement de 18 et 54% des acides gras totaux identifiés. La teneur en acide cyanhydrique était de  $122,4 \pm 10,2$  mg/kg. La quantification des polyphénols et des flavonoïdes totaux a donné respectivement 206 mg EQ/g d'extrait et 23 mg EAG/g d'extrait. La valeur moyenne de la concentration IC50 était de  $60,84$   $\mu\text{g/mL}$ . Les principaux résultats révèlent que les graines de *Euphorbia heterophylla* possèdent une puissante activité antioxydante et qu'elles peuvent être utilisées comme source d'enrichissement des produits animaux et d'origine animale en acides gras oméga-3.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** *Euphorbia heterophylla*, adventice, valeur nutritionnelle, santé, Côte d'Ivoire.

## Chemical composition, fatty acid profile, phytochemical screening and in vitro antioxidant activity of raw seeds of *Euphorbia heterophylla*, a natural source rich in Omega-3

### ABSTRACT

*Euphorbia heterophylla* is a weed whose seeds are consumed by some animals. In order to determine the nutritional value of these raw seeds for a possible valorization, this study was conducted. The phytochemical analysis of the seeds was carried out according to official methods. Hydrocyanic acid was determined with a silver nitrate solution (AgNO<sub>3</sub>; 0.02 N). Fatty acids were determined by gas chromatography. Total polyphenols and flavonoids were quantified by spectrophotometry while the antioxidant potential was evaluated by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical scavenging. As a result, the contents of C18:2 n-6 and C18:3 n-3 polyunsaturated fatty acids were respectively 18 and 54% of the total fatty acids identified. The hydrocyanic acid content was 122.4±10.2 mg/kg. Quantification of total polyphenols and flavonoids gave 206 mg QE/g extract and 23 mg GAE/g extract, respectively. The mean IC<sub>50</sub> value was 60.84 µg/mL. The main results reveal that *Euphorbia heterophylla* seeds possess potent antioxidant activity and can be used as a source of omega-3 fatty acid enrichment in animal and animal products.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** *Euphorbia heterophylla*, weed, nutritional value, health, Côte d'Ivoire.

### INTRODUCTION

*Euphorbia heterophylla* est une plante tropicale dressée à croissance rapide qui peut atteindre 90 cm de haut. Elle exsude du latex blanc lorsqu'elle est coupée et se reproduit à partir de graines sèches déhiscents (Le Bourgeois et al., 2008). Cette plante est originaire d'Amérique tropicale et subtropicale et a été introduite en Afrique comme plante d'ornement. Elle est très abondante en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Togo, Nigéria) et peut se développer en peuplement monospécifique, se montrant particulièrement compétitive avec des cultures comme le soja, le niébé, l'arachide et le cotonnier. *Euphorbia heterophylla* est considérée comme une mauvaise herbe majeure de plusieurs cultures vivrières dans le monde. En Côte d'Ivoire, elle se retrouve actuellement quasiment dans toute la région cotonnière (plus de 70% de parcelles culturales) (Ipou et al., 2004). Elle n'est pas encore consommée par l'homme comme ressources alimentaires. Cependant, elle fait partie des plantes signalées comme médicinale en Afrique (Dingui et al., 2021).

En Côte d'Ivoire, la décoction de tiges et de feuilles fraîches ou séchées était

administrée pour le traitement du paludisme, de la fièvre, de la dysenterie et de l'indigestion (Dingui et al., 2021). L'infusion de feuilles servait de lotion pour accélérer la cicatrisation des plaies au Nigéria. Les réseaux végétatifs (tiges, feuilles et racines) ont été utilisés comme poison pour les poissons, insecticides et poisons de flèche. Les activités antitumorales/anticancéreuses et récemment anti-VIH ont également été rapportées au niveau des feuilles de *Euphorbia heterophylla* (Omale et Emmanuel, 2010).

L'analyse phytochimique réalisée habituellement sur les tiges et les feuilles de *Euphorbia heterophylla* en Inde a montré la présence de composés organiques tels que les alcaloïdes, les glycosides, les tanins, les flavonoïdes, les stéroïdes et les saponines (Wadankar et al., 2022).

Les récents travaux ont montré que l'administration des tiges et des feuilles aux lapins (*Oryctolagus cuniculus*) a permis d'enrichir en acides gras polyinsaturés oméga-3 (AGPI n-3) le lait et le muscle des lapins (Kouakou et al., 2019; Konan et al., 2021). Quant aux graines, leurs incorporations à hauteur de 5 à 15% dans l'alimentation des

volailles (poules et pintades) ont permis l'enrichissement en AGPI n-3 des jaunes d'œufs avec des ratio AGPI n-6/n-3 inférieur à 4 (Kouakou et al., 2015 ; Kouassi et al., 2020).

En dehors de ces informations, à notre connaissance, la valeur nutritionnelle des graines brutes en Côte d'Ivoire est encore méconnue, notamment la composition physico-chimique, le profil en acides gras, les principaux facteurs antinutritionnels et l'activité antioxydante *in vitro*. Aussi, à l'instar d'autres graines comme les graines de lin, les graines de *Euphorbia heterophylla* pourraient présenter d'énormes potentialités pour le bien-être des animaux et des Hommes une fois les facteurs antinutritionnels connus et neutralisés.

C'est dans ce contexte que se situe la présente étude qui avait pour objectif d'apporter des informations scientifiques visant à valoriser les graines de *Euphorbia heterophylla*.

## MATERIELS ET METHODES

### Matériel

#### Matériel végétal

Les graines de *Euphorbia heterophylla* ont été achetées auprès d'un groupement de jeunes dynamiques de la ville de Yamoussoukro de Juin à Novembre 2021. Les graines ont été récoltées mûres puis séchées à température ambiante pendant 14 jours dans un endroit clos pour éviter de perdre certaines graines à cause du fruit déhiscent. Après séchage, les graines ont été conditionnées dans des bidons de 1,5 L puis stockés à l'abri de la lumière.

#### Laboratoires d'analyse

La caractérisation chimique des graines de *Euphorbia heterophylla* a été réalisée au Laboratoire de Zootechnie du Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. Le criblage phytochimique et le potentiel antioxydant *in vitro* ont été étudiés au cours d'une mobilité en Roumanie au Laboratoire de chimie organique

et produits naturels de l'Université Dunarea of Jos de Galati. Le profil en acides gras des graines de *Euphorbia heterophylla* a été réalisé au Laboratoire de la Police Scientifique à Abidjan, Côte d'Ivoire.

### Méthodes

#### Composition chimique et profil en acides gras des graines de *Euphorbia heterophylla*

Les teneurs en matière sèche, matière minérale, cellulose brute, azote totale, matière grasse ont été déterminées selon les recommandations de l'AOAC (2011). Quant aux glucides totaux et à l'énergie métabolisable, ils ont été déterminés par calcul (Kenfack et al., 2006). Les protéines brutes ont été calculées en utilisant le facteur de conversion 6,25 après dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl. La méthode de titrage avec une solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$  ; 0,02 N) décrite selon Liebig-Denige (1971) a été utilisée pour le dosage de l'acide cyanhydrique (HCN). Les profils en acides gras ont été déterminés selon la technique de Morrison et Smith (1964) à l'aide d'un Chromatographe en Phase Gazeuse couplé à un Spectromètre de Masse (CPG-SM) de marque AGILENT TECHNOLOGY série GC 7890A, MS 5975C, température initiale 150°C, Gradient : 1,3°C par minute jusqu'à 220°C, 40°C par minute jusqu'à 260°C (pendant 5 minutes) ; soit au total 59,8 minutes. Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'acides gras totaux identifiés.

#### Criblage phytochimique des métabolites secondaires assisté à l'ultrason

##### Préparation de l'extrait

Une fraction de 50 g de poudre du matériel végétal a été pesée à l'aide d'une balance de précision puis dissoute dans 500 mL de solvant (Ethanol/eau 70 : 30 v/v). Dans un erlenmeyer de 500 ml, l'ensemble a été porté à l'ultrason pendant deux (2) heures sous agitation puis a été laissé en macération pendant vingt-quatre heures (24 h). L'extrait obtenu a été filtré deux fois sur coton. Le filtrat a été évaporé pour obtenir des résidus sur

lesquels ont eu lieu les analyses. Le rendement (R) de l'extrait a été déterminé par le ratio de la masse de l'extrait hydroalcoolique sec (m) par la masse de poudre utilisée (MT) selon la formule de Kouamé et al. (2021):

$$R (\%) = (m \times 100 / MT)$$

#### *Screening phytochimique*

Les groupes chimiques tels que les stéroïdes, les alcaloïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les quinones, les glycosides et les saponines ont été déterminés par une approche qualitative basée sur des tests de solubilité, des réactions de coloration et de précipitation selon les méthodes décrites par la littérature (Wadankar et al., 2022).

#### *Analyse quantitative de deux principaux métabolites secondaires sur microplaque*

##### *Dosage des polyphénols totaux*

La teneur en polyphénols a été évaluée en appliquant la méthode décrite par Wood et al. (2002). Cette méthode se caractérise par le changement de couleur du jaune au bleu dû à la réaction du réactif de Folin Ciocalteu avec les composés phénoliques. Un volume de 10 µL d'extrait hydro-éthanolique et une quantité de 25 µL de réactif de Folin-Ciocalteu ont été mélangés. Puis, le mélange a été incubé à température ambiante pendant 5 minutes. Après incubation, 25 µL d'une solution de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 20% et un volume de 140 µL d'eau distillée ont été ajoutés. L'ensemble du mélange a été incubé à une température ambiante pendant 30 minutes. Après ce temps d'incubation, l'absorbance a été lue à 760 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques, le Tecan Pro 200. Pour chaque échantillon, un blanc a été préparé en remplaçant le réactif de Folin-Ciocalteu par de l'eau distillée. Les résultats ont été exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG /g d'extrait).

##### *Dosage des flavonoïdes totaux*

La teneur en flavonoïdes a été déterminée en appliquant la méthode décrite par Marinova et al. (2005) avec quelques modifications. A cet effet, 130 µL d'extrait aqueux et 10 µL de NaNO<sub>2</sub> à 5% ont été

mélangés. Le mélange a été incubé à température ambiante pendant 5 minutes. Après incubation, 10 µL de solution à 10% d'AlCl<sub>3</sub> ont été ajoutés et l'ensemble a été incubé à température ambiante pendant 6 minutes. Après cette période d'incubation, une quantité de 50 µL de NaOH (1 N) a été ajoutée au mélange. L'absorbance a été enregistrée à 510 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques. Pour chaque échantillon, un blanc a été préparé en remplaçant le NaNO<sub>2</sub> par de l'eau distillée. Les résultats ont été exprimés en mg d'équivalents de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait) grâce à une courbe d'étalonnage à la quercétine.

#### *Activité antioxydante de l'extrait hydro-éthanolique des graines de Euphorbia heterophylla*

Les antioxydants réagissent avec le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), un radical libre pour le stabiliser. Le degré de décoloration indique le potentiel de piégeage en donnant l'ion hydrogène du composé antioxydant présent dans la plante. Brièvement, 100 µL de diverses concentrations d'extrait de graines de *Euphorbia heterophylla* ont été ajoutés à 100 µL de solution de DPPH à 200 mM dans de l'éthanol. Après 20, 35, 50 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance a été lue à 517 nm (Oubih et al., 2020). L'acide ascorbique (vitamine C) a été pris comme référence standard. Plus la concentration capable d'inhiber 50% du radical (IC50) est faible, plus l'effet antioxydant est élevé. Le pourcentage d'activité de piégeage de l'extrait de plante sur les radicaux libres DPPH a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Activité de piégeage du DPPH (\%)} = \frac{[(\text{Contrôle} - \text{test}) / \text{Contrôle}] \times 100}{}$$

Test : Absorbance de la solution de test (extrait à base de graine)

Contrôle : Absorbance du contrôle.

#### **Analyse statistique**

Les résultats de la composition chimique, du dosage des phénols, flavonoïdes totaux et du piégeage du radical libre DPPH ont

été traités grâce aux logiciels Excel 2016 version 2301 et Minitab 18.0 puis exprimés en moyenne  $\pm$  ESM (Erreur Standard de la Moyenne). Les moyennes ont été obtenues grâce à trois déterminations. La comparaison multiple des valeurs moyennes des IC50 a été effectuée grâce au test LSD de Fisher au seuil de signification de 5%. Le profil en acides gras des graines de *Euphorbia heterophylla* et celui d'autres graines riches en AGPI oméga-3 identifiées dans la littérature (graine de lin, périlla, colza, hévéa) (Achinewhu, 1986 ; Siriamornpun et al., 2006 ; Sargi et al., 2013 ; Heuzé et al., 2019 ; Dème et al., 2021) ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). Les données d'entrée de la CAH étaient les coordonnées des pourcentages pondérés des axes d'inertie. Pour la méthode d'agrégation et la distance métrique, la méthode de Ward et la distance euclidienne carrée ont été choisies respectivement. Les données ont été traitées à l'aide du logiciel R version 4.2.2.

## RESULTATS

### *Composition nutritionnelle des graines de Euphorbia heterophylla*

La composition chimique ainsi que le profil en acides gras des graines sont présentés dans le Tableau 1. Les graines ont une teneur (%) en protéines brutes, en matière grasse, en cellulose brute et en glucides totaux respectivement de 24,1 $\pm$ 1,0, 32,4 $\pm$ 0,0, 10,8 $\pm$ 1,3 et 37,5 $\pm$ 0,0. La détermination de la teneur en acide cyanhydrique des graines a donné une valeur de 122,4 mg/kg. Les teneurs en acides gras polyinsaturés C18 : 2 n-6 et C18 : 3 n-3 étaient respectivement de 18 et 54% des acides gras totaux identifiés. Le profil en acides gras de ces graines a révélé une teneur en AGPI de 72% d'acides gras identifiés avec un rapport n-6/n-3 de 0,3. Quant au rapport d'AGPI sur les acides gras saturés (AGS), il était de 5. Par ailleurs, la comparaison des différents profils

en acides gras réalisée indique que celui des graines *Euphorbia heterophylla* est très proche des graines de lin de Bekoji (Une ville d'Ethiopie) (Figure 1).

### *Criblage phytochimique de l'extrait hydro-éthanolique des graines de Euphorbia heterophylla*

Les résultats du criblage révèlent d'une part la présence des groupes chimiques tels que les stérols, les alcaloïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les quinones, les glycosides et d'autre part l'absence de saponine. Le rendement de l'extraction était de 6,9% (Tableau 2).

### *Analyse quantitative des flavonoïdes totaux et polyphénols totaux*

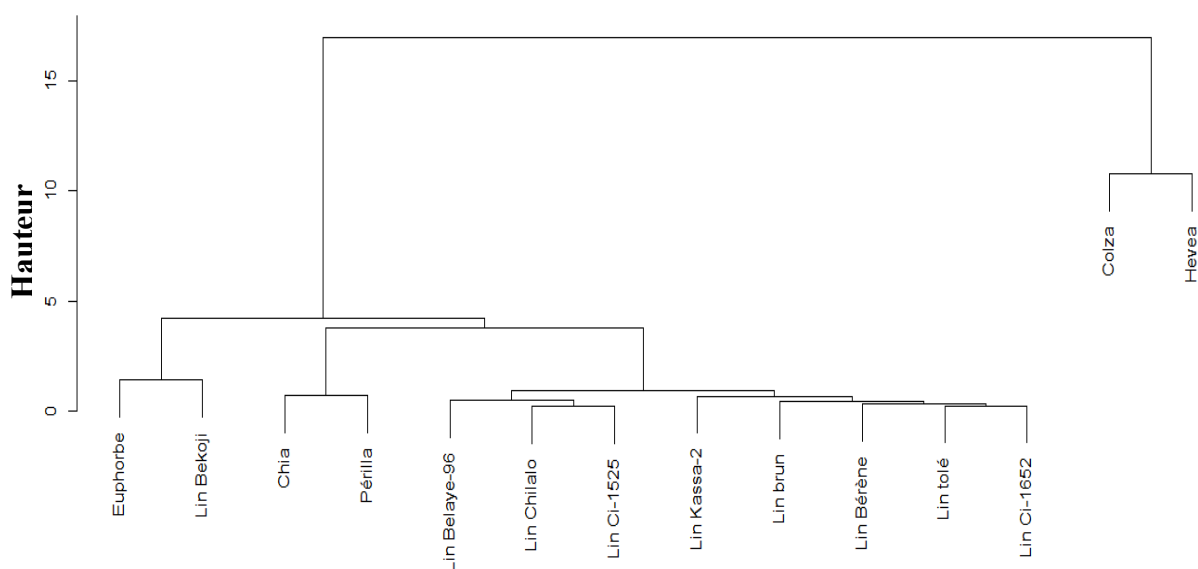
Les dosages des flavonoïdes et des polyphénols contenus dans l'extrait hydro-éthanolique des graines ont donné respectivement des teneurs de 206 mg EQ/g d'extrait et 23 mg EAG/g d'extrait (Figure 2).

### *Activité antioxydante des graines de Euphorbia heterophylla*

Les résultats des tests d'inhibition de l'absorbance du radical DPPH par l'extrait hydro-éthanolique des graines sont présentés sur la Figure 3. L'extrait hydro-éthanolique a montré une activité considérable de piégeage des radicaux d'une manière dépendante de la concentration jusqu'à 70  $\pm$  0,00  $\mu$ g/mL et comparée à l'acide ascorbique standard qui est l'antioxydant de référence à une concentration de 30  $\mu$ g/mL. La valeur moyenne de la concentration de l'extrait capable d'inhiber 50% du radical (IC50) était de 60,84  $\mu$ g/mL. Par ailleurs, le temps n'a pas influencé significativement ( $p > 0,05$ ) la concentration d'inhibition du radical DPPH. La concentration d'inhibition du radical à 20 minutes d'incubation ne différait pas significativement ( $p > 0,05$ ) des temps d'incubation à 35 et 50 minutes.

**Tableau 1:** Composition chimique et profil en acides gras des graines de *E. heterophylla*.

Composition chimique	(% MS)
Matière sèche (MS)	94,3±0,6
Matière minérale (MM)	6,0±0,1
Cellulose brute (CB)	10,8±1,3
Protéines brutes (PB)	24,1±1,0
Matière grasse (MG)	32,4±0,0
Glucides totaux (GT)	37,5±0,0
Energie métabolisable (EM) (Kcal.kg <sup>-1</sup> MS)	3 431,6
Acide cyanhydrique (HCN) (mg/kg)	122,4±10,2
Profil en acides gras	(% des acides gras totaux)
Acides Gras Saturés (AGS)	14
C16 : 0	7
C18 : 0	7
Acides Gras Monoinsaturés (AGMI)	14
C18 : 1 n-9	14
Acides Gras Polyinsaturés (AGPI)	72
C18 : 2 n-6	18
C18 : 3 n-3	54
Σn-3 AG	54
Σn-6 AG	17
Rapports d'Acides Gras	
Σn-6/Σn-3	0,3
AGPI/AGS	5



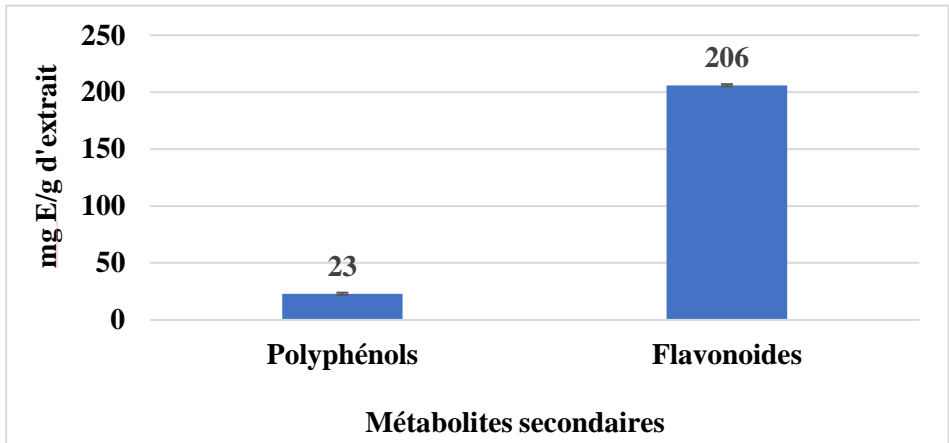
**Figure 1:** Classification de différentes sources d'enrichissement en acides gras oméga-3.

**Tableau 2:** Screening phytochimique et rendement d'extraction.

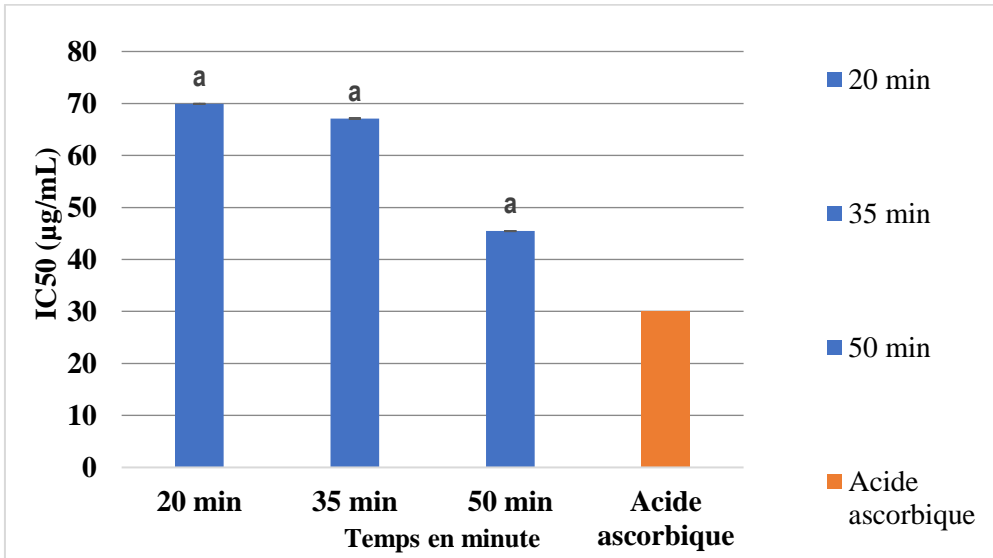
Test	Stér.	Alca.	Poly.	Flav.	Tan	Quin.	Sap	Gluc.	Rendement d'extraction (%)
GEE	+	+	+	+	+	+	-	+	6,9

Stér : Stérols, Alca : Alcaloïdes, Poly : Polyphénols, Flav : Flavonoïdes, Tan : Tanins, Quin : Quinones, Sap : Saponines, Gluc : Glucosides.

GEE : Graine de *Euphorbia heterophylla* ; (+) Présence (-) Absence.



**Figure 2:** Dosage quantitatif des polyphénols et flavonoïdes.



Les valeurs avec des lettres alphabétiques sont statistiquement identiques (Test LSD Fischer, seuil de 5 %).

**Figure 3:** Histogramme de l'évolution de l'IC50 en fonction du temps pour le test au DPPH.

## DISCUSSION

Les graines de *Euphorbia heterophylla* ont une teneur en protéines plus élevée que certaines céréales nutritionnelles telles que l'avoine (15,3%), le blé (14%), le maïs (14%), l'orge (9,2%) ou le riz (8,5%) (Peiretti et Meineri, 2008). Cette teneur en protéine est proche de celle des graines de lin (22%) (Sargi et al., 2013) et de certaines variétés de cucurbitacées du Niger (11-35%) (Sabo et al., 2014). Quant à la teneur en fibres, elle est similaire à celles des graines de colza et d'hévéa respectivement 10,1% et 12% (Heuzé et al., 2019).

L'acide cyanhydrique est extrêmement toxique et peut même provoquer la mort dans certaines situations. Il cause notamment une arythmie cardiaque, des convulsions, des nausées, des irritations, des sensations de brûlure, des vomissements ou encore des diarrhées (Ismap, 2019). La teneur en acide cyanhydrique des graines de *Euphorbia heterophylla* est supérieure à celle de la pulpe de manioc douce (111,5 mg/kg) (Bourdoux et al., 1983) et inférieure à celle contenue dans les épluchures (265,1 mg/kg) (Manano et al., 2018). Par ailleurs, cette teneur est inférieure à celle déterminée sur les graines crues de lin par Imran et al. (2015) qui était de 198,4 mg/kg. La teneur en acide cyanhydrique dosée dans les graines de *Euphorbia heterophylla* semblerait présenter aucun danger pour la santé humaine au regard de celle des graines de lin. En effet, selon le Règlement (UE) 2022/1364 de la commission du 4 août 2022, la toxicité des graines de lin (250 mg/kg) est acceptée en raison de son apport nutritionnel dans l'alimentation humaine et animale. Toutefois, une détoxification des graines de *Euphorbia heterophylla* pourrait être envisagée comme pour les graines de lin extrudées dont les teneurs devraient être inférieures à 30 mg/kg (Imran et al., 2015).

La teneur en matière grasse des graines de *Euphorbia heterophylla* (32,4%) est proche de celle des graines de lin (38,1%), notamment celle de Bekoji (Dème et al., 2021). Elle est par contre supérieure à la teneur en matière grasse des graines de chia (21,5%), des graines de périlla brune (25,4%) et des graines de colza

(20,4%) (Sargi et al., 2013). Au contraire, le profil de *Euphorbia heterophylla* est différent des graines d'hévéa (Heuzé et al., 2019).

Selon l'Association nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses, 2022), les AGPI n-3 sont nécessaires au développement et au fonctionnement de la rétine, du cerveau et du système nerveux. Dans le domaine cardio-vasculaire, les données scientifiques montrent également que la consommation d'AGPI n-3 favorise une diminution de la pression artérielle chez les personnes présentant une hypertension artérielle; une diminution de la quantité de triglycérides dans le sang, un type de lipides qui, en cas d'excès, contribue au développement de maladies du cœur et une réduction de la morbidité et de la mortalité cardiovasculaires chez les personnes présentant au préalable des pathologies cardiovasculaires.

La teneur en polyphénols de l'extrait hydro-éthanolique des graines de *Euphorbia heterophylla* est proche de la teneur en polyphénols de l'extrait hydro-méthanolique des graines de lin (23,7 mg EAG/g) trouvée par Messaoudi (2017) en Algérie. Cependant, elle est supérieure à la teneur en polyphénols de l'huile de lin (7,2 mg EAG/g) (Nacer et tigrine, 2020) au cours de l'étude sur l'incorporation des graines de lin dans un yaourt industriel « Ramdy » en Algérie. Par ailleurs, la teneur en flavonoïdes de l'extrait des graines de *Euphorbia heterophylla* était supérieure à celle de la variété commerciale du lin (20 mg EQ/g) (Nacer et tigrine, 2020). Des teneurs en flavonoïdes plus élevées ont été enregistrées dans les variétés de lin Ci-1525 (25,4 mg EQ/g) (Dème et al., 2021). La variation de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes pourrait dépendre d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (origine géographique, conditions climatiques, pratiques culturelles, maturité à la récolte et conditions de stockage) (Amaral et al., 2010). Les flavonoïdes sont capables d'exercer une multitude d'activités biologiques, notamment des propriétés antioxydantes, vasculo-protectrices, anti-hépatotoxiques,



antiallergiques, anti-inflammatoires, antiulcéreuses et même antitumorales significatives (Ghedira, 2005).

Les résultats du criblage phytochimique de l'extrait des graines de *Euphorbia heterophylla* sont proches de ceux rapportés par Hanaa et al. (2017) sur les graines de lin. Les résultats sont similaires à ceux de Wadankar et al. (2022), travaillant sur l'extrait acétone des feuilles de *Euphorbia heterophylla* en Inde ont révélé la présence des stérols, alcaloïdes, polyphénols, flavonoïdes, tanins, quinones, et des glycosides cardiaques. Les métabolites secondaires sont mis à profit en thérapie comme vasculo-protecteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, anti-radicaux, antibactériens, anticancéreux, antifongiques et diurétiques (Hartmann, 2007).

L'IC<sub>50</sub> des graines de *Euphorbia heterophylla* est similaire à celle enregistrée au niveau de l'extrait hydro-éthanolique des graines de lin (60,8 µg/mL) (Hanaa et al., 2017) même si au niveau de l'antioxydant de référence, une concentration plus faible a été obtenue (30 µg/mL). Par ailleurs, Amin et Thakur (2014) ont déterminé des concentrations IC<sub>50</sub> de 25,6 µg/mL au niveau des extraits éthanoliques des graines de lin. Selon la classification faite par Blois, les extraits avec une IC<sub>50</sub> < 50 µg/mL sont des antioxydants très puissants, les valeurs de 50-100 µg/mL appartiennent à des antioxydants puissants, celles de 101-150 µg/mL désignent des antioxydants moyens, et une IC<sub>50</sub> > 150 µg/mL appartient aux antioxydants faibles (Fidrianny et al., 2015). Sur cette base, l'extrait hydro-éthanolique des graines de *Euphorbia heterophylla* est un puissant antioxydant. La différence observée au niveau de l'activité antioxydante est certainement liée aux taux de polyphénols et de flavonoïdes dans les extraits. En effet, le taux de ces composés est proportionnel à l'activité antiradicalaire qui peut être variable en fonction de certains facteurs écologiques comme le sol, l'humidité, la sécheresse, ou en fonction de la période de la récolte de la plante, ainsi que la partie utilisée (Adida et al., 2015).

## Conclusion

Les graines brutes de *Euphorbia heterophylla* sont riches en phyto-constituants primaires (protéines, matières grasses et cellulose brute) et secondaires (stérols, alcaloïdes, polyphénols, flavonoïdes, tanins, quinones, glycosides). Sur l'ensemble des résultats, le potentiel nutritionnel des graines de *Euphorbia heterophylla* se rapproche le plus de celui des graines de lin de Békoji (une ville d'Éthiopie). Ces graines possèdent une puissante activité antioxydante. Ce travail confirme d'une part que cette graine contient des phyto-constituants au même titre que les feuilles déjà utilisées en santé humaine et d'autre part qu'elle pourrait être valorisable à l'image des graines de lin si la teneur en acide cyanhydrique est significativement réduite.

## CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les auteurs GLT, SH-D ont contribué de manière significative aux différentes analyses. N'DVK, GLT et LYTZ ont contribué de manière significative à l'interprétation des résultats. Tous les auteurs sus-cités ont participé à l'organisation des idées, à la révision du contenu intellectuel du document et sont à mesure d'en défendre individuellement le contenu.

## REFERENCES

- Achinewhu EC. 1986. Unconventional sources of food: Chemical Composition of Rubber Seed (*Hevea brasiliensis*), *Food Chemistry*, **21**(1): 17-25. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(86\)90138-X](https://doi.org/10.1016/0308-8146(86)90138-X).
- Adida H, Nabila B, Bechiri A, Chekroun E, Rabah D. 2015. Étude Phytochimique et Evaluation du Pouvoir Antiradicalaire des Extraits de *Pituranthos scoparius*. *Phytothérapie*, **14**: 207-212. DOI: [10.1007/s10298-015-0932-4](https://doi.org/10.1007/s10298-015-0932-4).
- Amaral JS, Valentão P, Andrade PB, Martins RC, Seabra RM. 2010. Phenolic

- Composition of Hazelnut Leaves: Influence Of Cultivar, Geographical Origin and Ripening Stage. *Scientia horticulturae*, **126**(2): 306-313. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.026>.
- Amin T, Thakur M. 2014. A Comparative Study on Proximate Composition, Phytochemical Screening, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Linum usitatissimum* L. (flaxseeds). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **3**: 465-481. URL: <https://www.ijcmas.com/>.
- AOAC. 2011. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International : Gaithersburg.
- Anses. 2022. Les Acides Gras Oméga-3. Association Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. URL: [www.anses.fr](http://www.anses.fr).
- Bourdoux P, Segherd P, Mafuta M, Vanderpas RM, Delanga F, Ermans AM. 1982. Cassava Products: HCN Content and Detoxification Process. In *Nutritional Factors Involved in the Goitrogenic Action of Cassava*, Delange F, Iteke FB, Ermans AM (eds). CRDI: Ottawa; 51-75.
- Dème T, Desse HG, Retta N, Woldegiorgis A, Geleta M. 2021. Fatty Acid Profile, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Niger Seed (*Guizotia abyssinica*) and Linseed (*Linum usitatissimum*). *Frontiers in Nutrition*, **8**: 674882. DOI: 10.3389/fnut.2021.674882.
- Dingui JA, Brou CY, Kouakou ND, Zirihi NG. 2021. Etude Ethnobotanique sur *Euphorbia heterophylla* en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **15**(6): 2500-2513. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6.20> ].
- Omale J, Emmanuel TF. 2010. Phytochemical Composition, Bioactivity and Wound Healing Potential of *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) Leaf Extract. *International Journal on Pharmaceutical and Biomedical Research*, **1**(1): 54-63. URL: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi97b3Fpuz\\_AhUih\\_0HHYvoDS8QFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F50590253\\_Phytochemical\\_composition\\_bioactivity\\_and\\_wound\\_healing\\_potential\\_of\\_Euphorbia\\_heterophylla\\_Euphorbiaceae\\_leaf\\_extract&usq=AOvVaw0ShLfexHBzPAghp-89KSGD&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi97b3Fpuz_AhUih_0HHYvoDS8QFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F50590253_Phytochemical_composition_bioactivity_and_wound_healing_potential_of_Euphorbia_heterophylla_Euphorbiaceae_leaf_extract&usq=AOvVaw0ShLfexHBzPAghp-89KSGD&opi=89978449)
- Fidrianny I, Budiana W, Ruslan K. 2015. Antioxidant Activities of Various Extracts from *Ardisia Sp* Leaves Using Dpph and Cuprac assays and Correlation with Total Flavonoid, Phenolic, Carotenoid Content. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, **7**: 859-865. URL: <https://www.researchgate.net/publication/281902479>.
- Ghedira K. 2005. Les flavonoïdes : Structure, Propriétés Biologiques, rôle Prophylactique et Emplois en Thérapeutique. *Phytotherapy*, **3**: 162-169. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10298-005-0096-8>.
- Hartmann T. 2007. From Waste Products to Eco chemicals: Fifty years research of. *Phytochemistry*, **68**: Plant Secondary Metabolism 2831-2846. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.09.017>.
- Hanaa MH, Ismail HA; Mahmoud ME, Ibrahim HM. 2017. Antioxidant activity and Phytochemical Analysis of Flaxseeds (*Linum Usitatissimum* L.). *Minia Journal of Agricultural Research and Development*, **37**(1): 129-140. URL: <https://www.minia.edu.eg/agr>.
- Heuzé V, Tran G, Sauvant D, Lessire M, Lebas F. 2019. Colza. *Feedipedia*, un programme de l'INRAE, du CIRAD, de l'AFZ et de la FAO, p. 1. URL: <https://www.feedipedia.org/node/15617>.
- Imran M, Anjum FM, Nadeem M, Ahmad N, Khan MK, Mushtaq Z, Hussain S. 2015. Production of Bio-omega-3 eggs through

- the Supplementation of Extruded Flaxseed meal in hen diet. *Lipids in Health and Disease*, **14**(1): 126. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12944-015-0127>.
- Ipou IJ, Marmotte P, Kadio GA, Aké S, Touré Y. 2004. Influence de quelques Facteurs Environnementaux sur la Germination d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae). *Tropicultura*, **22**: 176-179. URL: <https://agritrop.cirad.fr/521539/>
- Ismap. 2019. Le Manioc, un des Aliments les plus Dangereux au Monde. URL: <https://www.ismap.fr/manioc-aliments-dangereux/>. Consulté le 9/12/2022.
- Kenfack A, Tchoumboué J, Kamtchouing P, Ngoula F. 2006. Effets de la Substitution d'*Arachis glabrata*, *Pennisetum purpureum* sur le Nombre D'ovulations et la Mortalité Prénatale chez le Cobaye adulte (*Cavia porcellus* L.). *Tropicultura*, **24**(3): 143-146. URL: <http://www.tropicultura.org/text/v24n3.pdf>.
- Konan M, Tiho T, Gningnini AK, Assidjo EMP, Kouba M. 2021. *Desmodium tortuosum*, *Euphorbia heterophylla* and *Moringa oleifera* Effect on Local Rabbit Does Milk Production and Pups' Performances. *Journal of Agricultural Science*, **13**(4): 93-103. DOI: 13.93.10.5539/jas.v13n4p93.
- Kouakou N, Traore G, Angbo KE, Kouame K, Adima A, Assidjo E, Grongnet J, Kouba M. 2015. Essai Préliminaire de Production D'œufs des Poules Pondeuses (ISA Warren) Enrichis en Acides Gras Polyinsaturés Oméga-3 avec les graines de *Euphorbia heterophylla* L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(4): 1902-1909. DOI: 10.4314/ijbcs.v9i4.15.
- Kouakou NGDV, Coulibaly SBM, Angbo-Kouakou CEM, Ahongo YD, Assidjo NE, Kouba M. 2019. Rabbit meat (*Oryctolagus cuniculus* L.) enriched in omega 3 with a feed containing *Euphorbia* (*Euphorbia heterophylla* L.). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, **72**(3): 107-113. DOI:10.19182/remvt.31779.
- Kouamé TK, Siaka S, Kassi AB, Soro Y. 2021. Détermination des Teneurs en Polyphénols Totaux, Flavonoïdes Totaux et Tanins de Jeunes Feuilles non encore ouvertes de *Piliostigma thonningii* (Caesalpinaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **15**(1): 97-105. DOI: 10.4314/ijbcs.v15i1.9.
- Kouassi GF, Koné GA, Good M, Assidjo NE, Kouba M. 2020. Effect of *Hevea brasiliensis* Seed Meal or *Euphorbia heterophylla* seed Supplemented Diets on Performance, Physicochemical and Sensory Properties of Eggs, and Egg Yolk Fatty Acid Profile in guinea fowl (*Numida meleagris*). *Poultry Science*, **99**(1): 342-349.
- Le Bourgeois T, Carrara A, Dodet M, Dogley W, Gaungoo A, Grard P, Ibrahim Y, Jeuffrault E, Lebreton G, Poilecot P, Prosperi J, Randriamampianina JA, Andrianaivo AP, Théveny F. 2008. Advent-OI : Principales adventices des îles du sud-ouest de l'Océan Indien. Cirad: Montpellier, France; Cdrom, p. 1.
- Liebig-Denige. 1971. *Dosage de l'acide cyanhydrique*. Medical Education. Landbouw Hogeschool: Wageningen; 71-13.
- Manano J, Ogowok P, Byarugaba-Bazirake GW. 2018. Chemical Composition of Major Cassava Varieties in Uganda, Targeted for Industrialization. *Journal of Food Research*, **7**(1): 1-9. DOI: 10.5539/jfr.v7n1p1
- Marinova DF, Ribarova, Atanassova M. 2005. Composés phénoliques totaux et flavonoïdes totaux dans les fruits et légumes bulgares. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, **40**: 255-260. URL: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewin4qC7qez\\_AhXjhP0HHasWDDAQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fjournal.uctm.edu%2Fnode%2Fj2005-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewin4qC7qez_AhXjhP0HHasWDDAQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fjournal.uctm.edu%2Fnode%2Fj2005-)

- 3%2FMarinova.pdf&usg=AOvVaw1Cq6UI3WVCbhxqtt9dKW\_v&opi=89978449
- Messaoudi A. 2017. Contribution à l'étude de la Qualité L'huile Lin Contribution A L'étude de la Qualité L'huile lin (*Linum usitatissimum*) par des Méthodes Physico-Chimiques. Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, p. 43.
- Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of Fatty Acid Methyl Esters and Dimethyl Acetals from Lipids with Boron Fluoride-Methanol. *Journal of Lipid Research*, **5**(4): 600-608.
- Nacer N, Tigrine T. 2020. Incorporation Des Grains Du Lin Dans Un Yaourt Industriel « Ramdy ». Mémoire de Master, Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira, p. 51.
- Oubihi A, Hosni H, Nounah. 2020. Phenolic Content, Antioxidant Activity, Anti-Inflammatory Potential, And Acute Toxicity Study of *Thymus leptobotrys murb.* Extracts. *Biochemistry Research International*, 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8823209>.
- Peiretti PG, Meineri G. 2008. Effects on Growth Performance, Carcass Characteristics, and the Fat and Meat Fatty Acid Profile of Rabbits Fed Diets with Chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplements. *Meat Science*, **80**(4): 1116-1121. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.05.003.
- Sabo H, Sadou H, Amoukou IA, Alma MM, Mahamane S. 2014. Potentiels dans les Huiles Végétales et Divers Nutriments de dix-huit variétés de Cucurbitacées du Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8**: 1075-1088.
- Sargi SC, Silva HMC, Santos PF, Montanher, Boeing JS, Júnior S, Oliveira O, Souza NE, Visentainer JV. 2013. Capacité Antioxydante et Composition chimique des graines riches en oméga-3 lin et perilla. *Food Science and Technology Research*, **33**: 541-548.
- Siriamornpun S, Li D, Yang L, Suttajit S, Suttajit M. 2006. Variation of Lipid and Fatty Acid Compositions in Thai Perilla Seeds Grown at Different Locations. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, **28**(1): 17-21.
- Wadankar GD, Bharati R, Mahale, Mayuri VK, Pranali DK. 2022. Investigation of Phytochemical in *Euphorbia heterophylla* and *Euphorbia rothiana*. *International Journal of Medical, Pharmacy and Drug Research*, **6**(3): 16-19. DOI: 10.22161/ijmpd.6.3.2.
- Wood JE, Senthilmohana ST, Peskinb AV. 2002. Antioxidant Activity of Procyanidin-Containing Plant Extracts at Different pHs. *Food Chemistry*, **77**(2): 155-161.