



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2023

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Chicha Amira **Benchaira Meriem**

Le : dimanche 25 juin 2023

Evaluation de l'activité antioxydante de la plante *Euphorbia bupleuroides*

Jury :

Mr.	ZEROUAL Samir	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Mlle	BOUDJOU DJOU Lamia	MCB	Université de Biskra	Président
Mlle	CHOUIA Amel	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022 - 2023

Remerciements

Avant tout nous remercions **Alah** tout puissant qui nous données la force, le courage, la volonté, la patience et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

Nous a exprime nos sincères remerciements et notre profonde gratitude a notre encadreur **Mr ZEROUAL SAMIR**, pour la confiance qu'il nous a accordée, son assistance, sa disponibilité, sa compréhension et ses conseils qui m'ont beaucoup aidé à réaliser ce travail.

Mr CHALA ADEL, Mr BENMEDDOUR TAREK, merci de nous avoir transmis votre énergie, idées et conseils précieux et vos discussions constructives.

Nous remercie également **les membres de jury** d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous les membres du laboratoire pédagogique de département SNV pour leurs conseils et leurs orientations.

À toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, Le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie cette modeste travail ;

A Mon très cher père (*Mohamed*) ; Merci pour toute la force avant de mourir, Merci d'être les meilleurs parents, que Dieu ait pitié de, mon cher.

A Mon très chère mère (*Dalila*) ; Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles
Merci Maman, Que Dieu le tout puissant te préserve.

A mes chères frères *Salim, Mourad, Hicham, Aziz, et Samir* ; Merci pour votre soutien après la mort de mon père et Merci pour le courage dans la réalisation de mon projet de fin d'étude.

A ma chers tante *Djamila* et son mari (*Laid*) ; Merci pour votre amour et votre soutien.

A mon fiancé *Mohammed* ; Merci d'être dans ma vie.

A tous mes amis

Ines, Nour El Houda, Sara, Rihab, Chama, Amel, Rima, Fatima, Lamia

A mon binôme *Benchaira Meriem*

A tous la familles CHICHA

Amira.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de plusieurs années à :

A la femme de ma vie Soulef, mon cher maman !

*Merci d'avoir toujours été derrière moi et de m'avoir soutenue toutes ces années.
Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes
études.*

A l'homme de ma vie Noureddine, mon cher papa !

*Merci d'avoir été là et de m'avoir poussé à persévérer dans cette voie. Vous avez
toujours cru en moi et sans vous je ne serai pas là aujourd'hui ! J'espère que vous
êtes fiers de moi, si je suis arrivée jusque-là c'est grâce à vous. Merci, vous êtes
des parents formidables.*

A mes chères frères : khalil, younes, rokia, imen

Merci d'être dans ma vie

A mon cher oncle : Zoubir

Merci pour votre aide constante pour moi

A tous mes chers collègues et amis spécialement:

Hadil, Nadjwa, Rahma, Rihab, Chamma, Sara, Manar

A mon binôme : Amira chicha

Meriem

Sommaire

Liste de tableaux.....	I
Liste de figures.....	II
Liste d'abréviation.....	IV
Introduction.....	1

Première partie: Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Présentation de la plante *Euphorbia bupleuroides*

1. 1. La famille des Euphorbiaceae	2
1.2. Le genre <i>Euphorbia</i>	2
1.3. L'espèce <i>Euphorbia bupleuroides</i>	3
1.3.1. Descriptions botanique	3
1.3.2. Classification.....	4
1.3.3. Composants chimiques.....	4
1.3.4. Utilisation en médecine traditionnelle.....	5
1.3.5. Toxicité.....	5

Chapitre 2 :Notions sur les métabolites secondaires

2.1. Métabolismes secondaires.....	6
2.1.1. Composés phénoliques	6
2.1.1.1. Structure chimique	6
2.1.1.2. Classification	6
a. Acides phénoliques	7
b. Flavonoïdes.....	8
c. Tanins	9
2.1.2. Terpènes.....	9
2.1.3. Alcaloïdes	9

Chapitre 3 : Stress oxydatif et radicaux libres

3.1. Stress oxydatif	10
3.1.1. Notion de stress oxydatif	10
3.1.2. Radicaux libres.....	10
3.1.3. Maladies liées aux stress oxydant	10
3.2. Antioxydants	10

Chapitre 4 :Matériel et méthodes

4.1. Matériel	11
4.1.1. Matériel végétal.....	11
4.2. Méthodes.....	11
4.2.1. Extraction.....	11
4.2.1.1. Préparation de l'extrait hydro-méthanolique.....	11
4.2.1.2. Extraction par des solvants organiques à polarité croissante	11
4.2.1.3. Rendement d'extraction	14
a. Rendement de l'extrait brut	14
b. Rendement de fractionnement	14
4.2.2. Dosage des polyphénols totaux (PPT).....	14
4.2.2.1. Principe	14
4.2.2.2. Réactifs et extraits utilisés.....	15
4.2.2.3. Mode opératoire.....	15
4.2.2.4. Expression des résultats	15
4.2.3. Dosage des flavonoïdes (FVT)	15
4.2.3.1. Principe	15
4.2.3.2. Réactifs et extraits utilisés.....	16
4.2.3.3. Mode opératoire.....	16
4.2.3.4. Expression des résultats	16
4.2.4. Dosage des tanins condensés (TC).....	16
4.2.4.1. Principe	16
4.2.4.2. Réactifs et extraits utilisés.....	16
4.2.4.3. Mode opératoire.....	17
4.2.4.4. Expression des résultats	17
4.2.5. Evaluation de l'activité antioxydant.....	17
4.2.5.1. Test anti-radicalaire (test DPPH).....	17
a. Principe.....	17
b. Préparation des solutions.....	18
c. Mode opératoire	18
d. Expression des résultats	18
4.2.5.2. La méthode de pouvoir réducteur (FRAP).....	18
a. Principe.....	19
b. Préparation des solutions.....	19
c. Mode opératoire	19
d. Expression des résultats	19
4.2.5.3. La méthode de l'activité antioxydant totale (TAC).....	20
a. Principe.....	20
b. Préparation des solutions.....	20
c. Mode opératoire	20
d. Expression des résultats	20
4.3. Etude statistique.....	20

Chapitre 5: Résultats et discussions

5.1. Rendement d'extraction	21
5.1.1. Rendement d'extrait hydro-méthanolique	21

5.1.2. Rendement de fractionnement	21
5.2. Dosage des polyphénols totaux (PPT)	23
5.3. Dosage des flavonoïdes totaux (FVT)	25
5.4. Dosage des tanins condensés (TC)	27
5.5. Evaluation de l'activité antioxydante	28
5.5.1. Test de DPPH.....	28
5.5.2. Test de Pouvoir réducteur (FRAP).....	32
5.5.3. Test capacité antioxydante total (TAC).....	35
5.6. Analyse statistique	36
Conclusion	40
Références Bibliographie.....	43

Liste de tableaux

Tableau 1. Espèces de genre <i>Euphorbia</i> en Algérie.....	3
Tableau 2. Principales classes des composés phénoliques	7
Tableau 3. Coefficient de corrélation linéaire entr les teneurs en polyphénols, flavonoides, tanins condonsés et l'activité antioxydanted' <i>Euphorbia bupleuroides</i>	37
Tableau 4. Le taux d'exactitude.....	38

Liste de figures

Figure 1. La plante <i>Euphorbia bupleuroides</i>	3
Figure 2. Classification botanique d' <i>Euphorbia bupleuroides</i>	4
Figure 3. Structure de base des polyphénols	6
Figure 4. Structure générale de l'acide benzoïque (A) et de l'acide cinnamique (B)	8
Figure 5. Structure de base des flavonoïdes	9
Figure 6. Protocol d'extraction	13
Figure 7. Histogramme de rendement d'extrait hydro-méthanolique d' <i>E. bupleuroides</i>	21
Figure 8. Histogrammes du rendement du fractionnement de l'extrait hydro-méthanolique d' <i>Euphorbia bupleuroides</i>	22
Figure 9. Droite d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	23
Figure 10. Teneur en polyphénols totaux des différents extraits $\mu\text{g EAG} / \text{mg ES}$	24
Figure 11. Droite d'étalonnage de quercitine pour le dosage des flavonoïdes totaux.	25
Figure 12. Teneurs en flavonoïdes totaux des différents extraits.....	26
Figure 13. Droite d'étalonnage de catéchine pour le dosage des tanins condensés.	27
Figure 14. Teneur en tanins condensés des différents extraits.	28
Figure 15. Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des extraits butanol, acétate d'éthyle et chloroforme.	29
Figure 16. Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des extraits éther de pétrole, aqueux et extrait brut.	29
Figure 17. Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction de la concentration de BHA et BHT.	30
Figure 18. IC_{50} des extraits et des standards du test de piégeage du radical DPPH.	31
Figure 19. Les absorbances de pouvoir réducteur des différents extraits en fonction de la concentration.	32
Figure 20. Les absorbances de pouvoir réducteur des standards en fonction de la concentration.	33

Figure 21. Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique de pouvoir réducteur.	33
Figure 22. Pouvoir réducteur des différents extraits et des standards.	34
Figure 23. Droit d'étalonnage d'acide ascorbique.....	35
Figure 24. La TAC des d'extraits et le standard utilisée.	36

Liste d'abréviation

A contrôle : absorbance du contrôle.

A échantillon : absorbance de l'échantillon.

AlCl₃ : trichlorure d'aluminium.

Acétate E : acétate d'éthyle.

BHA : butylhydroxyanisole.

BHT : butylhydroxytoluène.

CAM : métabolisme acide crassulancéen.

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl.

E. bupleuroides : *Euphorbia bupleuroides*

Ether de p : éther de pétrole.

FRAP : ferric reducing antioxydant power.

FVT : flavonoïde totaux.

FeCl₃ : chlorure ferrique.

Fe³⁺ : fer ferrique.

Fe²⁺ : fer ferreux .

H₃PW₁₂O₄₀ : acide phosphotungstique.

H₃PMo₁₂O₄₀ : acide phosphomolybdique.

IC₅₀ : concentration inhibitrice 50%.

K₃Fe : ferrocyanure de potassium.

MeOH : méthanol.

MeOH-H₂O : Methanol-eau.

Mg EAG / g ES : milligramme d'équivalent acide gallique par gramme d'extrait sec.

Mg EQ / g d'extrait sec: milligramme d'équivalent de quercitine par gramme d'extrait sec.

Mg EC / g d'extrait sec : Milligramme d'équivalent de catéchine par gramme d'extrait sec.

Mg EAA / g ES : milligramme d'équivalent d'acide ascorbique par gramme d'extrait sec.

Mv : masse en gramme du matériel végétal à traité.

Me : masse en gramme du résidu sec évaporé.

Mf : masse de fraction après évaporation du solvant en g.

Meb : masse d'extrait brut en g.

Na₂CO₃ : carbonate de sodium.

PPT : polyphénol totaux.

PI % : pourcentage d'inhibition.

R (%) : rendement en %.

RF (%) : rendement de fraction en %.

TC : tanins condensés.

TCA : acide trichloracétique.

TPM : tour par minute.

TAC : activité antioxydante totale

Introduction

Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme utilise les plantes pour lutter contre diverses maladies qui guettent sans cesse sa vie. De nos jours, une large couche de la population mondiale, notamment celle des pays en voie de développement, utilise les plantes médicinales du fait de son incapacité à accéder, voire bénéficier des vertus de la médecine moderne (Haba, 2008).

Ces plantes médicinales occupent désormais une position primordiale dans le domaine de la recherche de nouveaux médicaments. En fait, leurs propriétés thérapeutiques du à la présence de centaines, voire des milliers de composés naturels bioactifs appelés : les métabolites secondaires (Boudjouref, 2011). Ces métabolites possèdent une très large activité biologique est principalement doués de propriétés antioxydants et leurs capacités à prévenir et inhiber les dommages oxydatifs cellulaires résultant des effets des radicaux libres dans l'organisme (Ojeil et *al.*, 2010).

En Algérie les plantes médicinales sont utilisées depuis longtemps. Cette tradition s'inspire des expériences des populations ainsi que de la médecine arabe classique (Bennouna et Dehimi, 2021). Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve l'*Euphorbia bupleuroides*, ce dernier est largement distribué surtout dans les régions arides et semi arides, sont utilisée traditionnellement parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques.

L'objectif de notre travail, est la détermination du rendement des différents extraits de la partie aérienne de la plante «*Euphorbia bupleuroides*», estimation de la teneur en polyphénols totaux, flavonoïde totaux et tanins condensés, et l'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits de cette plante par trois méthodes.

Le présent travail est scindés en deux parties ; nous aborderons dans une première partie une étude bibliographique qui évoquera la présentation de la plante étudiée, notions sur les métabolites secondaires et notions sur le stress oxydant.

La deuxième partie de notre mémoire à été consacrée aux matériel et les méthodologies de travail, les résultats obtenus suivie des discussions, et enfin la conclusion.

Première partie

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :

Présentation de la plante

Euphorbia bupleuroides

Ce chapitre décrit les informations sur l'espèce végétale étudiée (*Euphorbia*.....), En commençant par la famille des Euphorbiaceae y compris le genre *Euphorbia*, classification, et l'espèce *Euphorbia bupleuroides*, les constituantes chimiques, les usages traditionnelles, et enfin la toxicité de cette plante étudiée.

1. 1. La famille des Euphorbiaceae

La famille Euphorbiaceae est une famille de plantes dicotylédones comprenant environ 10000 espèces réparties en près de 300 genres (Aichour, 2015), Parmi ces genres *Euphorbia*, le *Croton* et *Phyllanthus* se distinguent en regroupant près de la moitié des espèces la famille Euphorbiaceae (Spichiger et al., 2000 ; Walter et al., 2002). Elle est considérée comme l'une des familles les plus vastes et les plus cosmopolites que compte-le sous embranchement des Angiospermes (Webster, 1987).

Cette famille est connue par une hétérogénéité morphologique, comprenant à la fois de petites herbes annuelles ou vivaces jusqu'à de grands arbres, des lianes, des arbustes aphyllés et parfois même des espèces cactiformes adaptées à la vie désertique (Frohne et al., 2009). Les Euphorbiaceae se trouvent partout, sauf dans les régions antarctiques et les sommets des hautes montagnes (Bruneton, 1996). De plus, sont des végétaux CAM qui vivent principalement en régions arides et semi- arides ou sont épiphytes en région tropicale et subtropicale (Mayer et al., 2004).

1.2. Le genre *Euphorbia*

Le genre *Euphorbia* est le genre le plus représentatif de la famille des Euphorbiaceae (Haba, 2008), et le plus diversifié des groupes de plantes à fleurs, se caractérise par des inflorescences particulières nommées cyathe (Benabdelazize, 2015), comprend de 2000 espèces (Tanvee et al., 2013), ou 1600 espèces (Ouanissa, 2014).

Les plantes du genre *Euphorbia* sont bien représentées au Sahara septentrional et en Europe. En Algérie, on peut rencontrer principalement les espèces suivantes (tab. 1) (Quezel et Santa, 1962 ; Ozenda, 1991) :

Tableau 1. Espèces de genre *Euphorbia* en Algérie (Quezel et Santa, 1962 ; Ozanda, 1991).

Espèces	Espèces
<i>E. calyptrata</i> Cosson et DR	<i>E. helioscopia</i> L.
<i>E. chamaesyce</i> L.	<i>E. nicaensis</i> All.
<i>E. cornuta</i> Pers.	<i>E. peplus</i> L.
<i>E. dracunculoides</i> Lam. ssp. <i>flamandi</i> (Batt)	<i>E. pithyusa</i> L.
<i>E. dracunculoides</i> Lam. ssp. <i>glebulosa</i> (Cosson et DR.)	<i>E. pubescens</i> Vahl.
<i>E. dracunculoides</i> Lam. ssp. <i>inconspicua</i> (Ball.)	<i>E. sanguinea</i> Hochst. et steud.
<i>E. echinus</i> Hook fil. et Coss.	<i>E. sanguinea</i> Hochst. Et Steud.
<i>E. guyoniana</i> Boiss. et Reut	<i>E. terrciana</i> L
<i>E. granulata</i> Forsk.	

1.3. L'espèce *Eurhorbia bupleuroids*

1.3.1. Descriptions botanique

Est une espèce endémique à l'Algérie (Ozenda, 1991), localisée sur les montagnes de la région des Aurès, elle est herbacée à feuilles simples avec des fleurs unisexuées, lancéolées ou lancéolées-linéaires et inflorescence complexe (cayathes) disposées en ombelles feuillées et graines ornées de bandelettes longitudinales peu saillantes (Yousfi, 2001).



Figure 1. La plante *Euphorbia bupleuroides* (photo personnelle).

1.3.2. Classification

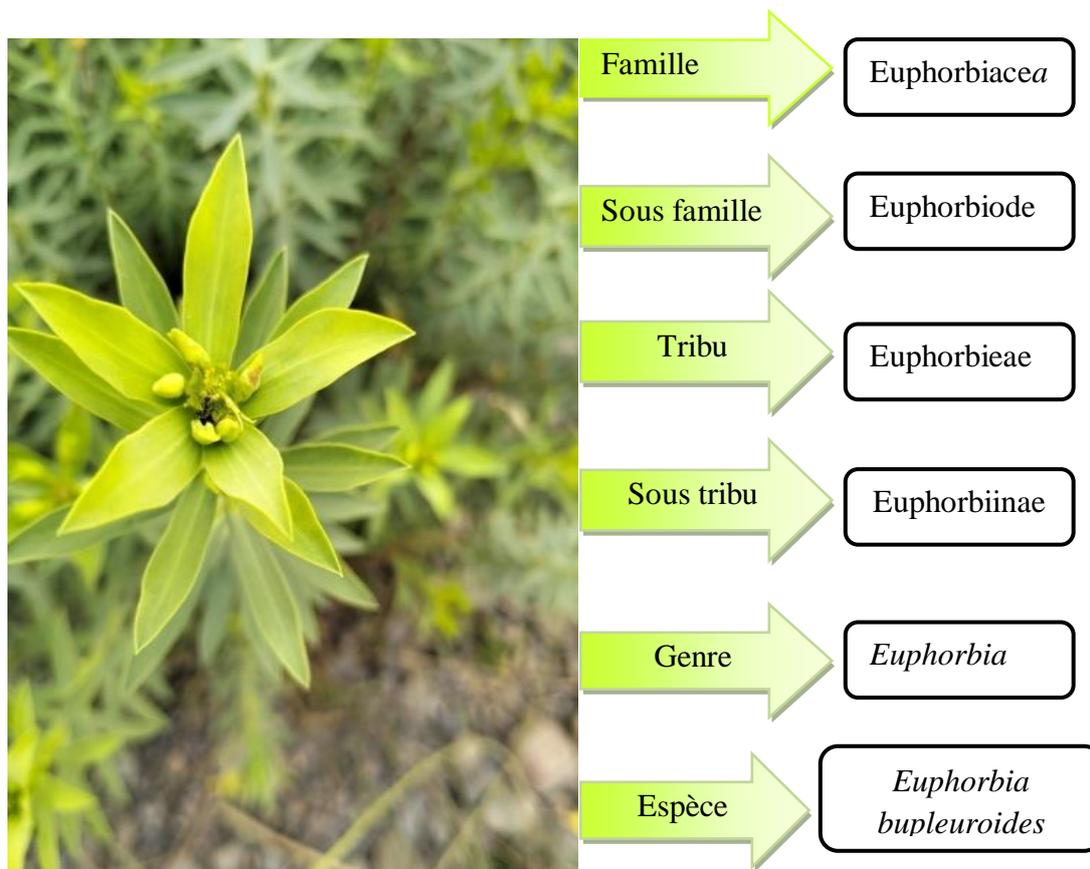


Figure 2. Classification botanique d'*Euphorbia bupleuroides* (Aichour, 2015).

1.3.3. Composants chimiques

Les investigations phytochimiques réalisées sur les différentes espèces du genre *Euphorbia* ont indiqués la présence des nombreux composants tels que : les alcaloïdes, flavonoïdes, composant cyanogénique, l'acide ellagique, saponine et terpènes. En effet, de nombreuses études menées sur ce genre ont révélés la présence de triterpène, des diterpènes macrocycliques, des stéroïdes et des composés aromatiques. (Chihi et al., 2009).

Le produit le plus important du genre *Euphorbia* est le latex blanchâtre connu sous le nom d'euphorbe. Le latex c'est un mélange des composants chimique et des organites cellulaire son composant principale est le polyterpène.

1.3.4. Utilisation en médecine traditionnelle

Euphorbia bupleuroides est une plante médicinale utilisée par la population locale en médecine traditionnelle pour extirper les épines et les verrues. La décoction des racines de cette plante est employée comme anti-inflammatoire (Bellakhdar, 1997).

De nombreux chercheurs ont montrés que les espèces d'euphorbia possèdent également des propriétés cicatrisantes, antibactériennes, antifongiques, anti-inflammatoires, antihelminthiques, hémostatiques, purgatifs et contraceptifs, et leur activité antitumorale a été principalement attribuable à la présence de produits dérivés de groupe diterpéniques (Chihi et al., 2009).

1.3.5. Toxicité

Touts les Euphorbes sont toxiques. Elles contiennent des saponosides hémolitique, irritantes fortement purgatives et émétique (Paume, 2009).

Le latex de plantes du genre *Euphorbia* provoque des rougeurs sur la peau, des érythèmes ou des phlyctènes. Egaleme nt très irritant pour les yeux, il entraîne par simple contact, même furtif, des larmoiements intenses. A des doses plus élevées, interviennent des lésions graves de l'œil pouvant aller jusqu'à la cécité. Les troubles de la vue sont accompagnées souvent de toux, de rhinite avec écoulement nasal, de laryngite et de brûlure des lèvres. Une fois absorbé, le latex entraîne des symptômes plus ou moins sévères de gastro-entérite et d'inflammation des muqueuses du tube digestif (Bellakhdar, 1997).

Chapitre 2 :

Notions sur les

métabolites secondaires

2.1. Métabolismes secondaires

Les métabolismes secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (Lutage et *al.*, 2002). Ces molécules jouent un rôle dans l'adaptation des plantes à leur environnement (Bourgaud et *al.*, 2001 ; Krief, 2003). Ils sont divisés principalement en trois grandes familles: les composés phénolique, les alcaloïdes, les terpènes (Macheix et *al.*, 2005 ; Bendif, 2017).

2.1.1. Les composés phénoliques

Les polyphénols constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux (Bruneton, 2015). Ce groupe joue un rôle important dans les qualités sensorielles et nutritionnelles (Manchado et Cheynier, 2006). Ils offrent également pour la santé humaine, une protection contre certaines maladies impliquant un stress oxydatif, comme les cancers et les maladies cardiovasculaires (Sun et *al.*, 2011).

2.1.1.1. La structure chimique

Les composés phénoliques forment un très grand ensemble de substance qu'il est difficile de définir (Bruneton, 2008), de plus de 8000 molécules, divisées en une dizaine de classes chimiques (Hennebelle et *al.*, 2004), caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique à 6 carbone dans leur structure auquel est directement lié au moins un group hydroxyle (fig. 3), libre ou engagé dans une autre fonction tel que : éther, ester, hétéroside....etc (Bruneton, 1999).

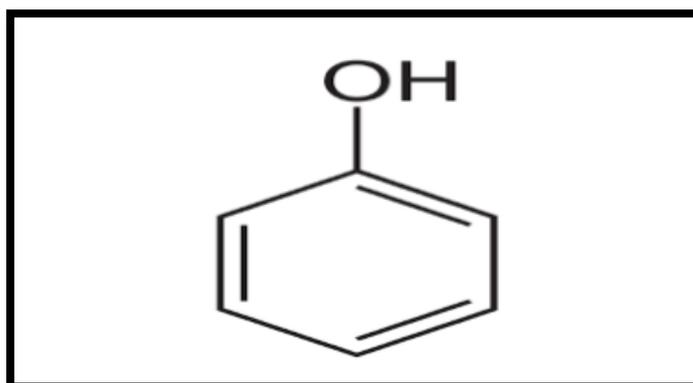


Figure 3. Structure de base des polyphénols (Vermerris et Nicholson, 2006 ; Ghnimi, 2015).

2.1.1.2. Classification

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes moléculaires (Tab. 2), mais ils peuvent réparties en deux grands groupes, les flavonoïdes et les non-flavonoïdes (Chira et *al.*, 2008), qui se différencient par la complexité du squelette de base, par le degré de modifications de se squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, ..), et par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autre molécules (glucide, lipide...) (Manchado et Cheyner, 2006).

Tableau 2. Principales classes des composés phénoliques (Macheix et *al.*, 2006 ; Harborne & Williams, 2000 ; Boubekri, 2014).

Squelettes carbonés	Classes	Exemples	Origines (exemples)
C6	Phénols simples	Catéchol	Nombreuses espèces
C6-C1	Acide hydroxybenzoïques	p-hydroxybenzoïques	Epices, fraise
C6-C3	Acide hydroxycinnamiques	Acide caféique	Pomme de terre
	Coumarine	Scopolétine	Pomme, Citrus
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C6-C2-C6	Stilbénes	Resvératol	Vigne
C6-C3-C6	Flavonoïdes	Quercétine, cyanidin	Fruits, légumes
	Isoflavonoïdes	Daidzéine	Soja
(C6-C3)2	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C6-C3) n	Lignine		Bois, noyau de fruits
(C6-C3-C6) n	Tanins condensés		Raisin rouge

Des ces classes, les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins sont considère comme les principaux composés phénoliques alimentaires (King et Young, 1999).

a. Acides phénoliques

Un acide phénolique est un composé organique qui comprend au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Ignat et *al.*, 2011). Ces acides sont classés en deux sous- catégories (fig. 4) :

- ✓ Les acides hydroxybenzoïques : dérivent de l'acide benzoïque et ont une structure générale de base de type (C6-C1) (Brianceau, 2015), ces acides sont très communs,

aussi bien sous forme libre que combinés à l'état d'ester ou d'hétéroside (Bruneton, 1993 ; Bruneton, 2015).

- ✓ Les acides hydroxycinnamiques : ils ont une structure de base de type (C6-C3) dérivés de celle de l'acide cinnamique (Brianceau, 2015), existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques (Bruneton, 2015).

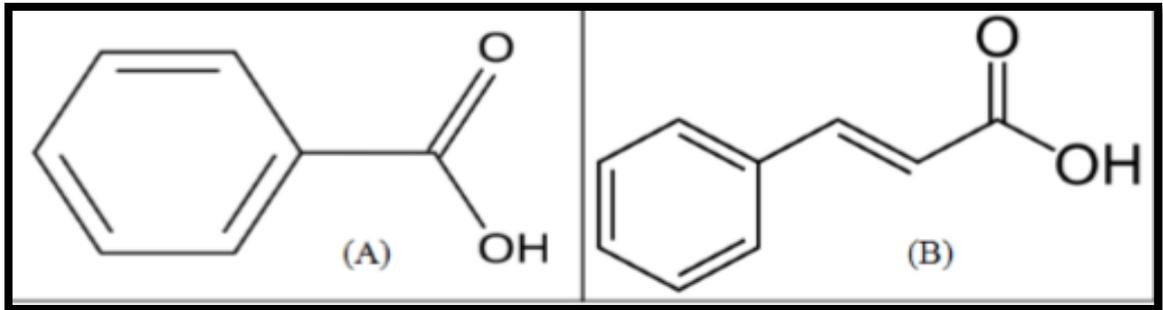


Figure 4. Structure générale de l'acide benzoïque (A) et de l'acide cinnamique (B) (Bruneton, 1993 ; Wichtl et Anton, 2009 ; Collin et Crouzet, 2011).

b. Flavonoïdes

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques (Belyagoubi, 2011), les plus abondant dans le nos régime et les plus nombreux (plus 5000 molécules isolées) (Reinli et Block, 1996 ; Scalbert et Williamson, 2000), ils sont considères comme des pigments quasiment universels des végétaux (Ghestem et *al.*, 2001), Presque toujours hydrosolubles, ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits, et parfois des feuilles (Medica et *al.*, 2004).

Les flavonoïdes sont des composés de faible poids moléculaires qui consistent en 15 atomes carboniques, disposés sous la configuration : C6-C3-C6 comme le montre la (fig. 5) (Balasundram., 2006).

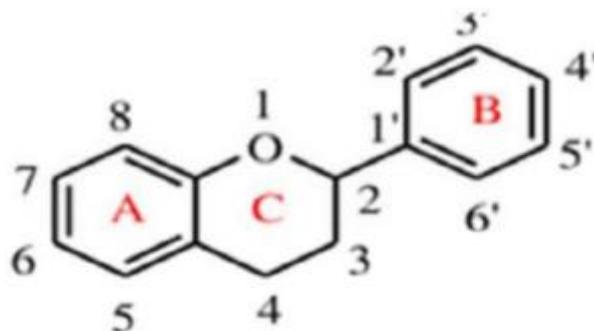


Figure 5. Structure de base des flavonoïdes (Collin et Creast, 2011).

c. Tanins

Ce sont des composés phénoliques de masse moléculaire compris entre 500 et 3000 Da, qui représentent à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines (Haslam, 1996 ; Cowan, 1999). On trouve presque dans toutes les parties de la plante, (Khanbabae et Ree, 2001). D'après leur structure et leurs propriétés deux types de tanins sont distingués :

- ✓ **Tanins hydrolysables:** ce sont des esters D-glucose et de l'acide gallique ou des ses dérivés, en particulier l'acide ellagique (Ghidouche et *al.*, 2008 ; Nkhili, 2009).
- ✓ **Tanins condensés:** ou les proanthocyanidines : sont des polymères de flavane (catéchine) reliées par des liaisons entre les carbones C4-C8 et C4-C6 (Valgimigli et *al.*, 1995 ; Manach et *al.*, 2004).

2.1.2. Terpènes

Les terpénoïdes sont des métabolites secondaires résultant de la condensation d'unités isopréniques à 5 atomes de carbone (Manitto, 1981 ; Dey et Harborne, 1991 ; Bruneton, 1999). Ils représentent la catégorie la plus large (plus de 40000 composés) des produits naturels retrouvés presque chez toutes les plantes (Turtola, 2005 ; Aharoni et *al.*, 2005 ; Bhatla, 2018), et dans toutes les parties de la plante (Hegnauer, 1973).

2.1.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées d'origine végétale, qui présentent une structure complexe hétérocyclique, à caractère alcalin (Badiaga, 2011). Ils trouvent dans les plantes sous forme libre ou sous forme de sels de certaines acides végétaux (Benslama, 2016), ou combinée à tanins (Roux et Catier, 2007).

Chapitre 3 :
Stress oxydatif et
radicaux libres

3.1. Stress oxydatif

3.1.1. Notion de stress oxydatif

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre de la balance entre les systèmes de défenses antioxydants et les pro-oxydants (Meda et *al.*, 2013 ; Bendif, 2017), et par conséquent une perturbation des métabolismes où la cellule ne contrôle plus la présence excessive de radicaux libres (Favier, 2003 ; Borg et Reeber, 2008 ; Syed, 2015).

3.1.2. Radicaux libres

Un radical libre est une molécule ou un atome ayant un ou plusieurs électrons non appariés (Favier, 2003 ; Jacques et André, 2004), cette molécule est très instable peut attaquer les composants cellulaires (protéine, lipide, ADN...), pour capturer l'électron nécessaire à la stabilité (Martinez-Cayuela, 1955 ; Mohammedi, 2013).

3.1.3. Maladies liées aux stress oxydant

Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant. Ces maladies apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydants et augmente la production mitochondriale de radicaux (Sohal et *al.*, 2002).

Il est un des facteurs potentialisant l'apparition de maladies multifactorielles tel le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Montagnier et *al.*, 1998 ; Favier, 2003), et aussi la cause initiale de plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigu, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré (Favier, 2006).

3.2. Antioxydants

Un antioxydant est défini comme une substance qui, ajoutée à faible dose à un produit naturellement oxydable à l'air, est capable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation (Shimizu et *al.*, 2004). Ces substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme (Vansant, 2004).

Deuxième partie

Partie expérimentale

Chapitre 4 :

Matériel et méthodes

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein des laboratoires pédagogiques de notre département (El-Hadjeb), Université Mohamed Khider Biskra.

4.1. Matériel

4.1.1. Matériel végétal

La plante *Euphorbia bupleuroides* est récoltée durant le mois de mars 2023 dans la wilaya de Khenchla (Nord-Est Algérie), Nous avons utilisé la partie aérienne (feuilles, tiges) de la plante, Après la récolté, l'échantillon a été séché à l'étuve à température 35°C pendant 7 jours, puis broyées à l'aide d'un mortier (annexe 1).

4.2. Méthodes

4.2.1. Extraction

Parmi les différentes étapes que constituent l'analyse et l'identification des molécules bioactives, l'étape d'extraction, qui a pour but la désorption des molécules d'intérêt des sites actifs de la matrice végétale, est primordiale puisqu'elle détermine la nature et la quantité des molécules extraites (Michel et *al.*, 2011).

Le protocole extractif est effectué selon la méthode El-Sayed et *al.* (2013), avec une adaptation de quelques modifications, comportant les étapes suivantes :

4.2.1.1. Préparation de l'extrait hydro-méthanolique

L'extrait brut est obtenu par macération de 90 g de poudre d'*Euphorbia bupleuroides* (les feuilles et les tiges combinée) dans 500 ml de MeOH-H₂O (70/30 V/V), sous l'agitation quelque minute à température ambiante et à l'abri de la lumière. Après 24h le mélange a été filtré par l'appareil de filtration à pression, le filtrat est conservé à 4°C. Les résidus obtenus sont repris pour une deuxième et troisième fois d'extraction avec des différents volumes d'un même mélange méthanol-eau (MeOH-H₂O), pour augmenter le rendement d'extrait.

Après la filtration, les trois filtrats sont combinés puis concentrés et récupérés par l'évaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40°C.

4.2.1.2. Extraction par des solvants organiques à polarité croissante

Pour localiser la fraction antioxydante la plus active, le fractionnement de l'extrait brut a été mené en utilisant successivement quatre solvants organiques à polarité croissante (Ether de pétrole, Chloroforme, Acétate d'éthyle et 1-butanol).

Dans une ampoule à décanter l'extrait brute déjà dissout dans l'eau distillée (100 ml) a été mélangé avec l'éther de pétrole (30 ml), après décantation l'éther de pétrole a été récupéré, la décantation est répétée le minimum deux fois par le même solvant jusqu'à ce que sa couleur devienne transparente.

Avec la même façon la phase aqueuse est soumise aux fractionnements par le chloroforme, acétate d'éthyle et le 1-butanol, avec les mêmes volumes, à la fin on obtient quatre fractions et la phase aqueuse a été définie comme la cinquième fraction, les cinq extraits sont évaporés à l'aide d'un évaporateur rotatif et ensuite séchés dans l'étuve à 40 C°, puis pesés pour calculer le rendement.

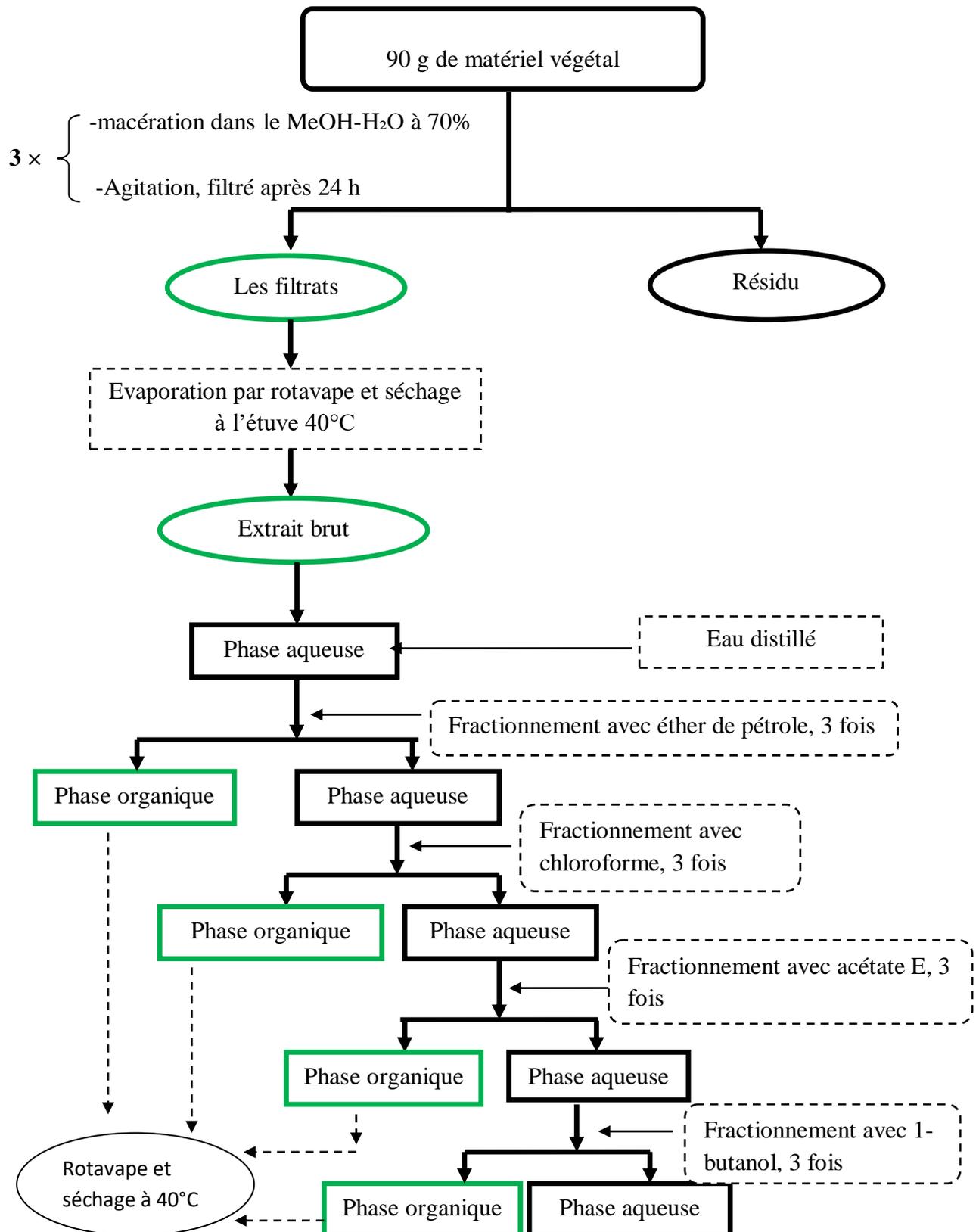


Figure 6. Protocol d'extraction (El-Sayed et *al.*, 2013).

4.2.1.3. Rendement d'extraction

a. Rendement de l'extrait brut

Le rendement de l'extrait brut (hydro-méthanolique) est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenue après évaporation et la masse initiale du matériel végétal utilisé, et ce rendement est exprimé en pourcentage (Boubekri, 2014).

Le pourcentage de l'extrait a été déterminé par la formule suivante :

$$R (\%) = (Me / Mv) \times 100$$

R (%) : Rendement exprimé en %.

Me : Masse en gramme du résidu sec évaporé.

Mv : Masse en gramme du matériel végétal à traité.

b. Rendement de fractionnement

Le rendement de fractions est calculé par rapport aux poids de l'extrait brut :

$$R (\%) = (Mf / Meb) \times 100$$

RF (%) : Rendement de fraction en %.

Mf : La masse de fraction après évaporation du solvant en g.

Meb : La masse d'extrait brut en g.

4.2.2. Dosage des polyphénols totaux (PPT)

4.2.2.1. Principe

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu selon la méthode Singleton et Rossi (1965).

Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) de coloration jaune. Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxyde bleue de tungstène (W_8O_{28}) et de molybdène (MO_8O_{23}). L'intensité de la couleur bleue est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait (Boizot et Charentier, 2006).

4.2.2.2. Réactifs et extraits utilisés

- Un polyphénol témoin : en générale l'utilisation de l'acide gallique comme un témoin pour réalisation la gamme d'étalonnage en milieu aqueux.
- Réactif de Folin-Ciocalteu à 10 % : 10 ml du réactif Folin Ciocalteu on a ajouté 90 ml d'eau distillée.
- Carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7.5 % : 7.5 g de carbonate de sodium a été dissous dans 100 ml d'eau distillée.
- Les extraits : Les extraits organiques ont été dissous dans le méthanol absolu alors que l'extrait aqueux et l'extrait brut a été dissous dans l'eau distillé.

4.2.2.3. Mode opératoire

Une gamme de 10 concentrations d'acide gallique allant de 10 à 170 $\mu\text{g/ml}$ a été préparée à partir d'une solution mère de 200 $\mu\text{g/ml}$ de concentration.

Dans une série des tubes à essais 0.2 ml pour chaque extrait est mélangé avec 1 ml de réactif de Folin Ciocalteu à 10%. Le mélange est agité et laissé pendant 4 mn au repos, ensuite un volume de 0.8 ml d'une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7.5%. Les tubes sont conservés à l'obscurité, à température ambiante pendant 2h. L'absorbance est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre contre un blanc dans lequel l'extrait est remplacé par le méthanol. Le test est réalisé en triplicata.

4.2.2.4. Expression des résultats

Les concentrations des teneurs en composés phénoliques totaux ont été déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage à différentes concentrations d'acide gallique.

Les résultats ont été exprimés en microgramme d'équivalent acide gallique par milligramme d'extrait sec ($\mu\text{g EAG} / \text{mg ES}$).

4.2.3. Dosage des flavonoïdes (FVT)

4.2.3.1. Principe

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode colorimétrique adaptée par Djeridane et *al.* (2006). La coloration jaunâtre donnée dans cette méthode est due à la formation d'un complexe entre le trichlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (Lagnika, 2005).

4.2.3.2. Réactifs et extraits utilisés

- Un flavonoïde témoin : La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée en utilisant la quercitine comme un flavonoïde standard a été préparé à partir d'une solution mère de 200 µg/ml de concentration.
- Trichlorure d'aluminium (AlCl₃) à 2 % : 2 g dissous dans 100 ml de méthanol absolu.
- les extraits organiques ont été dissous dans le méthanol absolu alors que l'extrait aqueux et l'extrait brut a été dissous dans de l'eau distillée.

4.2.3.3. Mode opératoire

500 µl de chaque extrait est mélangé avec 500 µl de Trichlorure d'aluminium (AlCl₃) à 2%, après 15 min d'incubation à l'obscurité à la température ambiante, on fait la lecture à 430 nm l'aide d'un spectrophotomètre contre un blanc qui contient 500 µl méthanol, 500 µl AlCl₃. Le test est réalisé en triplicata.

4.2.3.4. Expression des résultats

La concentration des teneurs des flavonoïdes a été déterminé à partir d'une courbe d'étalonnage réalise par un standard étalon la quercitine a différentes concentrations (20 à 200 µg/ml), dans les mêmes conditions que l'échantillon, et exprimée en microgramme d'équivalent de quercitine par milligramme d'extrait sec (µg EQ / mg ES).

4.2.4. Dosage des tanins condensés (TC)

4.2.4.1. Principe

Le dosage des tanins condensés a été réalisé par la méthode de la vanilline décrite par Amirouche *et al.* (2020).

La vanilline réagit avec les flavan3-ols libres et les unités terminales des proanthocyanidines donnant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle aux taux de flavanols présents dans le milieu et qui présente un maximum d'absorption à 500 nm de longueur d'onde (Daas Amiour, 2009).

4.2.4.2. Réactifs et extraits utilisés

- Solution mère de standard: 200 µg/ml de la catéchine pour la réalisation de la gamme d'étalonnage en milieu aqueux.
- Vanilline à 1 % : 1g de la vanilline on a ajouté 100 ml de méthanol absolu.
- Acide sulfurique à 10 % : 10 ml du acide sulfurique on a ajouté 90 ml de méthanol absolu.

- les extraits organiques ont été dissous dans le méthanol absolu alors que l'extrait aqueux et l'extrait brut dans l'eau distillée.

4.2.4.3. Mode opératoire

Un volume de 250 µl pour chaque extrait est introduits dans des tubes à essai, mélanger avec 625 µl de vanilline (1 %) et 625 µl de acide sulfurique (10 %). Les tubes sont conservés à l'obscurité, à température ambiante pendant 15 min. L'absorbance est mesurée à 500 nm contre un blanc dans lequel l'extrait est remplacé par le méthanol absolu.

4.2.4.4. Expression des résultats

La concentration des tanins condensée a été déterminé à partir d'une courbe d'étalonnage réalise par un standard étalon la catéchine a différentes concentrations (20 à 200 µg/ml) dans les mêmes conditions que l'échantillon, et exprimée en microgramme d'équivalent de catéchine par milligramme d'extrait sec (µg EC / g d'extrait sec).

4.2.5. Evaluation de l'activité antioxydant

Les tests d'activité antioxydants ont été largement développés pour évaluer l'efficacité de nouveaux composés. De nombreuses méthodologies sont disponibles, permettant d'évaluer les différents aspects physico-chimiques du potentiel antioxydant dans différentes conditions (Desmier, 2016).

4.2.5.1. Test anti-radicalaire (test DPPH)

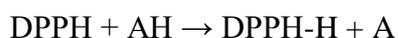
L'activité anti radicalaire est évaluée par la méthode de Molyneux (2004).

a. Principe

Le DPPH est un radical libre stable violet en solution, il présente une absorbance caractéristique dans un intervalle compris entre 512 et 517 nm (Sanchez-Moreno, 2002).

Le changement de la coloration violette (forme oxydée) du radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH⁺) à une coloration jaunâtre (forme réduite) en présence de composés anti-radicalaires mette en évidence le pouvoir antioxydant d'un échantillon par sa capacité à piéger le radical libre (Lahmadi, 2021).

Il est réduit par un donneur de proton H.



Où : AH est un composé capable de céder un H au radical DPPH.

b. Préparation des solutions

- Solution de DPPH : 4 mg dans 100 ml MeOH.

-Solution d'extrait et de standard (dans le MeOH): préparation des concentrations de 20 à 200 µg / ml partir d'une solution mère de 200 µg / ml de concentration.

c. Mode opératoire

Dans l'obscurité, 50 µl des différentes concentrations de chaque extrait ou solution d'un antioxydant standard BHA, BHT (control positif) sont ajoutés à 950 µl de la solution méthanolique du DPPH, après 30min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante, l'absorbance est mesuré au spectrophotomètre de longueur d'onde 517 nm. Chaque concentration a été testée en triple pour tous les tests.

-Parallèlement, un contrôle négatif est préparé, en mélangeant 50 µl de méthanol avec 950ml de la solution méthanolique de DPPH.

d. Expression des résultats

La capacité antioxydant de nos échantillons est exprimée en pourcentage d'inhibition du radicale DPPH à l'aide de la formule suivante :

$$PI \% = (A \text{ contrôle} - A \text{ échantillon}) \times 100 / A \text{ contrôle}$$

PI % : Pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire.

A contrôle : Absorbance du contrôle négatif.

A échantillon : Absorbance de l'échantillon.

Calcul de l'IC50 : c'est la concentration d'extrait ou de standard qui inhibe 50 % du radical libre.

4.2.5.2. La méthode de pouvoir réducteur (FRAP)

Le pouvoir réducteur a été déterminé par la méthode de FRAP (Ferric reducing antioxydant power) décrite par Benzie et Strain (1996).

a. Principe

Cette technique est développée pour mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}). En effet, le Fe^{3+} participe à la formation du radical hydroxyle (Hubert, 2006).

L'augmentation de l'absorbance indique l'élévation du pouvoir réducteur des extraits testés (Benzie et Strain, 1996 ; Abddou, 2015).

b. Préparation des solutions

- Tampon phosphate à 0.2M pH 6.6.
- Ferrocyane de potassium (K_3Fe) à 1 %.
- Acide trichloracétique (TCA) à 10 %.
- Chlorure ferrique (FeCl_3) à 0.1 %.
- Solution d'extrait et de standard (dans le MeOH): préparation des concentrations de 20 à 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ à partir d'une solution mère de 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de concentration.

c. Mode opératoire

225 μl des différentes concentrations de chaque extrait ou de standard (quercitine, BHA, l'acide ascorbique) a été mélangés avec 225 μl de tampon phosphate (0,2 M; pH 6,6) et 225 μl de K_3Fe , agiter par le vortex et puis le mélange a été incubé à l'obscurité pendant 20 minutes dans un bain-marie à une température de 50°C , ajouter immédiatement de 225 μl TCA puis centrifugés pendant 10 min à 700 TPM / min. 375 μl de H_2O distillée ont été mélangés à 375 μl de surnageant, puis 75 μl de FeCl_3 a été ajouté. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700 nm contre un blanc dans la quel l'extrait est remplacé par le méthanol.

d. Expression des résultats

Pour explorer les résultats obtenus, la manière la plus commune est de tracer les graphes des absorbances obtenues en fonctions des différentes concentrations utilisées pour les différentes fractions d'extrait étudié. L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des fractions testées. Les résultats sont aussi calculés en μg EAA / mg ES par extrapolation sur la courbe d'étalonnages de l'acide ascorbique (Absorbances en fonction de la concentration).

4.2.5.3. La méthode de l'activité antioxydant totale (TAC)

L'activité antioxydante totale a été effectuée par une méthode adaptée par Prieto et *al.* (1999).

a. Principe

Cette méthode est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) en molybdène Mo (V) en présence des composés antioxydants et donc la formation d'un complexe vert de Phosphate/ Mo (V) à pH acide (Sahu et Laloo, 2011).

b. Préparation des solutions

- Mélanger 3,3 ml d'acide sulfurique avec 96,7 ml H₂O distillé.
- Ajouter 335,9 mg sodium monobasique et 494,3 mg molybdate d'ammonium tetrahydrate.

c. Mode opératoire

100 µl d'extrait ou standard a été ajouté à 1 ml de solution de réactif. Suivi par une incubation de 90 min à 95°C au bain-marie, après un refroidissement, l'absorbance a été mesurée à 695 nm contre le blanc qui contient 100 µl du MeOH et 1 ml de la solution de réactif, il est incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon.

d. Expression des résultats

La courbe d'étalonnage est effectuée par les différentes concentrations de l'acide ascorbique. L'activité antioxydant est exprimée en nombre d'équivalent d'acide ascorbique par milligramme d'extrait. (µg EAA / mg d'extrait) (Prieto et *al.*, 1999).

4.3. Etude statistique

Les résultats ont été présentés par la moyenne suivie de l'écart-type pour chaque cas. L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel statistique SPSS sur les valeurs obtenues (annex 3). Les tests de corrélations ont été effectués pour déterminer la relation entre la teneur en composés phénoliques, flavonoïdes, tanins condensés des extraits d'*E.bupleuroides ssp* et leurs activités antioxydantes.

Chapitre 5 :

Résultats et discussions

5.1. Rendement d'extraction

5.1.1. Rendement d'extrait hydro-méthanolique

Le rendement obtenu après extraction de la partie aérienne d'*Euphorbia bupleuroides* par le MeOH-H₂O est représenté dans la figure 7.

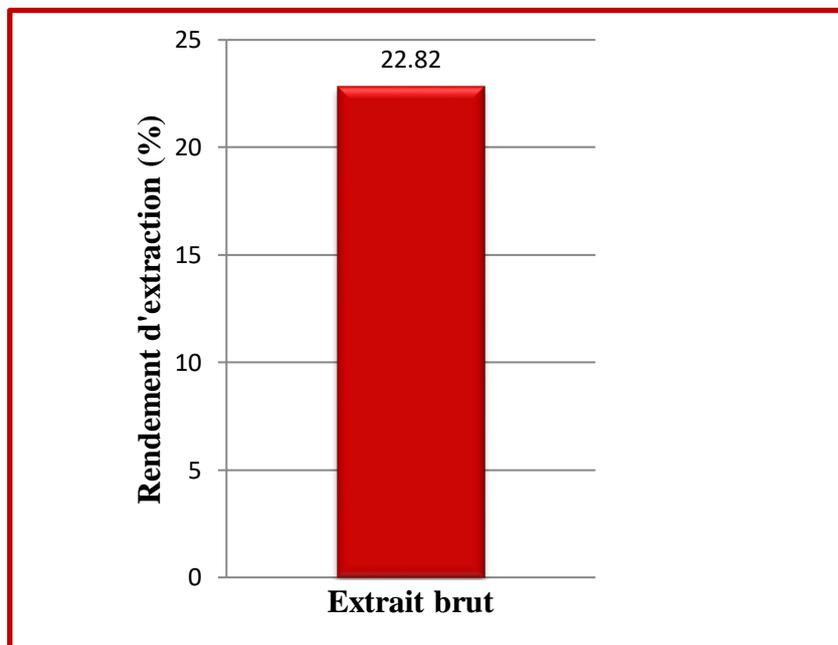


Figure 7. Histogramme de rendement d'extrait hydro-méthanolique d'*E. bupleuroides*.

Les taux d'extraction hydro-méthanolique de la plante *E. bupleuroides* ont donné un rendement de 22.82 %.

Selon l'étude de Pracheta et *al.* (2011), il montre que le rendement de l'espèce *Euphorbia neriifolia* est égale à 20 %, et dans l'étude de Allou Isidore et *al.* (2018) sur *Alchornea cordifolia* (la même famille) est égale à 23.2 %, ces résultats est très proches à notre résultat (fig. 6). Selon la même étude de Allou Isidore et *al.* (2018), où le rendement de *Ricinus communis* Linn (la même famille) est 32.36 %, est supérieur aux rendements obtenue de notre travail.

5.1.2. Rendement de fractionnement

Le rendement de fractionnement d'*E. bupleuroides* obtenu par différents solvants est représenté dans la figure 8.

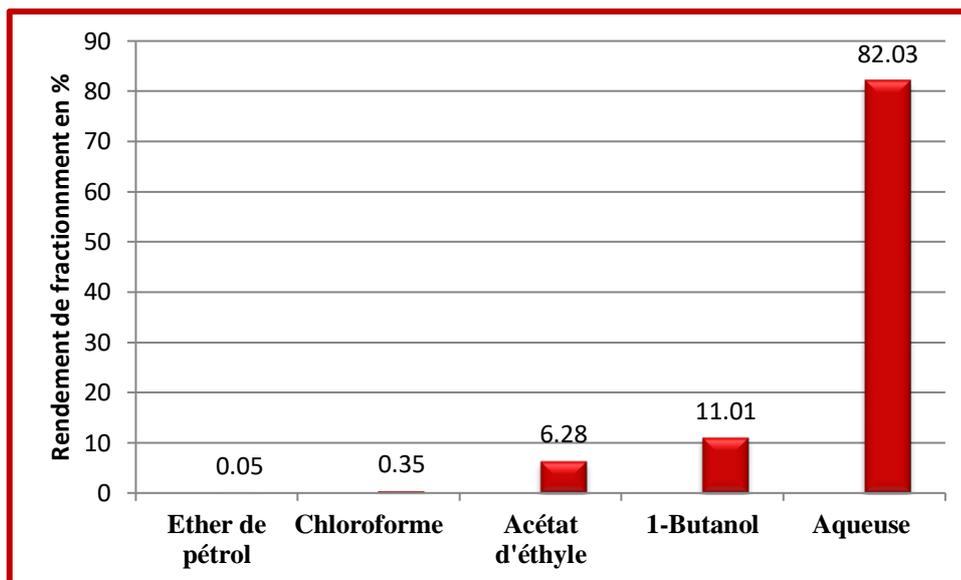


Figure 8. Histogrammes du rendement du fractionnement de l'extrait hydro-méthanolique d'*Euphorbia bupleroides*.

D'après les résultats obtenus qui sont résumés dans l'histogramme (fig. 8), nous remarquons que l'extrait aqueuse représente l'extrait le plus important avec un rendement de 82.03 %, et l'extrait éther de pétrol représente le plus faible rendement 0.05 %.

La variation de rendement au sien de la même espèce par rapport au solvant est due à la solubilité différentielle des composants chimiques dans les différents solvants (Teugwa et al., 2013).

D'une autre part, L'utilisation des solvants à polarité différentes permet de séparer les composés de plantes selon leur degré de solubilité dans les solvants d'extraction, et donc permet de séparer ses flavonoïdes selon leur degré de glycosylation (flavonoïdes aglycones, mono, di et triglycosylés) (Khalkhal, 2014).

Allou Isidore et al. (2018) qui ont travaillé sur les espèces *Alchornea cordifolia* et *Ricinus communis* Linn (la même famille), le rendement de l'extrait aqueuse sont approximativement égaux 27.06 % et 27.16 % respectivement, ce résultat est inférieur au résultat que nous avons obtenu (82.03 %).

Et le résultat de Waseem et al. (2017) qui ont travaillé sur les feuilles sèche de l'espèce *Euphorbia hirta*, qui montre que le rendement de l'extrait chloroforme est égale à 4.72 %, ce résultat est supérieur de notre résultat obtenue.

L'efficacité de l'extraction des composés bioactifs des plantes est influencée par plusieurs facteurs, telle que l'espèce végétal, la richesse de chaque espèce en métabolite, le stade de croissance, les influences environnementales (climat et sol ...), et le patrimoine génétique (Bruneton, 1999), la période et le lieu de la récolte, la durée et les conditions de stockage, le temps de l'extraction (Santos et *al.*, 2012), la méthode d'extraction (Touabia et *al.*, 2014).

En outre la variation de la concentration du solvant (mélange à différentes proportions avec l'eau distillée) et de polarité du solvant utilisé modifie le rendement d'extraction (Spigno et De Faveri, 2007).

5.2. Dosage des polyphénols totaux (PPT)

La détermination de la teneur en polyphénols totaux de différentes fractions a été déterminée par la méthode de Singleton et Rossi (1965).

La courbe d'étalonnage a été tracé en utilisant l'acide gallique comme standard (10 à 170 µg/ml), et leurs absorbances ont été enregistrés à 765 nm. Les résultats obtenue sont montrés dans la figure 9.

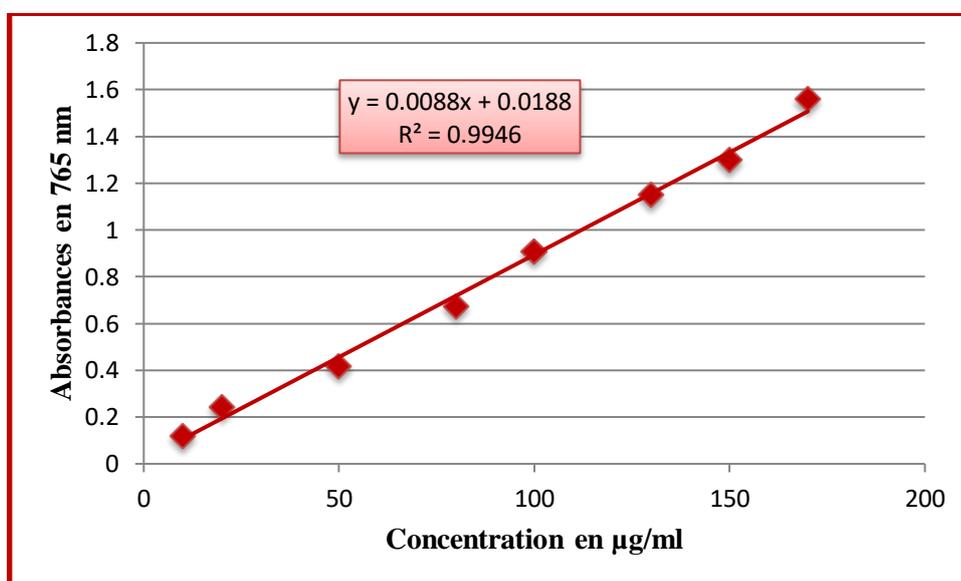


Figure 9. Droite d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Le taux de polyphénols totaux dans les différents extraits sont déterminé à partir de l'équation de régression linéaire de la gamme d'étalonnage d'acide gallique : $y = 0.008x + 0.018$ sachant que le coefficient de détermination est $R^2 = 0.994$ (fig. 9), les résultats sont

exprimés en microgramme équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait sec (μg EAG / mg ES) (fig. 10).

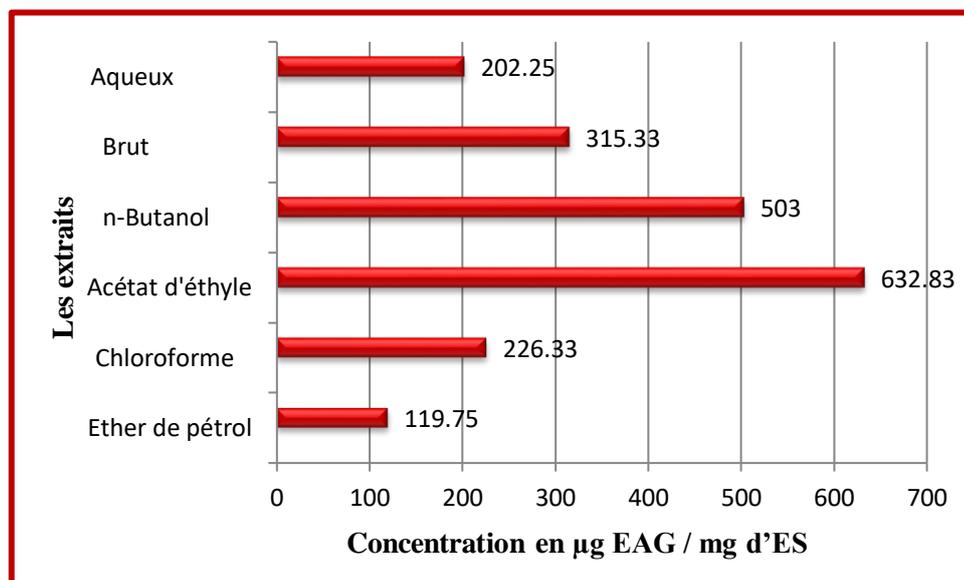


Figure 10. Teneur en polyphénols totaux des différents extraits μg EAG / mg ES.

D'après les résultats obtenus dans l'histogramme (fig.10), La teneur en composés phénoliques des différentes extraits varie de (119.75 ± 0.3 à 632.83 ± 9.7 μg EAG/mg ES), nous remarquons que l'extrait d'acétate d'éthyle est le plus riche en polyphénols totaux par sa teneur de (632.83 ± 9.7 μg EAG / mg ES), suivi par l'extrait de 1-butanol (503 ± 2.5 μg EAG/mg ES), puis l'extrait brut avec une teneur (315.33 ± 1.0 μg EAG / mg ES) tandis que les l'extraits de chloroforme et aqueuse contient une teneur (223.33 ± 0.4 et 202.25 ± 6.5 μg EAG / mg ES), respectivement. En fin la faible teneur correspondant l'extrait d'éther de pétrole (119.75 ± 0.3 μg EAG / mg ES).

Selon les résultats de Lahmadi (2021) qui travaillé sur l'espèce *Euphorbia granulata*, l'extrait d'acétat d'éthyle contient une teneur (56.55 ± 2.83 μg EAG / mg ES) est largement inférieur à notre teneur, dans la même étude l'extrait brut possède une teneur (316.22 ± 6.29 μg EAG/mg ES) plus proche que notre résultat, et dans l'extrait aqueuse on trouve un résultat (283.78 ± 4.71 μg EAG / mg ES), ce résultat est supérieur à notre résultat pour le même extrait (202.25 ± 6.5 μg EAG / mg ES).

Dans une autre étude réalisée par Ghout et *al.* (2018) sur l'espèce *E. dendroides L*, l'extrait d'acétat d'éthyle donne une teneur (929.51 ± 20.1 mg EAG / g ES), ce résultat est haute à notre résultat pour le même extrait, sachant que, le teneur de l'extrait butanolique (164.25 ± 16.40 mg EAG / g ES) est largement inférieur à notre teneur pour le même extrait.

La solubilité des composés phénoliques dépend de leur nature chimique dans la plante, qui varie de composés simples à fortement polymérisés. Cette diversité structurale est responsable de la grande variabilité des propriétés physicochimiques influençant l'extraction des polyphénols (Mahmoudi et al., 2013).

Malgré la sensibilité et la simplicité de la méthode Folin, elle n'est pas spécifique des polyphénols. En effet le réactif peut réagir avec des protéines, des sucres réducteurs et des composés soufrés (Singleton et Ross, 1999).

La teneur des composés phénoliques varie considérablement selon l'espèce végétale, la partie de la plante utilisée (tiges, racines, feuilles et fruit), la richesse en métabolite secondaire et du type de solvant utilisé pour l'extraction (Teugw et al., 2013), et les conditions climatiques hostiles (la température élevée, exposition solaire, sécheresses, salinité) qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires, les pratiques culturales, les conditions de récolte et de stockage (Falleh et al., 2008).

5.3. Dosage des flavonoïdes totaux (FVT)

La quantification de la teneur en flavonoïdes totaux des différents extraits est estimée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) Djeridane et al. (2006)

La courbe d'étalonnage a été tracée en utilisant la quercétine comme standard (20 à 200 $\mu\text{g/ml}$), et leurs absorbances ont été enregistrées à 430 nm. Les résultats obtenus sont montrés dans la figure 11.

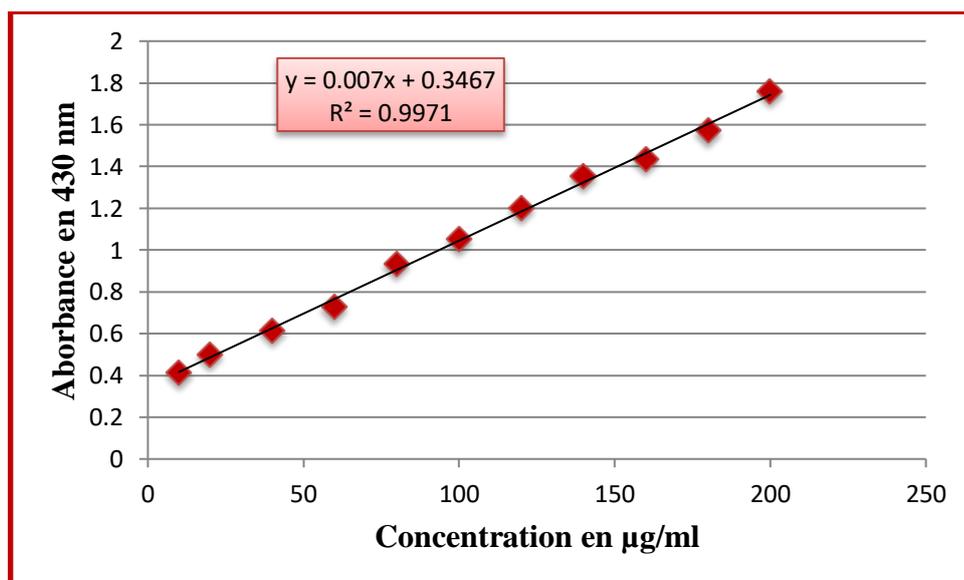


Figure 11. Droite d'étalonnage de quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.

La concentration des flavonoïdes totaux dans les extraits est déterminé à partir de l'équation de régression linéaire de la gamme d'étalonnage de quercitine : $y = 0.007x + 0.346$ sachant que le coefficient de détermination est $R^2 = 0.997$ (fig. 11), les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent quercitine par un milligramme d'extrait sec ($\mu\text{g EQ} / \text{mg d'extrait sec}$) (fig. 12).

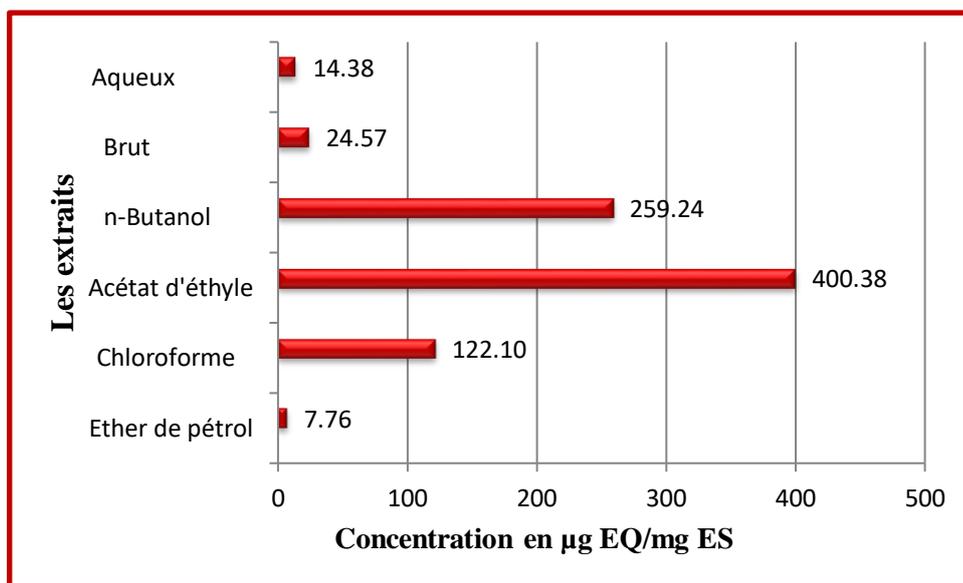


Figure 12. Teneurs en flavonoïdes totaux des différents extraits.

Les résultats dans la figure précédente on montré que la teneur des flavonoïdes totaux la plus grande été obtenue pour l'extrait d'acétate d'éthyle avec une teneur ($400.38 \pm 2.70 \mu\text{g EQ/mg ES}$), suivi par l'extrait butanolique et chloroforme avec (259.24 ± 6.04 et $122.10 \pm 9.08 \mu\text{g EQ/mg ES}$), respectivement, ensuite l'extrait brut et l'extrait aqueux sont moins riche en flavonoïde (24.57 ± 3.09 et $14.38 \pm 0.08 \mu\text{g EQ/mg ES}$) et la plus base teneur a été enregistré chez l'extrait éther de pétrole ($7.76 \pm 0.08 \mu\text{g EQ/mg ES}$).

L'étude de Ghout et *al.* (2018) à montré que la teneur des flavonoides totaux d'extrait acétat d'éthyle et d'extrait butanolique d'*Euphorbia dendroides* L sont (26.04 ± 0.32 et $12.16 \pm 0.2 \mu\text{g EQ/mg ES}$) respectivement, ces résultats sont largement inférieur par apport à notre résultats pour les même extraits.

Dans une autre menue par étude d'Ashal et *al.* (2016) sur l'espèce *Euphorbia hirta* Linn, ils note que la teneur en flavonoides (32.29 ± 6.30 et $26.37 \pm 0.37 \mu\text{g EQ/mg ES}$) est supérieur à notre teneur pour les extraits brut et aqueux, respectivement.

La concentration des flavonoïdes totaux des extraits de la plante est liée à solubilité qui dépend non seulement de la polarité du solvant d'extraction mais aussi de nombre et de la position des groupements hydroxyles libres, au poids moléculaire et de la glycosylation (Iloki-Assanga et *al.*, 2015).

La variabilité entre les études est due au plusieurs facteurs: les conditions de séchage, d'extraction en terme de méthode, temps, température, granilométrie, solvant, nombre d'étapes d'extraction, l'expression des résultats (peut être utilisée autre type de standard pour le dosage) et l'état de la provenance géographique (Luthria, 2008).

5.4. Dosage des tanins condensés (TC)

Le dosage des tanins condensés a été réalisé par la méthode de la vanilline décrite par Amirouche et *al.* (2020).

Nous avons calculé la teneur en tanins condensés des différentes extraits en utilisant la catéchine (20 à 160 µg/ml) comme standard obtenue à partir de l'équation linéaire ($y = 0.001x + 0.002$; $R^2 = 0,994$) présenté dans la figure 13.

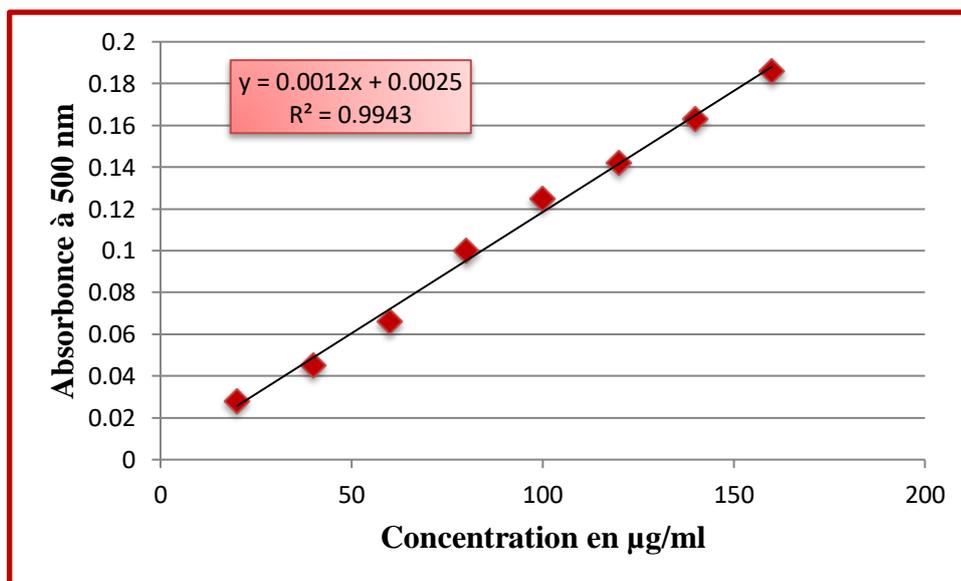


Figure 13. Droit d'étalonnage de catéchine pour le dosage des tanins condensés.

La quantité des tanins condensés à été rapportée en microgramme d'équivalent de catéchine par milligramme d'extrait sec (µg EC / mg ES) (fig. 14).

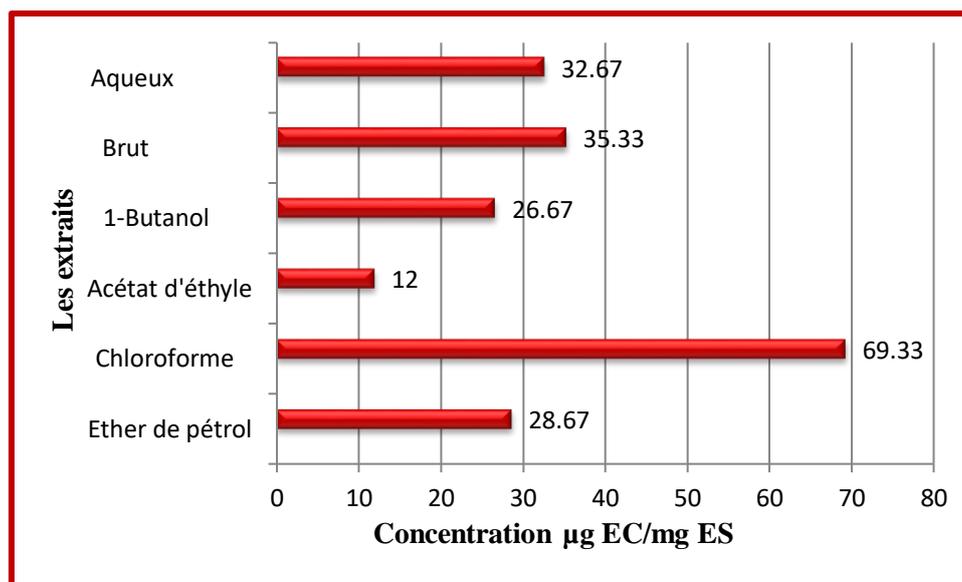


Figure 14. Teneur en tanins condensés des différents extraits.

A partir de l'histogramme (fig. 14) montrent que l'extrait chloroforme présente une quantité importante des tanins condensés ($69.33 \pm 7.02 \mu\text{g EC} / \text{mg ES}$), ensuite l'extrait brut et l'extrait aqueux renferme (35.33 ± 3.06 et $32.67 \pm 7.57 \mu\text{g EC} / \text{mg ES}$), respectivement, par ailleurs les deux extraits d'éther de pétrole et 1-butanol avec des teneur très proches (28.67 ± 6.43 et $26.67 \pm 7.02 \mu\text{g EC} / \text{mg ES}$), respectivement, finalement l'extrait d'acétate d'éthyle avec une faible teneur ($12 \pm 5.29 \mu\text{g EC} / \text{mg ES}$).

5.5. Evaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante de la partie aérienne d'*E. bupleuroides* est principalement due aux composés actifs présents dans celles-ci.

5.5.1. Test de DPPH

Le DPPH est caractérisé par son adaptation à plusieurs échantillons dans une courte durée, aussi il est assez sensible pour détecter les ingrédients actifs à des basses concentrations, à cet effet, il a été employé pour le criblage des activités anti-radicalaires des extraits végétaux (Prieto et al., 1999).

Les courbes du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de concentration des extraits d'*E. bupleuroides*, BHA, BHT sont illustrées dans les figures 15, 16, 17, respectivement.

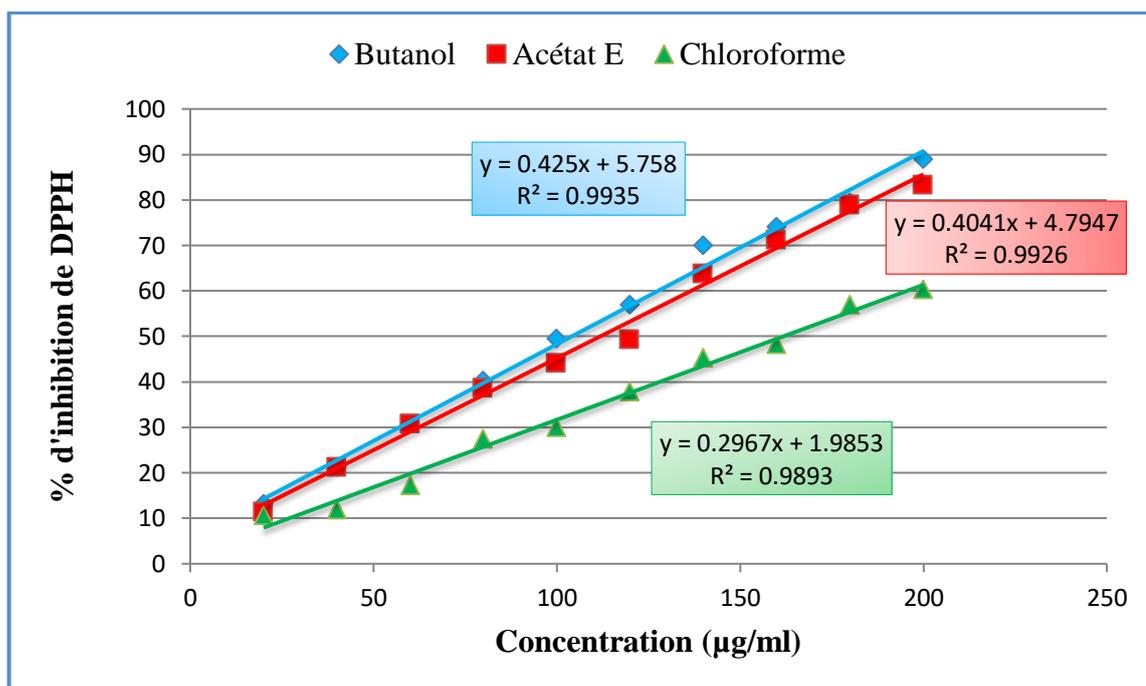


Figure 15. Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des extraits butanol, acétate d'éthyle et chloroforme.

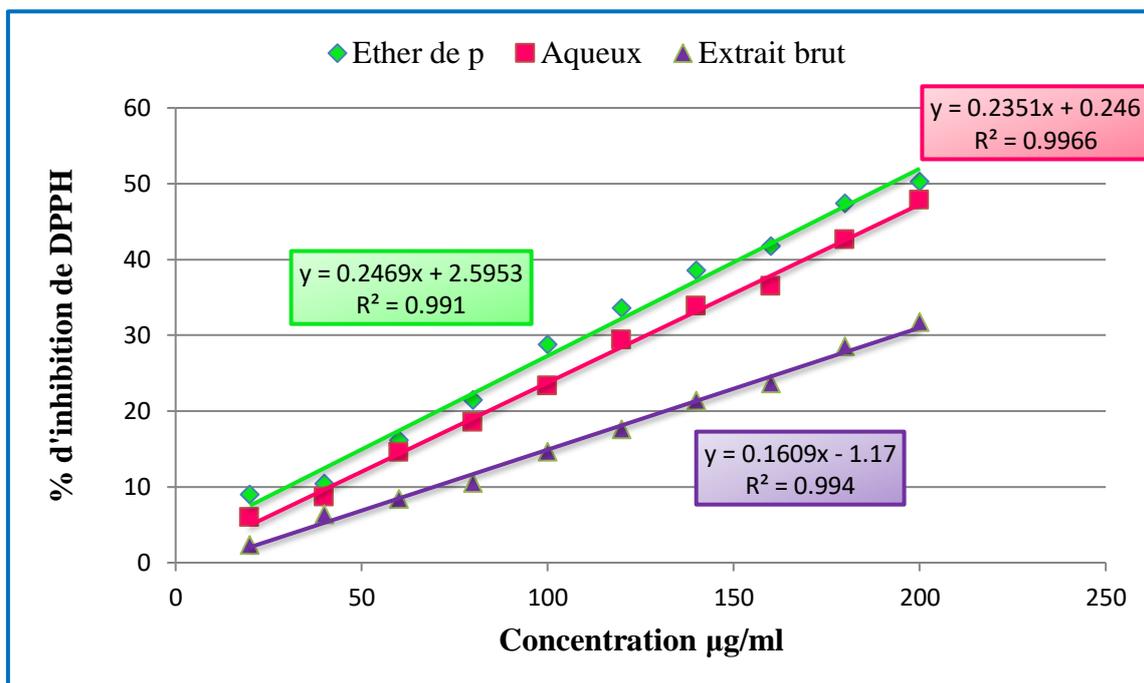


Figure 16. Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des extraits éther de pétrole, aqueux et extrait brut.

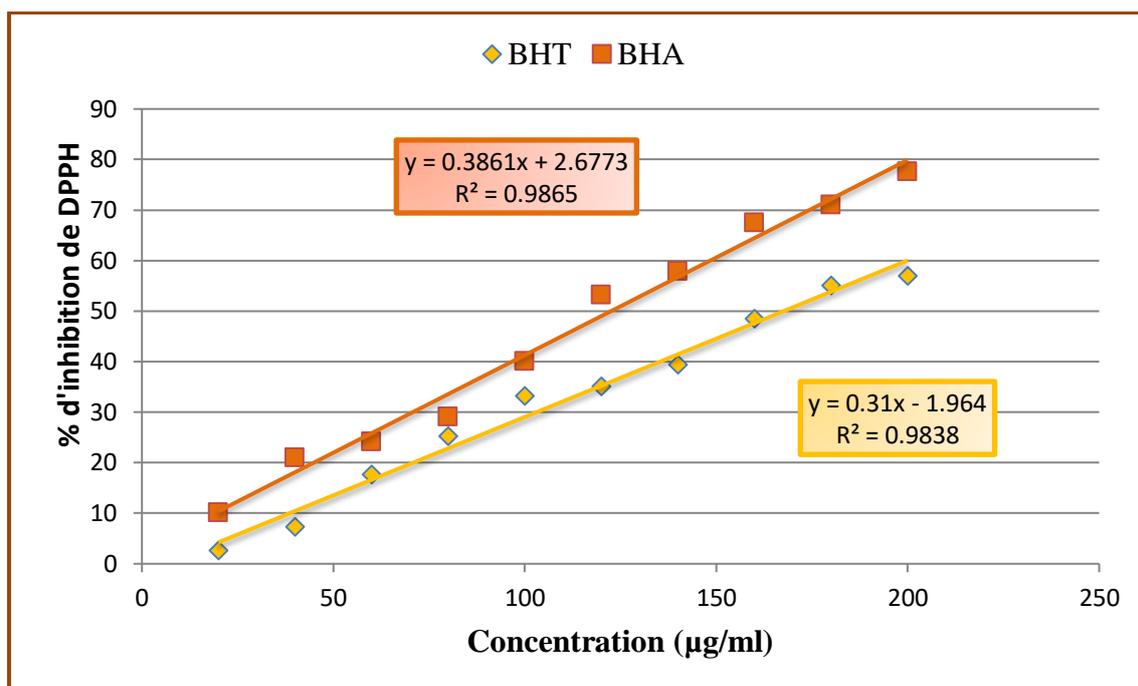


Figure 17. Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction de la concentration de BHA et BHT.

Le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour les standards ou pour les extraits testés.

Les résultats obtenus dans la (fig. 15) qui montre que l'activité antioxydante de l'extrait butanolique mentionné une activité de piégeage du DPPH nettement proche à pourcentage d'inhibition d'extrait acétate d'éthyle, son pourcentage d'inhibition est 89.04 % et 83.29 % respectivement, à une concentration finale de 200 µg/ml (fig. 15), et plus importante que celle des antioxydantes des standards (BHA à 77.64 % et BHT à 57.04 %) (fig. 17).

L'extrait chloroforme montrent que le pourcentage d'inhibition de DPPH est 60.35 %, ce pourcentage est plus important que le pourcentage de BHT (57.04 %) et moins que BHA (77.64 %). Tandis que les extraits éther de pétrole, aqueux et brute possèdent des valeurs plus basse (50.32 %, 47.83 %, 31.77 %), respectivement (fig. 16). Toujours à la même concentration.

La capacité antioxydante des différents extraits a été déterminée à partir des IC_{50} , c'est la concentration nécessaire pour réduire 50 % de radical $DPPH^+$. Plus la valeur d' IC_{50} est petite, plus l'activité antioxydante de l'extrait testé est grande (Mansouri et al., 2005). Les calculs des IC_{50} sont indiqués sur la figure 18.

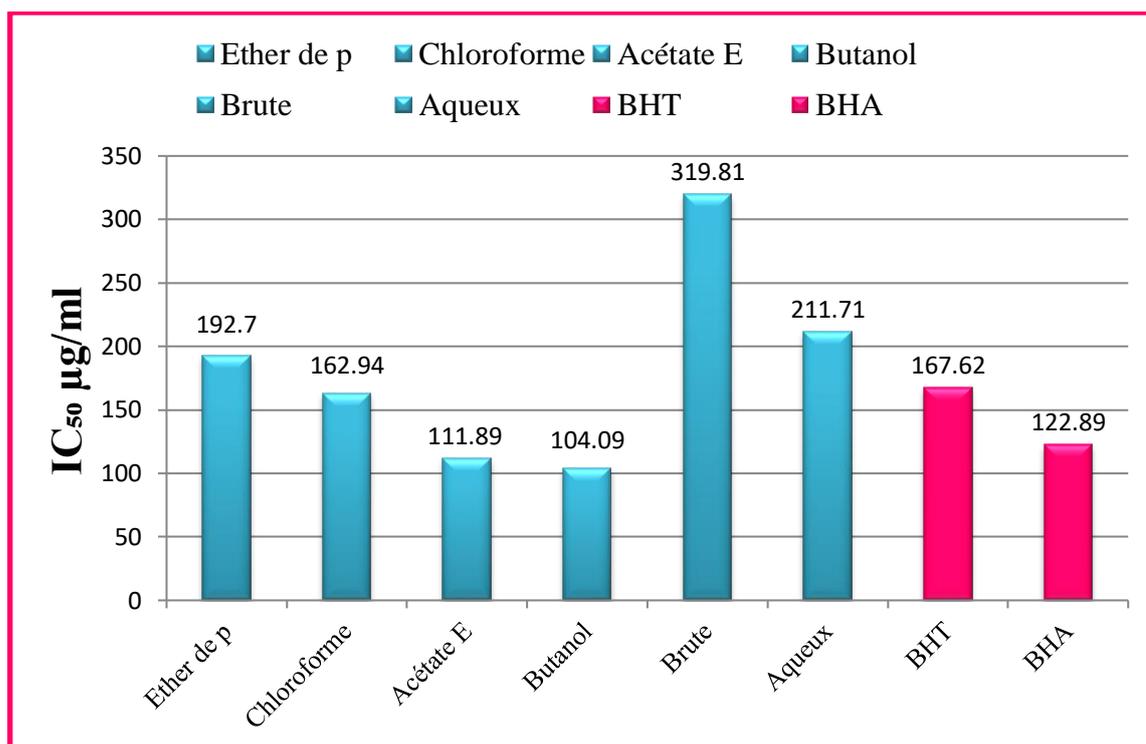


Figure 18. IC₅₀ des extraits et des standards du test de piégeage du radicale DPPH.

Tous les extraits et les standards ont un pouvoir anti-radicalaire vis-à-vis du DPPH (fig. 18). On remarque que IC₅₀ des extraits varie de (104.09 ± 0.002 à 319.81 ± 0.001 µg/ml), tandis que l'extrait butanolique présente une meilleure activité anti-radicalaire (IC₅₀ égale 104.09 ± 0.002 µg/ml), suivie par l'acétate d'éthyle (IC₅₀ égale 111.89 ± 0.001 µg/ml). Le IC₅₀ des deux extraits précédent sont supérieur à celle des standards BHA et BHT (122.89 ± 0.21 et 167.62 ± 0.17 µg/ml), respectivement. Puis l'extrait chloroformique possède une IC₅₀ (162.94 ± 0.001 µg/ml) plus puissant que l'IC₅₀ de BHT. Ensuite les extraits éther de pétrole, aqueux et brute possède une pouvoir anti-radicalaire le plus faible avec une IC₅₀ (192.7 ± 0.004, 211.71 ± 0.002 et 319.81 ± 0.001 µg/ml), respectivement.

Nos résultats de l'activité anti-radicalaire des extraits sont inférieurs à celui mentionnés dans le travail d'Asha et *al.* (2016) sur les feuilles d'*E. hirta linn* qui a trouvé une valeur d'IC₅₀ égale (4.34 ± 0.040 et 7.07 ± 0.06 µg/ml) pour les extraits brute et aqueux, respectivement.

Dans l'étude de Lahmadi (2021), qui enregistré une IC₅₀ (147.64 ± 8.92 µg/ml) pour l'extrait acétate d'éthyle d'*E. granulata*, c'est-à-dire l'activité anti-radicalaire de nos résultat est supérieure de ce résultat, et dans la même étude qui enregistré une IC₅₀ (15.42 ± 0.14

$\mu\text{g/ml}$) pour l'extrait aqueux d'*E. granulata*, donc l'activité anti-radicalaire de nos résultats est inférieure de résultats de cette étude.

5.5.2. Test de Pouvoir réducteur (FRAP)

Les résultats obtenus lors du test du pouvoir réducteur des différents extraits d'*E. bupleuroides* sont montrés dans la figure 19, et celle des standards dans la figure 20.

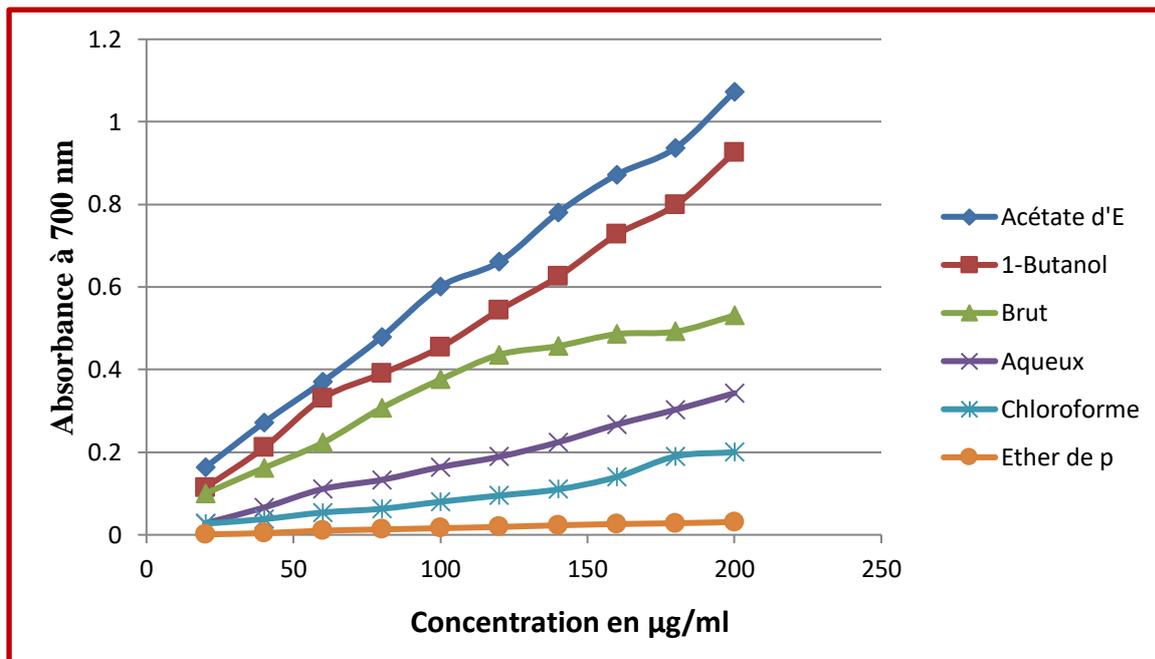


Figure 19. Les absorbances de pouvoir réducteur des différents extraits en fonction de la concentration.

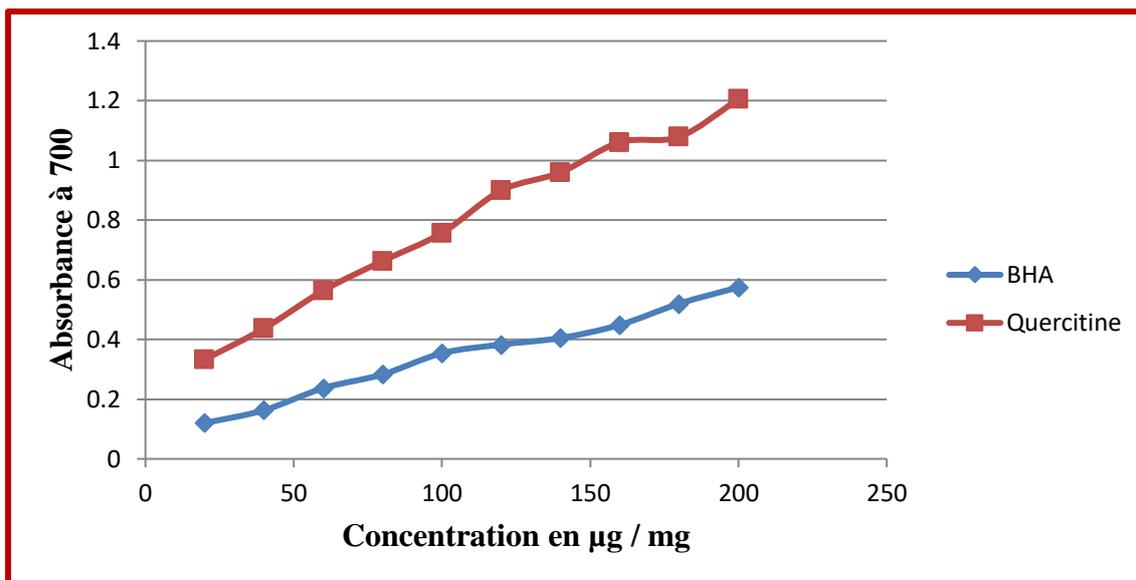


Figure 20. Les absorbances de pouvoir réducteur des standards en fonction de la concentration.

Dans notre travail nous avons remarqué dans les figures 19, 20, que le pouvoir réducteur des différents extraits et standards augmente en fonction de la concentration.

Pour une meilleure comparaison de pouvoir réducteur entre nos extraits et les standards, on utilise l'acide ascorbique comme référence avec différentes concentrations (20 à 200 µg / ml) (fig. 21).

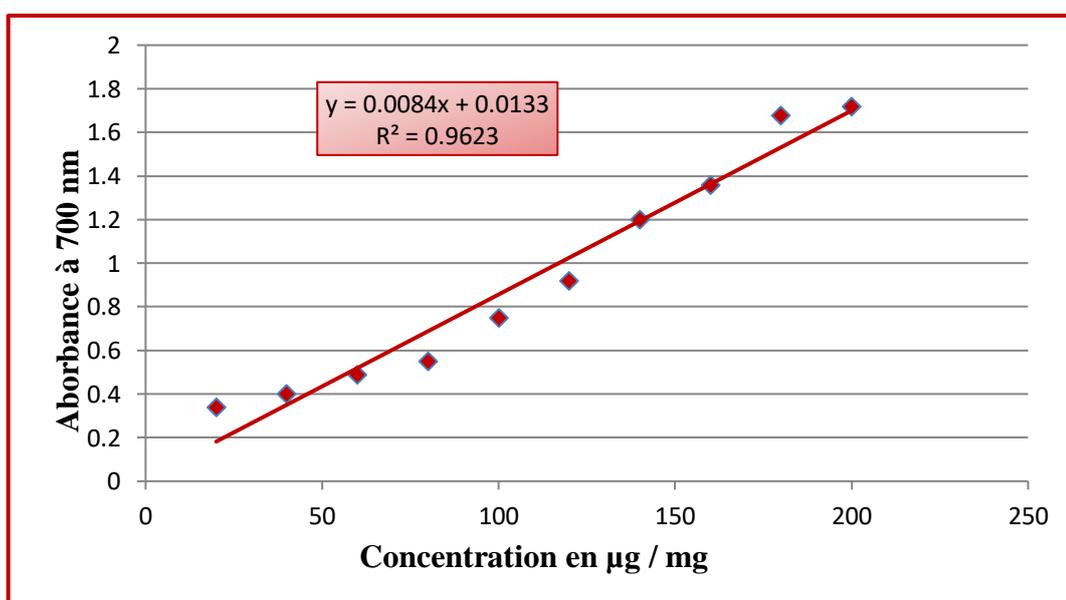


Figure 21. Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique de pouvoir réducteur.

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g EAA} / \text{mg}$ d'extrait, la comparaison se fait pour la concentration $100 \mu\text{g} / \text{mg}$ (fig. 22).

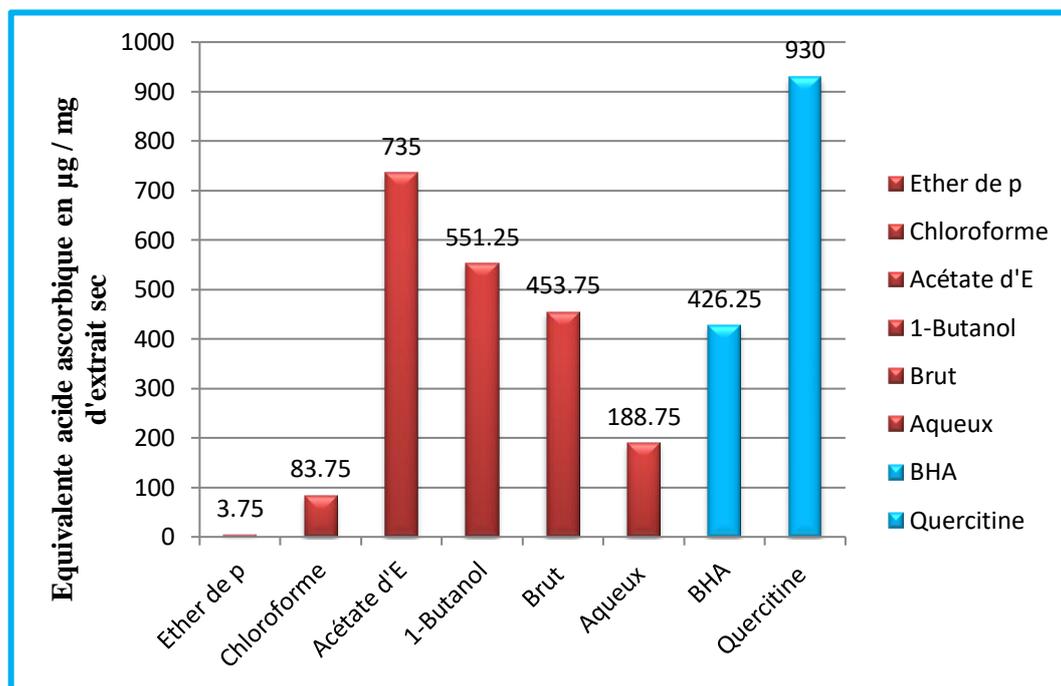


Figure 22. Pouvoir réducteur des différents extraits et des standards.

Les résultats consignés dans la (fig. 22) montrent que L'extrait acétate d'éthyle a manifesté une fort pouvoir réducteur ($735 \pm 0.003 \mu\text{g EAA} / \text{mg ES}$) qui est meilleur à celui de BHA et les autres extraits, par contre, qui est plus faible que celle de standard quercitine, et l'extrait éther de pétrole a une faible pouvoir réducteur ($3.75 \pm 0.0005 \mu\text{g EAA} / \text{mg ES}$).

Selon les résultats de Ghout et *al.* (2018) qui a travaillé sur l'espèce *Euphorbia dendroides L.*, l'extrait acétate d'éthyle a donné un pouvoire réducteur avec une absorbance (1.495 nm) enregistré à la concentration $100 \mu\text{g}/\text{ml}$, ce pouvoire réducteur est supérieur au pouvoire réducteur que nous avons obtenu pour la même extrait avec absorbance (0.601 nm), l'extrait butanolique selon la même étude a donné un pouvoire réducteur avec une absorbance (0.301 nm) celle-ci est inférieure à notre résultat pour la même extrait (0.454 nm) à la même concentration.

Dans une autre étude réalisé par Abu Arra (2011) sur les feuille *E.hirta*, l'extrait brute donné un pouvoire réducteur avec une absorbance (1.750 nm) c'est superieure aux pouvoire réducteur de notre étude sur la même espece (0.376 nm), a la même concentraion ($100\mu\text{g} / \text{ml}$).

5.5.3. Test capacité antioxydante total TAC

La capacité antioxydante total obtenus à partir des extraits a été estimée grâce à une courbe d'étalonnage, réalisée avec une substance de référence, l'acide ascorbique à différentes concentrations (20 à 200 µg/ml)

Les résultats sont exprimés en µg équivalent acide Ascorbiques par mg d'extrait (µg EAA / mg d'extrait). La courbe d'acide ascorbique est présentée dans la figure 23

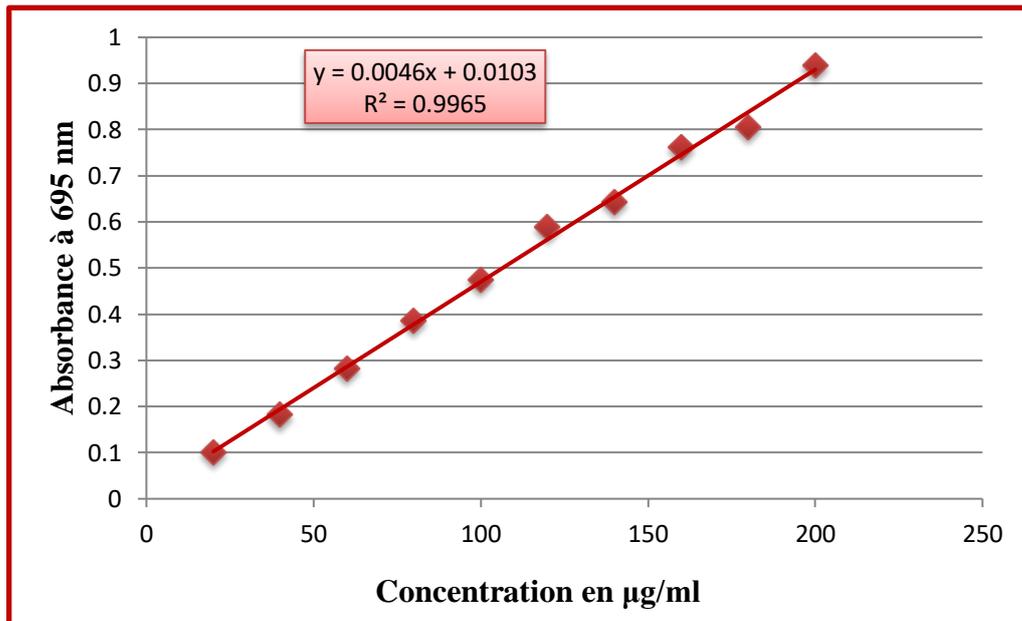


Figure 23. Droit d'étalonnage d'acide ascorbique.

Les résultats obtenus de l'activité antioxydante totale des différents extraits d'*Euphorbia bupleuroides* et de standard sont montré da la figure 24.

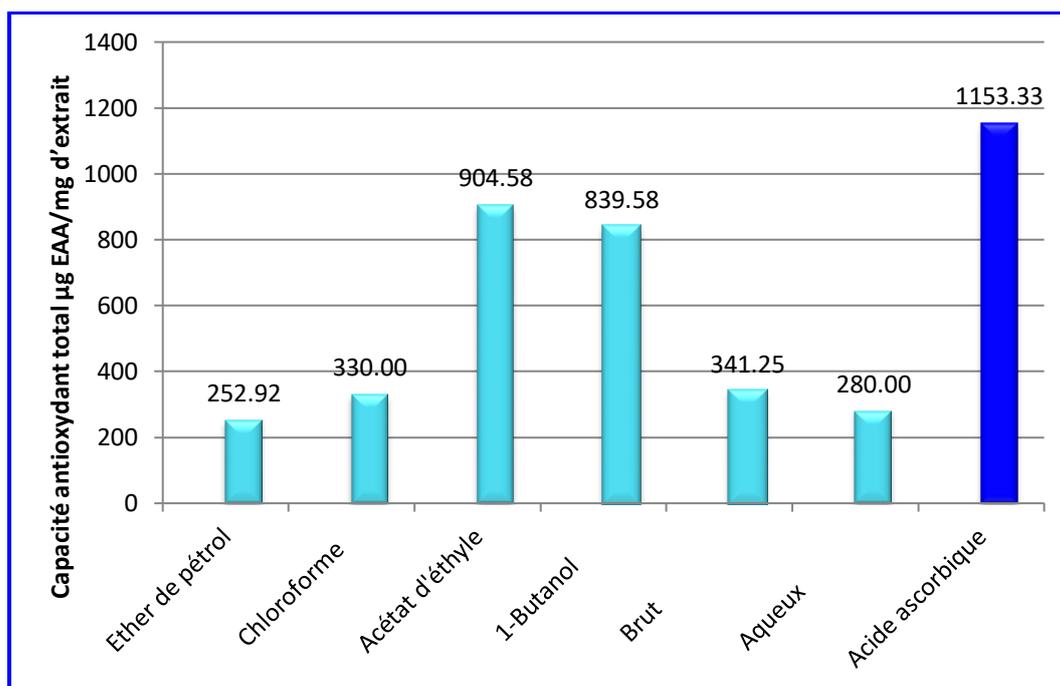


Figure 24. La TAC des d'extraits et le standard utilisée.

Les résultats montrent que L'activité antioxydante totale des extraits varie de (252.92 à 904.58 µg EAA / mg ES). L'extrait acétate d'éthyle possède (TAC) la plus important avec (904.58 ± 4.02 µg EAA / mg ES), suivi par l'extrait butanolique avec une TAC (839.58 ± 2.60 µg EAA/ mg ES), puis les extraits brut et chloroforme qui ont un activité antioxydante total presque similaire (341.25 ± 3.31 et 330 ± 5.00 µg EAA / mg ES), respectivement, et l'extrait aqueux possède une TAC (280 ± 7.60 µg EAA/ mg ES), tandis que la plus faible TAC correspond l'extrait éther de pétrole (252.92 ± 1.91 µg EAA / mg ES).

La TAC des différents extraits utilisés reste faible par rapport au standard utilisé qui est l'acide ascorbique qui a donne (1153.33 ± 3.15 µg EAA / mg ES).

D'après l'étude de Ashraf (2015) qui on travaillé sur *Euphorbia royleana*, elle utilise l'acide gallique comme standard, l'extrait aqueux et l'extrait brute présente une capacité antioxydante plus faible (3.6 mg et 5.8 EAG / g ES) respectivement. Ces résultats est inférieure par rapport à notre résultat pour les mêmes extraits.

5.6. Analyse statistique

- Afin d'évaluer la contribution des classes phénoliques à l'efficacité antioxydante des différents extraits, le coefficient de corrélation entre les activités antioxydantes et les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins condensés d'*E. bupleuroides* sont présenté dans le (tab. 3).

Tableau 3. Coefficient de corrélation linéaire entre les teneurs en polyphénols, flavonoïdes, tanins condensés et l'activité antioxydante d'*Euphorbia bupleuroides*.

Matrice de corrélation

	pol($\mu\text{g}/\text{mg}$)	flav($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Tani($\mu\text{g}/\text{mg}$)	DPPH(IC50) ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Frap ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	TAC ($\mu\text{g}/\text{mg}$)
Pol ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	1,000	,931	-,551	-,525	,958	,963
Flav ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	,931	1,000	-,426	-,759	,791	,953
Tan ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	-,551	-,426	1,000	,202	-,624	-,564
DPPH (IC50) ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	-,525	-,759	,202	1,000	-,277	-,702
Frap ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	,958	,791	-,624	-,277	1,000	,871
TAC ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	,963	,953	-,564	-,702	,871	1,000

Pol: Polyphénols; **Flav:** Flavonoïdes; **Tan:** Tanins condensés; **DPPH:** Test antiradicalaire ; **Frap:** Pouvoir réducteur; **TAC :** Capacité antioxydante totale.

Pour avoir la teneur des polyphénols, flavonoïde, tanins condensés est associée ou non à les activités antioxydantes étudiées, en comparant R avec 0.

Ces variables peuvent être:

(R > 0) la relation entre les polyphénols, flavonoïdes, tanins condensés et les activités antioxydantes étudiées est croissante (positive) c'est à dire plus teneurs de ces composés augmente, plus l'activité antioxydante augmente.

(R < 0) la relation entre les polyphénols, flavonoïdes, tanins condensés et les activités antioxydantes étudiées est décroissante (négative) c'est à dire plus teneurs de ces composés augmente, plus l'activité antioxydante diminue.

Les résultats obtenus dans le (tab. 3) montrent que la présence de la haute corrélation et croissante entre le pouvoir réducteur des extraits étudiés et leurs teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux ($R = 0.958 > 0.791$) respectivement. Par contre il y a une corrélation décroissante (négative) entre le pouvoir réducteur et les teneurs des extraits en tanins condensés ($R = -0.624$). Ce qui explique la forte activité de l'extrait d'acétate d'éthyle le plus riche en polyphénols totaux et le faible pouvoir réducteur de l'extrait éther de pétrole malgré sa richesse en tanins condensés. Cela indique clairement que les polyphénols sont responsables du pouvoir réducteur exhibé par les extraits de la plante étudiée.

Et il existe une corrélation croissante entre l'activité antioxydante totale et les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux des extraits de notre plante ($R = 0.963 > 0.953$) respectivement, mais cette corrélation est négative (décroissante) avec les teneurs des extraits

en tanins ($R = -0.564$), Ceci nous permet de déduire que l'activité antioxydante total est due à la participation des polyphénols et flavonoïdes.

Les résultats présenté une bonne corrélation négative entre les IC50 (méthode de DPPH) et les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux des extraits étudiée ($R = -0.525 < -0.791$), mais cette relation est faible et positive (croissante) avec les teneurs des extraits en tanins ($R = 0.202$). C'est-à-dire plus teneurs de polyphénols et flavonoïdes augmente, plus IC50 diminue. Ce qui explique les extraits butanolique et acétate d'éthyle possède les meilleurs IC50.

- Le taux d'exactitude de notre expérience et aussi l'exactitude de notre interprétation est 74%, comme indiqué dans le (tab. 4) :

Tableau 4.Le taux d'exactitude.

Variance totale expliquée						
Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	4,486	74,769	74,769	4,486	74,769	74,769
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.						

Conclusion

Conclusion

Un grand nombre de plantes médicinales ont des propriétés biologiques et pharmacologiques très intéressante. Ces plantes trouvent de nombreuses applications dans divers domaines tel que la médecine, la pharmacie, la cosmétologie et l'agriculture. Ce regain d'intérêt vient du fait que ces plantes médicinales sont très riches en métabolites secondaires. Ces derniers sont une source non négligeable d'antioxydants naturels. Les antioxydants jouent un rôle important dans la prévention de plusieurs pathologies.

Au cours de ce travail, nous avons évalué, d'une part ; le rendement des différents extraits de la plante *Euohorbia bupleuroides*, et d'autre part, l'analyse quantitative des composés phénoliques des différents extraits de ce plante par estimation de la teneur en polyphénols totaux, flavonoïde totaux, tanins condensés et l'évaluation de l'activité antioxydant de cette plante.

L'extraction et le fractionnement de la partie aérienne (feuillettes et tiges) d'*Euohorbia bupleuroides* a été permet d'obtenir des rendements différents dont le plus élevés est celle d'extrait aqueux (82.03 %), alors que le plus faible rendement correspond l'extrait éther de pétrole (0.05 %). En plus les résultats des dosages de polyphénols totaux et flavonoïdes totaux révèlent que l'extrait acétate d'éthyle est le plus riche en polyphénols ($632.83 \pm 9.7 \mu\text{g EAG/mg ES}$) et en flavonoïdes ($400.38 \pm 2.70 \mu\text{g EQ/mg ES}$). Tandis que l'extrait éther de pétrole est le moins riche en polyphénols totaux et flavonoïdes totaux avec (119.75 ± 0.3 et $7.76 \pm 0.08 \mu\text{g EQ/mg ES}$) respectivement.

En plus les résultats de dosage de tanins condensés montrent que l'extrait de chloroforme est le plus riche en tanins avec une teneur ($69.33 \pm 7.02 \mu\text{g EC / mg ES}$), et l'extrait acétate d'éthyle le moins riche en tanins condensés ($12 \pm 5.29 \mu\text{g EC / mg ES}$).

Dans les tests de pouvoir réducteur et l'activité antioxydante total que nous avons utilisés pour l'évaluation de l'activité antioxydante des la plante *E. bupleuroides*, l'extrait acétate d'éthyle présenté toujours l'activité la plus puissante par apporte les autre extraits, ($735 \pm 0.003 \mu\text{g EAA / mg ES}$) pour le FRAP, ($904.58 \mu\text{g EAA / mg ES}$) pour CAT. Tandis que l'extrait butanolique qui donne la plus grande capacité inhibitrice de radical DPPH⁺ (IC_{50} égale $104.09 \pm 0.002 \mu\text{g/ml}$), suivi l'extrait acétate éthyle avec une légère différence (IC_{50} égale $111.89 \pm 0.001 \mu\text{g/ml}$), et de ces extraits dépasse celle des standards BHA, BHT.

D'autre part, l'extrait éther de pétrolé est le plus faible efficacité pour l'activité de pouvoir réducteur et l'activité antioxydante total.

Les résultats de notre étude permettent de conclure que la partie aérienne (feuillettes et tiges) d'*Euohorbia bupleuroides* constitué une très bonne source naturelle des agents antioxydants qui peut utiliser dans le traitement de stress oxydatifs. Les résultats obtenus dans cette étude peuvent être approfondis par d'autre études afin de:

- Evaluer d'autres activités comme : antimicrobiennes, antiviral,.....
- Réaliser des tests *in vivo* pour évaluer certaine activité thérapeutique (activité antidiabétique, anti-inflammatoire,...

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

{A}

Abu Arra B., Zuraini Z., Lacimanan Yoga L., Sreenivasan S. 2011. Antioxidant activity and phytochemical screening of the methanol extracts of *Euphorbia hirta* L. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 4(3): 386-390.

Aharoni A., Jongsma M. A., Bouwmeester H. J. 2005. Volatile science? Metabolic engineering of terpenoids in plants. Trends in Plant Science 10(12):594–602.

Aichour S. 2015. Etude chimique d'une Euphorbiaceae : *Euphorbia bupleuroides*, Thèse de doctorat 3ème cycle, Université EL Hadj Lakhder, Batna, 4 p.

Allou Isidore S., Kouabenan A., Kiyinlma C., Guédé Noël Z. 2018. Étude Phytochimique et activité antifongique d'extraits de quelques Euphorbiaceae médicinales utilisées chez les Baoulé du District de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). European Scientific Journal 14(30):256-274.

Amirouche D., Righi N., Rosales-conrado N., Leon-Gonzalez M., Gomez-Mejia E., Madrid Y. 2020. Bioactive polyphenols from *Ranunculus macrophyllus* Desf. Rots: Quantification, identification and antioxidant activity. South African Journal of Botany 132:1-11.

Asha S., Thirunavukkarasu P., Magendira Mani V., Mohamed Sadiq A. 2016. Antioxidant Activity of *Euphorbia hirta* Linn Leaves Extracts. European Journal of Medicinal Plants 14(1):1-14.

Ashraf A., Sarfraz R., Rashid M., Shahid M. 2015. Antioxidant, antimicrobial, antitumor, and cytotoxic activities of an important medicinal plant (*Euphorbia royleana*) from Pakistan. Journal of food and drug analysis 23: 109-115.

{B}

- Balasundram N., Sundram K., Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99:191-203 .
- Balentine C., Crandall P., O'bryan C., Duong D., Pohlman F. 2006. The pre and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science* 73:413-421 .
- Bellakhdar J. 1997. La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle. Ibis Press. 290- 291.
- Belyagoubi. 2011. Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat, Université Aboubakr Belkaïd Tlemcen, 8 p.
- Benabdelazize I. 2015. Etude chimique des espèces *Helianthemum sessiliflorum* et *Euphorbia pterococca*. thèse de doctorat en sciences, Université Hadj Lakhdar, 34 p.
- Bendif H. 2017. Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques *in vitro* des extraits actifs de quelques lamiaceae: *Ajuga iva (L.) Schreb.*, *Teucrium polium L.*, *Thymus munbyanus subsp. Coloratus (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet* et *Rosmarinus eriocalyx Jord & Fourr.* Thèse de doctorat, Ecole normale supérieure de kouba Alger, 154 p.
- Bennouna F., Dehimi S. 2021. Activité antioxydante de l'extrait méthanolique d'une plante médicinale "Phlomis crinita". Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master Académique .
- Benzie I. F., Strain J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239:70–76.
- Bhatla S. C. 2018. Secondary metabolites. *Plant Physiology, Development and Metabolism*.
- Boizot N., Charentier J. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier; INR-Amélioration, génétique et physiologie forestières, laboratoire d'analyse biochimique. Le Cahier des Techniques de l'INRA, 79-82.
- Borg J., Reeber A. 2008. Biochimie métabolique. 2^{ème} édition.
- Boubekri C. 2014. Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Salanum longena* par des techniques électrochimiques. Thèse de doctorat, Université Mohamed khider, Biskra, 160 p.

Bourgaud F., Gravot A., Milesi S., Gontier E. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective 161:839-851.

Brianceau S. 2015. Vers une amélioration quantitative et qualitative de l'extraction des composés phénoliques du marc de raisin rouge à l'aide d'électrotechnologies. Thèse de doctorat, université de technologie Compiègne, France , 170 p.

Bruneton J. 2015. Pharmacognosie. 5^{ème} édition, Tec and Doc Lavoisier, Paris.

Bruneton J. 2008. Pharmacognosie : Phytochimie plantes médicinales, Technique et Documentations.

Bruneton, J. 1993. *Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales*. 2^{ème} édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.

Bruneton J. 1999. Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales. 3^{ème} édition, Techniques et documentations, Paris.

Bruneton, J. (1996). *Plantes toxiques: Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux* (éd. 3). Paris, France.

{C}

Chihi S., Gherraf N., Alabed b., Hameurlain S. 2009. Inhibition effect of flavonoide extract of Euphorbia guyoniana on the corrosion of mild steel in H2SO4 Meduim. Rev.sci.fond.app 1(1):31-40.

Chira K., Suh J. H., Saucier, C., Teissèdre P. L. 2008. Les polyphénols du raisin. Phytothérapie 6:75-82 .

Collin S., Creast G. 2011. Polyphynol et procédé. 1ère édition, Lavoisier, Paris.

Cowan M. M. 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. Clin Microbiol Re 12 (4):564-582.

{D}

Daas Amieur S. 2009. Etude de Quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (Phoenix dactylifera L) et évaluation in vitro de leur activité biologique. Magister Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Université El-Hadj Lakhdar, Batna, 65p.

Desmier T. 2016. Les Antioxydants de nos jours : Définition et applications. Thèse de doctorat, Université de Limoges, 50 p.

Dey P. M., Harborne J. B. 1991. Methods in plant biochemistry (Vol. 7). Terpenoids. Academic press.

Djeridane A., Yousif M., Nadjemi B., Boutassouna D., Vidal N. 2006. Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Foods chemistry 97:654-660.

{E}

Eldahshan O. 2011. Isolation and Structure Elucidation of Phenolic Compounds of Carob Leaves Grown in Egypt. Current Research Journal of Biological Sciences 3:52-53.

El-Sayed M., El-Nahas H., Adel-Hameed E., El-Wakil E. 2013. Investigation and antioxidant of phenolic compounds of the leaves of Gleditsia Triacanthos L. International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences 5(2):172-177.

{F}

Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M. 2008. Phenolic composition of Cynara cardunculus L. organs, and their. C.R. Biologies 331:372-379.

Favier A. 2003. Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actualité Chimique 270:11-12

Favier A. 2006. Stress oxydant et pathologie humaines. Ann Pharm Fr 64:390-396.

Frohne D., Fander H., Anton R. 2009. Plantes à risque. Tec et Doc Lavoisier.

{G}

Ghestem A., Seguin E., Paris M., Orecchioni A. 2001. Le préparateur en pharmacie dossier. 3^{ème} édition, TEC&DOC, Paris.

Ghidouche S., Es-Safi N. E., Ducrot P. H. 2008. Mechanistic study on the enzymatic. Tetrahedron Letters 49:619-623.

Ghnimi W. 2015. Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas* .Evaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité cetylcholinestérase. Thèse de doctorat, Université de Lorraine (France) et Université de Carthage (Tunisie) , 26 p.

Ghout A., Zellagui A., Gherraf N., Demirtas I., Ayse SahinY., Boukhenf M. 2018. Antiproliferative and Antioxidant Activities of Tow Extracts of the Plant Species *Euphorbia Dendroides* L. Medicines 5(36):19-31.

{H}

Haba H. 2008. Etude phytochimique de deux Euphorbiaceae sahariennes : *Euphorbia guyoniana* Boiss et *Reut* et *Euphorbia retusa* Forsk. Thèse de doctorat en science, Université El Hadji Lakhdarr, Batna , 9 p.

Harborne j. b., Williams C. A. 2000. Advances in flavonoides research since 1992. Phytochemistry , 481-504.

Haslam E. 1996. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. J. Nat Pro 59:205-215.

Hegnauer R. 1973. Chemotaxonomie der Pflanzen - Band 6. Birkhäuser Verlag, Basel.

Hennebelle T., Sahpaz S., Bailleul F. 2004. oxydatif végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress. Phytothérapie 1 .

Hubert J. 2006. Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja – Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. Thèse de doctorat École doctorale des Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries , 174p.

{I}

Ignat I., Volf I., Popa V. I. 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry* 126:1821-1835.

Iloki-Assanga S., Iloki-Assanga L., Lara-Espinoza C., Gil-Salido A., Fernandez-Angulo D., Rubio-Pino J. 2015. Solvent effects on phytochemical constituent profiles and antioxidant activities, using four different extraction formulations for analysis of *Bucidabuceros L.* and *Phoradendron californicum*. *BMC Res. Notes* 8(396):1-14.

{J}

Jacques B., André R. 2004. *Biochimie métabolique* Ed ellipses. Paris.

{K}

Kambale J., Ngbolua K., Mpiana P., Muogo V., Tshibangu D., Wumba D. 2013. Evaluation in vitro de l'activité antifalcémiant et effet antioxydant des. *Internationale journal biological and chemical science* 7(2):523-534.

Khalkhal F. 2014. Etude phytochimique et activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de *Thymus ciliatus ssp coloratus* et *ssp euciliatus*. Thèse de doctorat, Université aboubekr Belkaid, Tlemcen.

Khanbabae K., Ree T. R. 2001. Tannins: Classification and Defenition. *Journal of Royal Society of Chemistry* 18:641-649.

King A., Young G. 1999. Characteristic and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association* 99:213-218.

Krief S. 2003. Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de doctora, Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, Français.

{L}

Lagnika L. 2005. Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 249.

Lahmadi S. 2021. Composition phénolique, activité antioxydante et biologique des extraits d'*Euphorbia granulata* Forssk. et *Euphorbia retusa* Forssk. Thèse de doctorat Université Mohamed Khider Biskra, 51p.

Lutage U., Klinge M., Bauer, G. 2002. Botanique. 3^{ème} édition, Technique et documentation, Paris.

Luthria D. 2008. Influence of experimental conditions on the extraction of phenolic compounds from parsley (*Petroselinum crispum*) flakes using a pressurized liquid extractor. Food Chem 107(2):745-752.

{M}

Macheix J. J., Fleuriet A., Sarni- Manchado P. 2006. Composés phénoliques dans la plante : Structure, biosynthèse, et rôles. Les polyphénols en agroalimentaire, 1-28.

Macheix J., Fleuriet A., Jay C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux, un exemple des métabolites secondaires. Lausanne: Presses polytechnique et universitaires romandes, collection biologique.

Mahmoudi S., Khali M., Mahmoudi N. 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cyanarscolymus* L). Revue Nature and Technologie 09:35-40.

Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. The American journal of clinical nutrition 79(5):727-747.

Manchado P., Cheynier V. 2006. Les polyphénols en agroalimentaires. Lavoisier, Paris.

Manitto P. 1981. Biosynthesis of natural products John Wiley et sons. New York.

Mansouri A., Embarek G., Kakkalou E., Kefelas P. 2005. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Chem 89:411-426.

Martinez-Cayuela M. 1955. Oxygen free radicals and human disease. Biochimie 77:147-161.

Mayer S., Reeb C., Bosdeveix R. 2004. Botanique.Biologie et physiologie végétale. 3^{ème} édition, Paris.

Meda N. T., Bangou M. J., Bakasso S., Millogo-Rasolodimby J., Nacoulma O. G. 2013. Antioxidant activity of phenolic and flavonoid fractions of *Cleome gynandra* and *Maerua angolensis* of Burkina Faso. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* , 3(2):36-42.

Medica M., Jasprica I., Smolic-Bubalo A., Marnar A. 2004. Optimization of chromatographic conditions in Thin Layer Chromatography of Flavonoids and Phenolic Acids. *Croatica Chemica Acta* 77 (1-2):361-366.

Merghem R. 2009. Eléments de biochimie végétale. Bahaeddine Eddition.

Michel T., Destandau E., Le Floch G., Lucchesi M., Elfakira C. 2011. Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). Thèse de doctorat, Université d'Orléans. .

Mohammedi, Z. 2013. Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, 169 p.

Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol* 26(2):211-219.

Montagnier L., Olivier R., Pasquier C. 1998. Oxidative stress in cancer, AIDS and neurodegenerative diseases, Marcel Dekker. New York.

{N}

Nkhili E. 2009. Polyphénols de l'Alimentation: Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Thèse de Doctorat, Avignon , 327 p.

{O}

Ojeil A. N., El Darra Y., El Hajj P. B., Mouncef T. J., Maroun R. G. 2010. Identification et caractérisation de composés phénoliques extraits du raisin château. *Lebanese Science Journal* 11(2):117-131.

Ouanissa S. 2014. Etude ethnobotanique et chimique d'Euphorbia guyoniana Boiss. et Reut. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Anabba Algérie, 8 p.

Ozenda P. 1991. Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} édition, CNRS, Paris

{P}

Paume M. C. 2009. Sauvages et toxique : plantes des bois de prés et des jardins. Edisud Paris.

Pracheta Veena S., Ritu P., Sadhana S. 2011. In Vitro Free Radical Scavenging and Antioxidant Potential of Ethanol Extract of Euphorbia Neriifolia Linn. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 3:238-242.

Prieto P., Pineda M., Aguilar M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphor molybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry 269: 337-341.

{Q}

Quezel P., Santa S. 1962. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 1170 p.

{R}

Reinli K., Block G. 1996. Phytoestrogen content of foods: a compendium of literature values. Nutr Cancer 26:123-148.

{S}

Sahu A. N., Laboo D. 2011. Antioxydant activities of three Indian commercially available Nagakesar: An in vitro study. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 3(1):277–283.

- Saidi I. 2019. Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae: *Gleditsia triacanthos* de la région de Sidi Bel Abbès : Extraction des substances bioactives. Thèse de doctorat, Université Djillali Liabès Sidi Bel Abbés.
- Sanchez-Moreno C. 2002. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Int. J. of Foods Sci. Tech* 8:121-137.
- Santos R., Shetty K., Lourenco A., Miglioranza L. H. 2012. Phenolic compound and total Antioxidant activity determination in rosemary and oregano extract. 655-666.
- Scalbert A., Williamson G. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphénols. *Journal of Nutrition* 130:2073-2085.
- Shen Q., Zhang B., Xu R., Wang Y., Ding X., Li p. 2010. Antioxidant activity in vitro of the selenium-contained protein from the Se-enriched *Bifidobacterium animalis* 01. *National Library of Medicine* 14(6):380-386
- Shimizu H., Kiyohara Y., Kato I., Kitazono T., Tanizaki Y., Kubo M. 2004. Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population the Hisayama study. *Stroke* 35:2072- 2077.
- Singleton V. L., Rossi J. A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16:144-158.
- Singleton V., Ross J. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299:152-178.
- Sohal R. S., Mockett R. J., Orr, W. C. 2002. Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis. *Free Rad. Biol. Med* 33(5):575.
- Spichiger R. E., Savolainen V., & Figeat M. 2000. *Botanique systématique des plantes à fleurs*. Presse polytechnique et universitaires Romandes, Lausanne.
- Spigno G., De Faveri D. M. 2007. Antioxidants from grape stalks and marc: Influence of extraction procedure on yield, purity and antioxidant power of the extracts. *Journal of Food Engineering* 78(3):793-801.

Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L., Zhang Y. 2011. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L). leaves. *Food Chem Toxicol* 49(10):2689-2696.

Syed B. 2015. Le pouvoir antioxydant des additifs phytogéniques. *Biomini*.

{T}

Tanvee A., Khaliq A., Javaid M., Chaudhry M., Awan I. 2013. Implications of weeds of genus *Euphorbia* for crop production: a review. 723-731.

Teugwa M., Sonfack D., Fokom R., Penlap B., Amvam Z. 2013. Antifungal and antioxidant activity of curde extracts of three medicinal plants from Cameroon pharmacopea. *Journale of Médicinale Plants Research*. 1537-1542.

Touabia M., Chaouch F., Smail N., Saidi F. 2014. Evaluation De L'effet Antioxydant Des Extraits de L'espèce Saharoendémique (*myrtus Nivellei* Batt and Trab) Obtenus In Situ Et In Vitro. *Algerian Journal of Natural Products* 2 (2):56-63.

Turtola S. 2005. The effects of drought stress and enhanced UV-B radiation on the growth and secondary chemistry of boreal conifer and willow seedlings. University of Joensuu.

{V}

Valgimigli L., Banks J. T., Ingold K. U., Luszyk, J. 1995. Kinetic solvent effects on hydroxylic hydrogen atom abstractions are independent of the nature of the abstracting radical Two extreme tests using vitamin E and phenol. *Journal of the American Chemical Society* 117:9966–9971.

Vansant D. I. 2004. Radicaux libres et antioxydants: principes de base. Symposium «Antioxydants et alimentation». Institut Danone.

Vermerris W., Nicholson R. 2006. *Phenolic Compound Biochemistry*. Springer: U.S.A.

{W}

Walter S., Judd C., Christopher S., Elizabeth A. 2002. Botanique systématique une perspective phylogénétique. De Boeck Université, Paris

Waseem A., Shilpa S., Sanjay K. 2017. Phytochemical Screening and antimicrobial study. *Journal of Medicinal Plants Studies* 5(2):183-186.

Webster R. 1987. The saga of the spurge: a review of classification and relationships in the Euphorbiales. 49 p.

Wichtl M., Anton R. 2009. Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition lavoisier, Paris.

Annexe

Annexe 1 : Photos de préparations de la plante



(A) Euphorbia après la récolte, (B) Les feuilletts et Les tiges après le séchage, (C) La plante broyée.

Annexe 2 : les matériels utilisés



Evaporateur rotatif



Agitateur



Centrifugeuse



Balance de précision



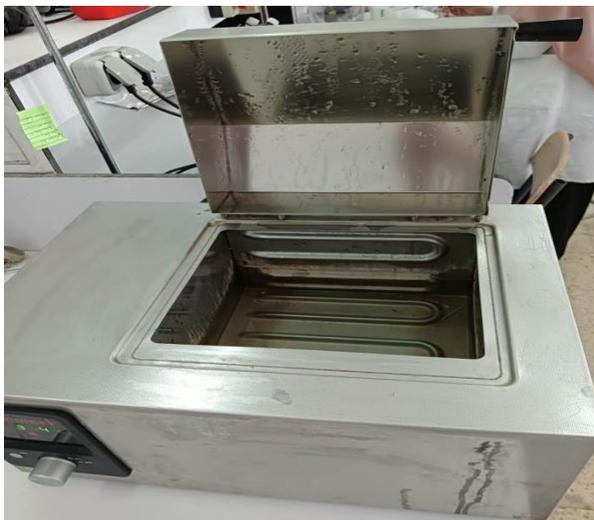
Micropipette



Vortex



Eppendoff



Bain-marie



Spectrophotomètre

Annex 3 : les tableaux statistiques

*Chicha.sav [Ensemble_de_données] - IBM SPSS Statistics Éditeur de données

Fichier Edition Affichage Données Transformer Analyse Marketing direct Graphes Utilitaires Fenêtre Aide

	Nom	Type	Largeur	Décimales	Etiquette	Valeurs	Manquant	Colonnes	Align	Mesure	Rôle
1	obs	Numérique	8	2	observation	Aucun	Aucun	8	Droite	Ordinales	Entrée
2	pol	Numérique	8	2	(mu/mg)	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entrée
3	flav	Numérique	8	2	(mug/mg)	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entrée
4	tina	Numérique	8	2	mug/mg	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entrée
5	DPPH	Numérique	8	2	IC50	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entrée
6	frap	Numérique	8	2	mug/mg	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entrée
7	TAC	Numérique	8	2	mug/mg	Aucun	Aucun	8	Droite	Echelle	Entrée
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
nc											

Affichage des données Affichage des variables

Le processeur IBM SPSS Statistics est prêt

FR 20:47 18/06/2023

*Chicha.sav [Ensemble_de_données] - IBM SPSS Statistics Éditeur de données

Fichier Edition Affichage Données Transformer Analyse Marketing direct Graphes Utilitaires Fenêtre Aide

Visible : 7 variables sur 7

	obs	pol	flav	tina	DPPH	frap	TAC	var							
1	1,00	119,75	7,76	28,67	192,70	3,75	252,92								
2	2,00	226,33	122,10	69,33	162,94	83,75	330,00								
3	3,00	632,83	400,38	12,00	111,89	735,00	904,58								
4	4,00	503,00	259,24	26,67	104,09	551,25	839,58								
5	5,00	315,33	24,57	35,33	319,81	453,75	341,25								
6	6,00	202,25	14,38	32,67	211,71	188,75	280,00								
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															

Affichage des données Affichage des variables

Le processeur IBM SPSS Statistics est prêt

FR 20:47 18/06/2023

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics software interface. The main window is titled "*Chicha.sav [Ensemble_de_données0] - IBM SPSS Statistics Editeur de données". The menu bar includes "Fichier", "Edition", "Affichage", "Données", "Transformer", "Analyse", "Marketing direct", "Graphes", "Utilitaires", "Fenêtre", and "Aide". The "Analyse" menu is open, showing a list of statistical procedures. The "Réduction des dimensions" (Dimensionality Reduction) sub-menu is expanded, highlighting "Analyse factorielle" (Factor Analysis), "Analyse des correspondances..." (Correspondence Analysis...), and "Codage optimal" (Optimal Coding). Other visible options in the main menu include "Rapports", "Statistiques descriptives", "Tableaux", "Comparer les moyennes", "Modèle linéaire général", "Modèles linéaires généralisés", "Modèles Mixtes", "Corrélation", "Régression", "Log Linéaire", "Réseaux neuronaux", "Classification", "Echelle", "Tests non paramétriques", "Prévisions", "Survie", "Réponses multiples", "Analyse des valeurs manquantes", "Imputation multiple", "Echantillons complexes", "Contrôle de qualité", and "Courbe ROC...".

The data editor window shows a table with the following data:

	obs	pol	flav
1	1,00	119,75	7,76
2	2,00	226,33	122,10
3	3,00	632,83	400,38
4	4,00	503,00	259,24
5	5,00	315,33	24,57
6	6,00	202,25	14,38
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

The status bar at the bottom indicates "Le processeur IBM SPSS Statistics est prêt" and shows the date and time as "18/06/2023 20:47".

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للأكسدة لمختلف المستخلصات من الجزء الجوي من *Euphorbia bupleuroides*. إن استخراج هذا النبات وتجزئته بواسطة المذيبات العضوية ذات القطبية المتزايدة يعطي عوائد مختلفة منها أعلى ما يتم الحصول عليه عن طريق المستخلص المائي (82.03%). يحتوي مستخلص أسيتات الإيثيل على أعلى قيم إجمالي البوليفينول (9.7 632.83 g EAG/mg ES) ومجموع الفلافونويد (2.7 400.38 g EQ/mg ES)، بينما يحتوي مستخلص الكلوروفورم على أعلى قيمة للتانين المكثف (7.02 69.33 g EC C/mg). والنشاط المضاد للأكسدة يتم بواسطة 3 اختبارات (DPPH، FRAP، TAC)، الذي أعطى مستخلص أسيتات الإيثيل أعلى نشاط في اختبارين FRAP و TAC (735 ± 0.003 µg EAA / mg ES et 904.58 ± 4.02 µg EAA/ mg ES) على التوالي، باستثناء اختبار DPPH الذي يوضح أن المستخلص البوتانولي له نشاط أفضل مضاد للجذور (CI يساوي 104.09 ± 0.002 g/ml).

الكلمات المفتاحية: *Euphorbia bupleuroides*، النشاط المضاد للأكسدة، البوليفينول، الفلافونويد، التانين، DPPH، FRAP، ABTS، IC50.

Résumé

Le but de cette étude est l'évaluation de l'activité antioxydant des différents extraits de la partie aérienne d'*Euphorbia bupleuroides*. L'extraction et le fractionnement de cette plante par des solvants organiques à polarité croissante donnent des rendements différents dont le plus élevé a obtenu par l'extrait aqueux (82.03%). L'extrait acétate d'éthyle contient les valeurs les plus élevés en polyphénols totaux (632.83 ± 9.7 µg EAG/mg ES) et en flavonoïdes totaux (400.38 ± 2.7 µg EQ/mg ES), tandis que l'extrait chloroforme contient la valeur le plus élevé en tanins condensée (69.33 ± 7.02 µg EC / mg ES). Et l'activité antioxydante se fait par 3 test (DPPH, FRAP, TAC), dont l'extrait acétate d'éthyle a donné l'activité la plus élevée dans les deux tests FRAP et TAC (735 ± 0.003 µg EAA / mg ES et 904.58 ± 4.02 µg EAA/ mg ES) respectivement, sauf dans le test DPPH qui montre que l'extrait butanolique présente une meilleure activité anti-radicalaire (IC₅₀ égale 104.09 ± 0.002 µg/ml).

Mots clé : *Euphorbia bupleuroides*, activité antioxydante, polyphénols, flavonoïdes, tanins, DPPH, FRAP, ABTS, IC50

Abstract

The aim of this study was to evaluate the antioxidant activity of different extracts of the aerial part of *Euphorbia bupleuroides*. The extraction and fractionation of this plant by organic solvents of increasing polarity gave different yields, the highest of which was obtained by the aqueous extract (82.03%). The ethyl acetate extract contained the highest values of total polyphenols (632.83 ± 9.7 µg EAG/mg ES) and total flavonoids (400.38 ± 2.7 µg EQ/mg ES), while the chloroform extract contained the highest value of condensed tannins (69.33 ± 7.02 µg EC / mg ES). And antioxidant activity was assessed by 3 tests (DPPH, FRAP, TAC), with ethyl acetate extract giving the highest activity in both FRAP and TAC tests (735 ± 0.003 µg EAA / mg ES and 904.58 ± 4.02 µg EAA/ mg ES) respectively, except in the DPPH test, which shows that the butanolic extract exhibits better free radical scavenging activity (IC₅₀ equals 104.09 ± 0.002 µg/ml). The results obtained help us to prevent diseases caused by free radicals

Keywords : *Euphorbia bupleuroides*, free radicals, antioxidant activity, polyphenol, flavonoïde, DPPH, FRAP, TAC, IC50.