

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico-chimique
Filière : Sciences Biologiques
Option : Biochimie appliquée



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Etude phytochimique et activité antioxydant
d'une plante locale (*Ecballium elaterium*)**

Présenté par :

BOUZID Hayet & BERREHRAH Souhila

Soutenu le : **21 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

Mr OUCHEMOUKH S.

MCA

Président

Mr TACHERFIOUT M.

MAA

Encadreur

Mme ATMANI D.

MCA

Examinatrice

Année universitaire : 2017 / 2018

Dédicaces

C'est avec l'aide et la grâce du Dieu qu'on a achevé ce modeste travail que je dédie :

A mes très chers parents (Rachid et Khadija), sans votre affection, vos sacrifices, vos prières et vos efforts que vous avez déployés durant toute ma vie, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. J'espère que Dieu vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur ;

A mes adorables sœurs et à mon frère bien aimé ;

A tous mes proches ;

A mes amis qui m'ont épaulé et encouragé particulièrement : Dyhia, Imane, Katiba, Ferroudja, Mimi, Tissou, Souhila, Sabrina, Sylvia, Yamina, Warda et Jugurta ;

A Mme Zina et aux meilleurs secouristes : Thiziri, Sarah, Rahim, Amine, Ahmed, Karim, Nabil et Salah ;

A mon binôme BERRAJRAH Souhila avec qui j'ai partagé tous les moments de stress de fatigue mais, aussi de fous rires, sans toi ce travail n'aurait pu être réalisé ;

A toute la promotion de biochimie appliquée 2017/2018 ;

A toute personne qui m'a connu.

Hayet

Dédicaces

Grace l'aide de dieu le tout puissant qui m'a donné la santé et le courage, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices.

A mes très chers frères : Yassine et Yahya ;

A mes adorables sœurs : Sara et Rachida ;

A mes chère amis : Cylia, seghira, Lamia, Thilleli, Lillia, Soussma, Wafa, Sabah, Chahera, Hania, Narrimane et Racym ;

A mon binôme Hayet qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail et à sa famille ;

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail ;

A toute la promotion de Biochimie Appliquée (2017-2018).

Souhila

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, et la patience afin d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre promoteur Mr TACHERFIOU M. qui nous a encadré et dirigé, ainsi que pour sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il nous a accordé.

Un grand merci aussi à notre co-promotrice Mme MEZAHEM T. qui nous a suivi durant notre travail pratique, pour son aide, sa disponibilité et son soutien qui nous ont permis d'achever ce travail

Nous adressons nos profonds remerciements à nos chers enseignants que nous sommes très honorées de leur présence. Mr OUCHEMOUKH S. d'avoir accepté de présider le jury ainsi que Mme ATMANI D. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent à tous les enseignants du département de biologie physicochimique de l'université de Bejaia qui ont veillé sur notre formation.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Hayet et Souhila.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I- Radicaux libres, stress oxydatif et antioxydants 2

I.1. Radicaux libres..... 2

I.1.1. Principaux radicaux libres..... 2

I.1.2. Source des radicaux libres..... 2

I.1.3. La cible des radicaux libres..... 3

I.1.4. Rôle physiologique des radicaux libres 4

I.1.5. Le stress oxydant..... 4

I.2. Les antioxydants 5

I.2.1. Définition des antioxydants 5

I.2.2. Les systèmes de défenses..... 5

I.3. Les composés phénoliques..... 7

I.3.1. Définition des composés phénoliques..... 7

I.3.2. Classification des polyphénols..... 7

I.3.3. Rôle des composés phénoliques..... 9

I.4. Présentation de la plante étudiée 10

I.4.1. Généralités sur les cucurbitacées 10

I.4.2. Description botanique de l'espèce *ecballium elaterium* 10

I.4.3. Systématique 10

I.4.4. Composition phytochimique 11

I.4.5. Utilisation traditionnelle 12

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Matériels	13
II.2. Méthodes	13
II.2.1. Extraction des composés phénoliques	13
II.2.2. Dosage des antioxydants	14
II.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux	14
II.2.2.2. Dosage des flavonoïdes	15
II.2.2.3. Dosage des tanins	15
II.2.3. Etude de l'activité antioxydant	16
II.2.3.1. Activité scavenging du radical DPPH	16
II.2.3.2. Activité scavenging du radical ABTS	17
II.2.3.3. Pouvoir réducteur	17
II.2.3.4. Test de blanchissement du β -carotène	18
II.3. Traitement statistique.....	18

Chapitre III : Résultats et discussion

III. Résultats et discussion.....	19
III.1. Rendement d'extraction	19
III.2. Dosage des antioxydants	20
III.2.1. Teneur en polyphénols totaux	20
III.2.2. Teneur en flavonoïdes	21
III.2.3. Teneur en tanins	22
III.3. Activités antioxydants des extraits d' <i>Ecballium elaterium</i>	23
III.3.1. Activité scavenger du radical DPPH	24
III.3.2. Activité scavenger du radical ABTS	26
III.3.3. Réduction de chlorure ferrique.....	28
III.3.4. Test de blanchiment du β -carotène.....	30
Conclusion.....	32
Références bibliographiques.....	33

Annexe

Liste des abréviations

***NO₂[·]** : Radical nitryl.

¹O₂ : Oxygène singulet.

ABTS : Acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique).

ADN : Acide désoxyribonucléique.

Ae : Absorbance de l'extrait.

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium.

At : Absorbance du témoin.

BHA : Hydroxyanisole Butylé.

BHT : Butyl-hydroxytoluène.

BSA : Bovin serum albumin

Cu/Zn-SOD : Cuivre/zinc Superoxyde dismutase.

DPPH : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.

ERN : les espèces réactives de l'azote.

ERO : les espèces réactives de l'oxygène.

Fe⁺² : Ion ferreux.

Fe⁺³ : Ion ferrique.

FeCl₃ : Chlorure ferrique.

FRAP : Ferric Reducing Antioxydant Power.

GPX : Glutathion peroxydase.

GSH : Glutathion réduit.

GSSG : Glutathion oxydé.

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

H₃PMo₁₂O₄₀ : Acide phosphomolybdique.

H₃PW₁₂O₄₀ : Acide phosphotungstique.

HCl : Acide chlorhydrique.

HOCl : Acide hypochloreux.

IC50 : Concentration inhibitrice à 50%.

K₃Fe(CN)₆ : Ferricyanure de potassium.

Mg EAG/g : Milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait.

Mg EAT/g : Milligramme équivalent d'acide tannique par gramme d'extrait.

Mg EQ/g : Milligramme équivalent de quercitrine par gramme d'extrait.

Mn SOD : Manganese superoxide dismutas.

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium.

NaCl : Chlorure de sodium.

NO[•] : Monoxyde d'azote.

NO₂[•] : Nitrite.

NO₃[•] : Nitrate.

NOO[•] : Peroxynitrite.

O₂^{•-} : Anion superoxyde.

O₂ : Oxygène moléculaire.

OH[•] : Radical hydroxyl.

PI : Pourcentage d'inhibition.

SDS : Dodécylsulfate de sodium.

SOD: Superoxyde dismutase.

TCA : Acide trichloroacétique.

TEA : Tétréthyl ammonium.

Trolox : Acide 3,4-dihydro-6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthyl-2H-1-benzopyran-2-carboxylique.

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Transfert des électrons au niveau de la chaîne respiratoire	3
02	Déséquilibre de la balance entre antioxydant et pro-oxydant	4
03	Structure de la vitamine E (A); de l'acide ascorbique (B) et de la β -carotène (C)	7
04	Structure des acides hydroxybenzoïque (A) et cinnamique (B)	8
05	Structure des tannins condensés (A) et hydrolysables (B)	9
06	Partie aérienne d' <i>Ecballium elaterium</i> (A), racine (B), feuille (C), fruit (D), bourgeon (E), fleur (F), tige (G)	10
07	Rendement d'extraction (%) des composés phénoliques des différentes parties (racine, tige, feuille et fruit) d' <i>Ecballium elaterium</i>	19
08	Teneurs en polyphénols totaux des différents extraits d' <i>Ecballium elaterium</i>	21
09	Teneur en flavonoïdes des extraits des quatre parties d' <i>Ecballium elaterium</i>	22
10	Teneur des tannins des extraits des quatre parties d' <i>Ecballium elaterium</i>	23
11	Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les extraits des quatre parties d' <i>Ecballium elaterium</i> à différentes concentrations	24
12	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH par le standard (BHA)	25
13	Pourcentages d'inhibition du radical ABTS par les extraits d' <i>Ecballium elaterium</i> à différentes concentrations	26
14	Pourcentages d'inhibition du radical ABTS par le Trolox à différentes concentrations	17
15	Pouvoir réducteur des extraits des quatre parties d' <i>Ecballium elaterium</i> à différents concentrations	29
16	Pouvoir réducteur de l'acide ascorbique à différents concentrations	29
17	Cinétique du blanchiment du β -carotène par les extraits des quatre parties d' <i>Ecballium elaterium</i> , le standard (BHT) et le contrôle négatif.	31

Liste des tableaux

N°	Titre	page
I	Principaux radicaux libres.	2
II	Classification des flavonoïdes.	8
III	Valeurs des IC50 des différents extraits d' <i>Ecballium</i> et du BHA lors de la réduction du radical DPPH	25
IV	Valeurs des IC50 des différents extraits d' <i>Ecballium</i> et du Trolox lors de la réduction du radical ABTS.	27
V	Valeurs des IC50 des différents extraits d' <i>Ecballium</i> et de l'acide ascorbique.	30

Introduction

Introduction

La part de plantes médicinales qui est resté encore inexploré est immense. L'utilisation de ces plantes médicinales pour se soigner et se prévenir des maladies a reçu un grand intérêt dans les recherches biomédicales ces dernières années. D'une part, du fait que ses plantes représentent une source inépuisable de substance et de composés naturels, et d'autre part, une thérapie avec moins d'effet indésirable.

Les substances naturelles issues de ces plantes médicinales ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie, en dermatopharmacie et dans l'industrie agroalimentaire. Parmi eux, les composés phénoliques qui sont abondants dans notre régime alimentaire, et qui ont un rôle important dans la prévention des maladies dégénératives tel que le cancer et les maladies cardiovasculaires (Quideau et al., 2011).

Le stress oxydatif est une perturbation dans la balance métabolique cellulaire durant laquelle, la génération d'oxydants accable le système de défense antioxydant. En raison de la toxicité des antioxydants synthétiques, le recours à des phytonutriments doués d'activités antioxydants s'avère très avantageux et d'actualité (Sies, 1991).

La flore algérienne regorge de plusieurs espèces de plantes encore peu ou pas étudiées, et qui peuvent être dotées de réelles propriétés pharmacologiques. Parmi celles-ci, les plantes de la famille des cucurbitacées qui regroupe plusieurs espèces possédant diverses propriétés biologiques. On s'est intéressés dans la présente étude, à une plante utilisée traditionnellement dans le traitement de plusieurs pathologies. Cette plante c'est l'*Ecballium elaterium*

Le but de ce travail était d'évaluer la composition phytochimique ainsi que l'activité antioxydant des extraits de quatre organes (racine, tige, feuille et fruit) d'*Ecballium elaterium*.

Ce manuscrit est réparties en trois parties, premièrement une synthèse bibliographique ou sont présentés des généralités sur les radicaux libres, le stress oxydant et de la plante étudiée (*Ecballium elaterium*). La deuxième partie est une description du matériel et méthodes utilisés dans la réalisation de ce travail. Enfin, la dernière partie, est une description des résultats obtenus et un essai de leur interprétation.

Synthèse bibliographiques

I- Radicaux libres, stress oxydatif et antioxydants

I.1. Radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules ou des atomes qui possèdent un ou plusieurs électrons non appariés sur leur couche externe. Ce sont des espèces chimiques instables et très réactives (Tessier and Marconnet, 1995), de par leur caractère instable, les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les espèces réactives de l'azote (ERN) interagiront avec les molécules biologiques (ADN, protéines, lipides) présentes dans l'environnement induisant ainsi des dégâts cellulaires dans l'organisme (Pincemail et al., 2001).

I.1.1. Principaux radicaux libres

Tableau I : Principaux radicaux libres (Deby-Dupont et al., 2002).

Espèce réactive	Formule chimique	Espèce réactive	Formule chimique
Anion superoxyde	O_2^-	Acide hypochloreux	HOCL
Radical hydroxyle	OH^-	Monoxyde d'azote	NO^-
Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2	Nitrite	NO_2^-
Oxygène singulet	1O_2	Nitrate	NO_3^-
Peroxynitrite	NOO^-	Radical nitryl	$*NO_2^-$

I.1.2. Source des radicaux libres

I.1.2.1. Source endogène

La chaîne respiratoire est la source principale de la production de ERO dans la cellule au cours de laquelle il y a un transfert d'électrons jusqu'à ce qu'il soit finalement transféré à l'oxygène qui est l'accepteur final des électrons de la chaîne respiratoire (figure 01). Cependant des pertes d'électrons de l'ordre de 2 à 3 % peuvent avoir lieu au niveau des complexes I, II et III. Ce phénomène induit la formation d' O_2^- et son produit de dismutation H_2O_2 (Rees et al., 2004).

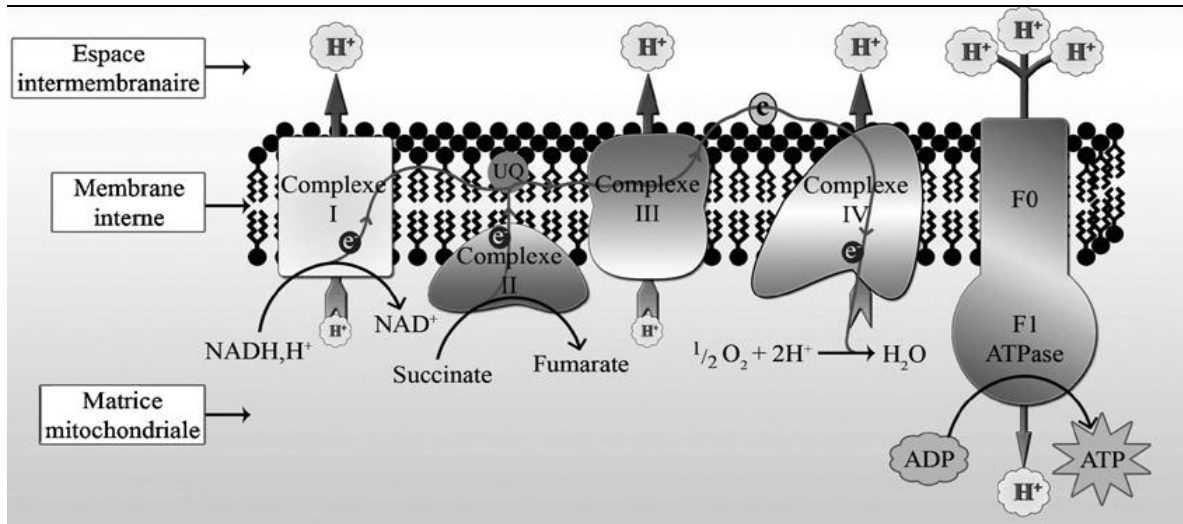


Figure 01 : Transfert des électrons au niveau de la chaîne respiratoire (Nevière, 2008).

En plus de la chaîne respiratoire, il existe d'autres sources endogènes de radicaux libres (ERO) comme la NADPH oxydase dans les phagocytes, la xanthine oxydase et les cytochromes P-450 qui assurent l'oxydation de certains xénobiotiques (Beaudeau et al., 2006).

I.1.2.2. Source exogène

Les humains sont constamment exposés aux radicaux libres sous formes de rayonnements, lumière ultraviolette, fumée de tabac, certains pesticides et les produits chimiques (Castronovo, 2003).

I.1.3. La cible des radicaux libres

I.1.3.1. Oxydation de l'ADN : L'acide désoxyribonucléique est le matériel génétique de la cellule, il est très sensible à l'attaque des radicaux libres et tout dommage peut provoquer des ruptures de brins et élimination des nucléotides, donnant ainsi naissance à des mutations subséquentes (Wu and Cederbaum, 2003).

I.1.3.2. Oxydation des protéines : Elles interviennent dans la plupart des réactions biochimiques nécessaires aux fonctions cellulaires. L'oxydation de ces protéines par les ERO peut conduire à des changements dans leur structure, et cela rendra la protéine plus sensible à la dégradation par les systèmes cellulaires (Wu and Cederbaum, 2003).

I.1.3.3. Peroxydation lipidique : Les lipides jouent un rôle important dans le bon fonctionnement de l'organisme. Malheureusement ils sont la cible privilégiée des radicaux libres. L'oxydation de ces lipides induit la peroxydation lipidique au sein de ces acides gras polyinsaturés, ce qui modifie la fluidité de la membrane ainsi que le fonctionnement de

nombreux récepteurs. La peroxydation lipidique pourrait aussi conduire à la formation des LDL oxydé induisant la formation des plaques d'athéromes au niveau des veines et des artères (Favier, 2003).

I.1.4. Rôle physiologique des radicaux libres

Le paradoxe des radicaux libres en biologie est qu'ils constituent des espèces extrêmement dangereuses, susceptible d'engendrer un nombre considérable de maladie tout en étant des espèces indispensables à la vie (Favier, 2003). En effet ces radicaux produits en permanence dans l'organisme sont impliqué dans le maintien de l'homéostasie cellulaire (Defraigne and Pincemail, 2008), et aussi dans l'expression de certain facteur de transcription impliqués dans la régulation de l'apoptose (Pincemail et al., 2001).

I.1.5. Le stress oxydant

I.1.5.1. Définition du stress oxydatif

Le stress oxydant est l'incapacité de l'organisme à se défendre contre l'agression des espèces oxygénée activé (Sies, 1991), suite à un déséquilibre de la balance antioxydant et pro-oxydant, lié soit à un déficit en antioxydant, soit à une surproduction des radicaux libres (Favier, 2003). L'oxydation est l'un des processus les plus producteur des radicaux libres dans les tissus, ces derniers provoquent des dégradations dans les macromolécules et acides nucléiques (Pincemail et al., 2001).

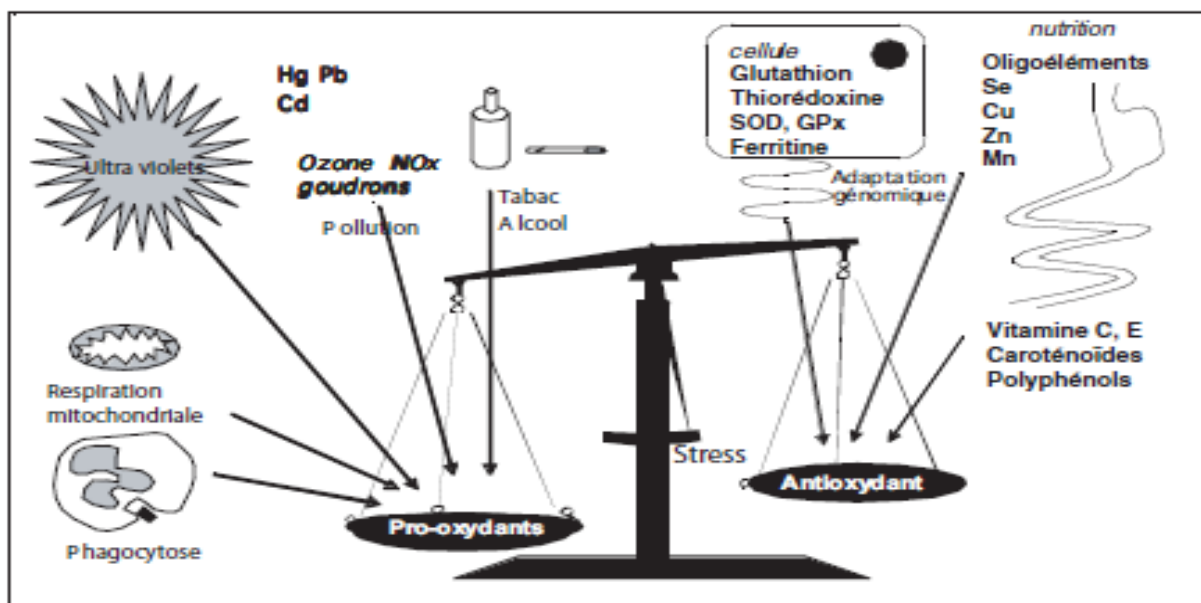


Figure 02 : Déséquilibre entre antioxydants et pro-oxydants (Favier, 2006).

I.1.5.2. Les maladies liées aux stress oxydatifs

Le stress oxydatif est impliqué comme facteur déclenchant dans plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse pulmonaire aiguë. Il est aussi un des facteurs potentialisant la genèse des maladies plurifactoriels tel que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaire (Favier, 2006).

I.2. Les antioxydants

I.2.1. Définition des antioxydants

Un antioxydant est une substance qui inhibe ou retarde significativement l'oxydation d'un substrat, alors qu'elle est présente en une concentration très faible dans le milieu ou elle intervient (Halliwell and Gutteridge, 1990) .Le système antioxydant intervient en protégeant les cellules des dommages oxydatifs induits par les radicaux libres. Le principe de leur emploi pour prévenir l'apparition et le développement de certaines maladies dans lesquelles sont impliqués des phénomènes oxydatifs semble séduisant (Pastre and Priymenko, 2007).

I.2.2. Les systèmes de défenses

Notre organisme est équipé d'un système complexe de défenses contre les radicaux libres. Cela pourrait être des systèmes enzymatiques, ou non enzymatiques (Berger, 2006).

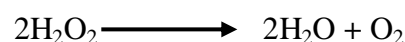
I.2.2.1. Les antioxydants enzymatiques

La première ligne de défense contre les espèces réactives de l'oxygène est une famille enzymatique qui joue un rôle décisif dans l'élimination des radicaux libres.

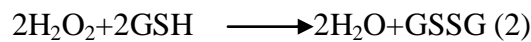
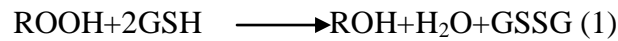
Le superoxyde dismutase (SOD) : la SOD existe sous plusieurs isoformes (Cu/Zn-SOD) localisé dans le cytosol et Mn SOD présente dans la mitochondrie, et on ne la trouve pas dans les hématies (Baudin, 2006). La SOD est responsable de la dismutation de l'anion superoxyde selon la réaction suivante :



La catalase : Elle transforme le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) pour former de l'eau (H_2O) et de l'oxygène moléculaire (O_2) (Mates, 2000). Elle se trouve exclusivement dans les peroxysomes (Davies, 2000) .



Le glutathion peroxydase : les glutathion peroxydases (GPX) sont localisées dans le cytosol et les mitochondries des cellules eucaryotes. Elles réduisent les hydroperoxydes lipidiques ROOH (ou R représente un acide gras polyinsaturé) (1), et non lipidiques en utilisant le glutathion réduit (GSH) comme réducteur (2), la réaction transforme le glutathion en glutathion oxydé (GSSG) dans lequel deux molécules sont unies par un pont disulfure (Rees et al., 2004).



I.2.2.2. Les antioxydants non enzymatiques

L'organisme possède une seconde ligne de défense «les piègeurs des radicaux libres » qui sont des composés pour la plupart apportés par l'alimentation et dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des EOR, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire (Koechlin-Ramonatxo, 2006), Parmi ceux-ci :

La vitamine E (α -tocophérol) : la vitamine E (Figure 03, A), liposoluble est un excellent antioxydant membranaire, et a la capacité de mettre fin à la réaction en chaîne de transfert d'un radical peroxy d'un lipide à un autre (peroxydation lipidique). Ce potentiel de la vitamine E explique son rôle protecteur vis-à-vis des membranes biologique (Descamps et al., 2006).

La vitamine C (acide ascorbique) : la vitamine C ou acide ascorbique (Figure 3, B) est un puissant antioxydant hydrosoluble, l'ascorbate est un bon capteur de radicaux libres. Une propriété importante de l'ascorbate est la réparation possible de deux autre antioxydant ; le glutathion et l' α -tocophérol à partir de leur forme radicalaire (Gardès-Albert et al., 2003).

Caroténoïdes (β -carotène) : les caroténoïdes (Figure 03, C) sont des bons capteurs de radicaux hydroxyles et pyroxyles. Ils sont susceptible d'inhiber les chaînes de peroxydation lipidiques, et ont un rôle spécifique de capteur d'oxygène singulet, ce qui leur permis d'exercer une protection vis-à-vis des dommages induits par les rayons ultraviolets (Gardès-Albert et al., 2003)

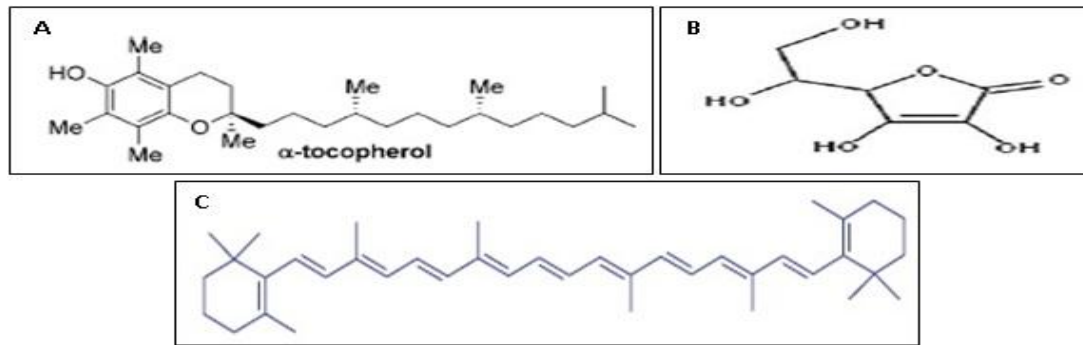


Figure 03 : Structure de la vitamine E (A); de l'acide ascorbique (B) et de la β -carotène (C)

(Marc et al., 2004)

I.3. Les composés phénoliques

I.3.1. Définition des composés phénoliques

Les composés phénoliques ou les polyphénols sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux, ils constituent l'un des groupes de substances les plus nombreux dans le règne végétal avec plus de 8000 composés divisés en plusieurs catégories parmi eux, les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins (Martin and Andriantsitohaina, 2002). C'est une classe caractérisée par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Ils sont synthétisés à partir de deux voies ; celle de l'acide shikimique et celle issue de l'acétate (Amiot et al., 2009).

La caractéristique la plus parlée des polyphénols est sans doute leur capacité à piéger les radicaux libres, cette capacité est fréquemment citée comme la propriété clé à la prévention ou la réduction de la toxicité chronique liée au stress oxydatif, les maladies liées à l'âge tel que les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et cancer (Quideau et al., 2011).

I.3.2. Classification des polyphénols

I.3.2.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont la classe la plus importante des composés phénoliques, ils sont abondants dans tous les aliments (les fruits et légumes). Deux classes d'acide phénolique peuvent être distinguées : l'acide hydroxybenzoïque et l'acide hydroxycinnamique (Ostertag et al., 2010).

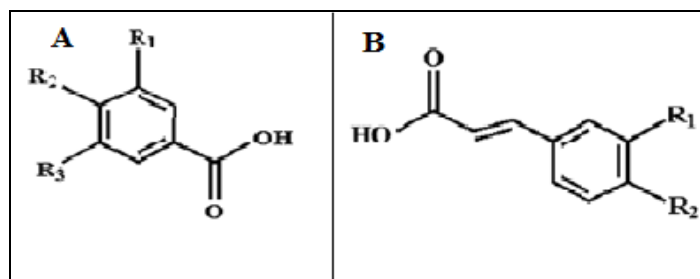


Figure 04: Structure des acides hydroxybenzoïque (A) et cinnamique (B) (Ostertag et al., 2010)

I.3.2.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes peuvent être divisés en 6 sous classes (Tableau II)

Tableau II : Classification des flavonoïdes (Manach et al., 2004).

Classe des flavonoïdes	Structure de base	Exemple
Flavones		$R_1=H$; $R_2=OH$: Apigénine $R_1=R_2=OH$: Lutéoline
Flavonols		$R_1=R_2=OH$; $R_3=H$: Quercétine
Flavanones		$R_1=H$; $R_2=OH$: Naringénine $R_1=OH$; $R_2=OCH$: Hespéretine
Isoflavones		$R_1=H$: Daidzéine $R_1=OH$: Génistéine
Flavanols		$R_1=R_2=OH$; $R_3=H$: Catéchine $R_1=R_2=R_3=OH$: Gallocatéchine
Anthocyanidines		$R_1=R_2=H$: Pelargonidine $R_1=R_2=OH$: Delphénidine

Les flavonoïdes consistent le groupe le plus important des composés phénolique avec plus de 5000 composés. Ils partagent une structure commune (C6-C3-C6), composé de deux anneaux aromatiques A et B liés par trois atomes de carbones qui forme un hétérocycle (Manach et al., 2004)

I.3.2.3. Les tannins

Les tannins sont des composés phénoliques présents dans la nature sous forme polymérisé, de masse moléculaires assez élevé entre 500 et 3000 Da (Doat, 1978). Ils sont utilisés depuis l'antiquité par l'homme pour le traitement des peaux d'animaux. Les tannins ont une importance économique et écologique considérable et sont responsable de l'astringence de nombreux fruits et légumes (Macheix et al., 2005). Ces composés peuvent être répartis, suivant leur structure chimique en tannins hydrolysable et tannins condensés (Figure 05)

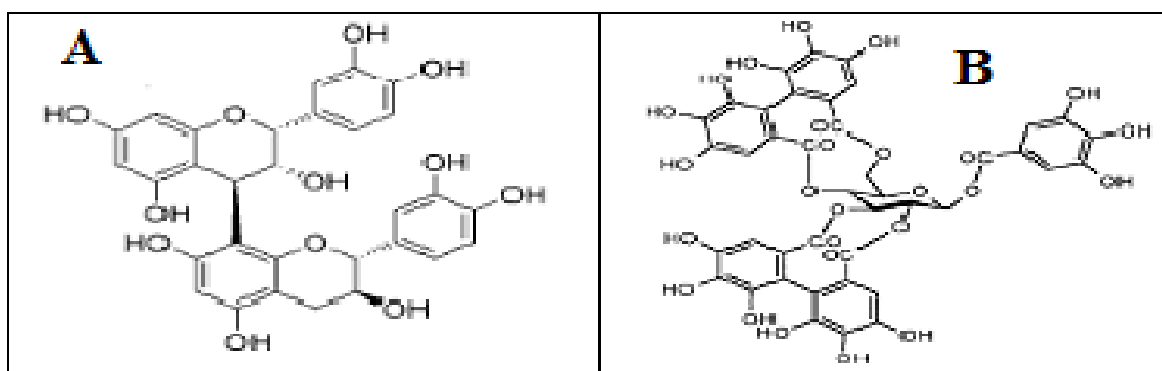


Figure 05 : Structure des tannins condensés (A) et hydrolysables (B) (Quideau et al., 2011)

I.3.3. Rôle des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont impliqués dans la croissance et la reproduction et fournissent aux plantes une résistance aux pathogènes et aux prédateurs (en agissant en tant que phytoalexines ou en augmentant l'astringence alimentaire, rendant la nourriture désagréable). Ils protègent les cultures de la germination des graines avant la récolte. Les polyphénols ont plusieurs applications industrielles, comme dans la production des peintures, du papier et des cosmétiques, et en tant qu'agents de bronzage. Ils sont aussi utilisés dans l'industrie alimentaire en tant qu'additifs (en tant que colorants naturels et conservateurs). En outre, certains composés phénoliques ; les flavonoïdes, ont des applications comme antibiotiques, anti diarrhées, anti ulcéreux et anti-inflammatoires. Ils sont aussi utilisés dans le traitement de maladies telles que l'hypertension, l'hypercholestérolémie...etc (Bravo, 1998).

I.4. Présentation de la plante étudiée

I.4.1. Généralités sur les cucurbitacées

Les cucurbitacées est l'une des familles les plus importantes au monde. Ses espèces sont généralement des dicotylédones grimpantes à croissance rapide, portant des feuilles aux lobes plamées, des vrilles hélicoïdales et des fleurs unisexuées monoïques ou dioïques, à racine charnue parfois très grosse. Cette famille comprend 825 espèces réparties en 120 genres (Quézel and Santa, 1963).

Le genre *Ecballium elaterium* n'a pas beaucoup de valeur horticole, il comporte une unique espèce divisée en 2 sous-espèces, dont la différence est leurs systèmes de reproduction : la sous-espèce dioïque, qui est *diocium* et la sous-espèce monoïque, qui est *elaterium* (Costich and Meagher, 1992).

I.4.2. Description botanique de l'espèce *Ecballium elaterium*

Le concombre sauvage, momordique élatère en français, squirting concombre en anglais et afegous lehmir en kabyle (Fahn and Shimony, 2001; Obaton, 1947). Cette plante tire son nom scientifique du grec «ekbalein», qui signifie «je lance en dehors» et «elaterium» qui signifie «sauter», en raison de la particularité de son fruit qui projette ses graines (Kloutsos et al., 2001). Le concombre crachant est une plante médicinale sauvage qui pousse principalement en Europe, en Afrique du nord ainsi que le Sud-ouest de l'Asie (Greige-Gerges et al., 2007).

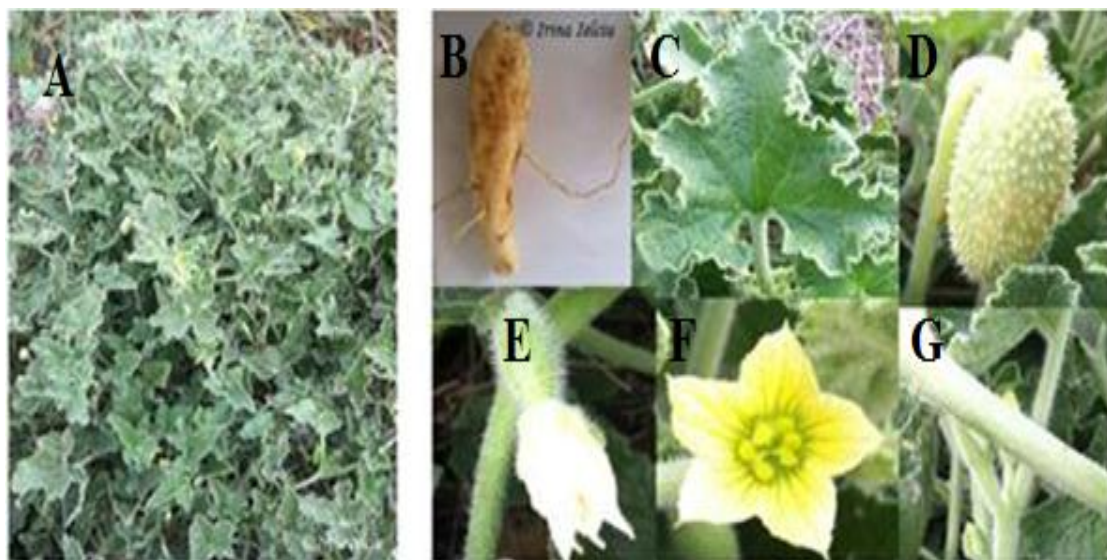


Figure 06 : Partie aérienne d'*ecballium elaterium* (A), racine (B), feuille (C), fruit (D), bourgeon (E), fleur (F), tige (G) (Ielciu et al., 2016).

Cette plante herbacée vivace à allure grasse est couverte de poils raides. Ses branches ramifiées, sans vrilles, peuvent atteindre une longueur de 20 à 100 cm. Sa racine volumineuse très développée lui permet de survivre pendant la mauvaise saison. Sa tige couchée pourvue de soies dont poussent en alternances des feuilles rugueuses et charnues de couleur vert claire et le dessous est plus pâle. La forme des feuilles à long pétiole varie de cordiforme à triangulaire à bordure sinuée ou dentée. D'avril à septembre, les fleurs jaunâtres fleurissent, elles sont veinées, en court entonnoir, à cinq étamines, diversement soudées entre elles sont à l'origine d'un fruit curieux par sa biologie. En effet, à maturité, sous la pression de son contenu, il se détache assez soudainement de son pédoncule et projette alors ses graines ténues à plusieurs décimètres. Les fruits sont de formes oblongues de 4 à 5 cm de long, verdâtres et hérissés de poils rudes (Abbassi et al., 2014; Fahn and Shimony, 2001).

I.4.3. Systématique

L'espèce *Ecballium elaterium* (L.) appartient au genre *Ecballium* de la famille des Cucurbitaceae de la classe des Magnoliopsida. Elle appartient à la division de Magnoliophyta de l'embranchement des Tracheopyta du règne des Plantae (Jaradat et al., 2012).

I.4.4. Composition phytochimique

Ecballium elaterium a comme composants principales les cucurbitacines qui sont des stérols naturels triterpéniques tétracycliques (nthony Scicluna-Spiteri, 2001). La cucurbitacine E fut la première cucurbitacine isolée de cette espèce, elle était anciennement nommée l'élatérine (Gry, 2006). Les Cucurbitacées B, D, E, I, L, et leurs dérivés glycosyliques sont les plus abondantes chez *Ecballium elaterium*, et qui lui confère la plupart des ses activités biologiques. La plus forte concentration de cucurbitacines a été trouvée dans les fruits, suivie par les tiges et les feuilles. (nthony Scicluna-Spiteri, 2001).

Outre les cucurbitacines, l'espèce est riche en différents métabolites secondaires qui peuvent renforcer ses activités biologiques, notamment les flavonoïdes, les acides phénoliques, les tanins, les alcaloïdes, les hydrates de carbones, les stérols, les acides gras, les huiles essentiels, les caroténoïdes qui se distribuent dans les différentes partie de la plante mais à moindres concentrations (Costich and Meagher, 1992; Ielciu et al., 2016). Les travaux de Lavie (1958), sur l'identification des composés phénoliques isolés d'*Ecballium elaterium*, ont permis de dévoiler la présence de cinq composés phénoliques qui sont : l'hydroquinone,

le 4-hydroxy acétophenone, le 4-hydroxy-3-methoxyacétophenone, le 2-nitroquinol et le 4-hydroxyphenyl lignane.

I.4.5. Utilisation traditionnelle

La plante est connue comme herbe officinale d'une longue tradition et d'une grande variété d'utilisations depuis longtemps. L'espèce est traditionnellement utilisée pour traiter l'otite, la fièvre paludéenne, les céphalées, la sinusite, les rhumatismes les hémorroïdes et les désordres hépatique. Elle est employée souvent dans l'hydropisie, particulièrement l'œdème pulmonaire et aussi en tant que révulsif dans les affections cérébrales, et partout où lorsque un effet hydragogue (Yesilada et al., 1988). Le suc du fruit frais est en général administré par voie nasale et mélangé à du lait pour le traitement des cirrhoses et de la jaunisse. Ce mélange est aussi utilisé pour traiter la sinusite (Boullard, 2001).

L'élatérine à raison de 2 à 3 gouttes introduites dans les cavités nasales entraîne un écoulement jaunâtre important chez les ictériques. (Kloutsos et al., 2001). Des études indiquent que l'administration du jus du fruit d'*Ecballium elaterium* à des rats atteints d'ictère induit par une intervention chirurgicale entraîne une diminution de la concentration sérique de bilirubine, apparemment due à sa teneur en cucurbitacine B, D et E (Greige-Gerges et al., 2007). Les effets bénéfiques du jus frais ont été rapportés comprenant l'analgésique, l'antipyrétique et l'anti-inflammatoire (Agil et al., 1999). En homéopathie, cette espèce est utilisée contre la diarrhée ou le choléra infantile. C'est une espèce qui possède aussi de bonne propriété antioxydants, cytotoxique, anti-malariale, antiproliférative et antipyrétique (Adwan et al., 2011; Agil et al., 1999; Bohlooli et al., 2012; Greige-Gerges et al., 2007).

Malgré tous ses effets bénéfiques pour la santé, il existe des études qui la considèrent comme une plante hautement toxique, en particulier pour son jus qui présente une activité toxique sur les systèmes respiratoire, cardiaque et gastrique, ainsi que pour toutes les muqueuses avec lesquelles il est en contact. (Kloutsos et al., 2001; Salhab, 2013).

Matériels et Méthodes

II. Matériels et méthodes

II.1. Matériels

II.1.1. Appareils et produits chimiques

Les appareils et les réactifs utilisés au cours de cette étude sont rapportés en Annexe N° I.

II.1.2. Matériel végétal

La présente étude a été réalisée sur les quatre parties : racines, tiges, feuilles et fruits d'une espèce de la famille des Cucurbitacées qui se nomme *Ecballium elaterium*. La plante a été récoltée au mois de Décembre de l'année 2017 dans la région d'Ain Lehlou à El Kseur dans la wilaya de Bejaia.

Après la récolte, la plante fraîche a été débarrassée de la poussière, du sable puis lavée soigneusement avec de l'eau du robinet. Les différentes parties ont été séparées puis coupées en petits morceaux à l'aide d'un sécateur et séchées dans une étuve à 40° C jusqu'à séchage complet et élimination de toutes traces d'eau. Une fois séchée ; les racines, les tiges, les feuilles et les fruits ont été broyé en utilisant un broyeur électrique afin, d'obtenir une poudre fine. La poudre a été ensuite soumise à un tamisage à l'aide d'un tamiseur électrique avec des pores ayant des diamètres allant de 500 à 125 µm. Enfin les poudres fines obtenues du diamètre de l'ordre 125 µm ont été conservé dans des buccaux en verre à l'abri de la lumière pour l'extraction ultérieure des composés phénoliques.

II.2. Méthodes

II.2.1. Extraction des composés phénoliques

L'objectif de cette extraction est de libérer les composés phénoliques présents dans les vacuoles par rupture du tissu végétal (Renard et al., 2002). L'extraction de la poudre végétale issue des différentes parties de la plante a été réalisée selon le protocole (Benhammou et al., 2008).

L'extraction solide/liquide a été réalisée par macération de 100 g de poudre dans 1000 ml d'une solution d'éthanol à 70% (éthanol/eau 70/30, v/v) à une température ambiante et sous agitation magnétique continue pendant 72 heures. Le Mélange résultant a été ensuite

filtré sur papier Wattman et le filtrat 1 a été récupéré. La même opération a été répétée encore deux fois sur le culot en renouvelant le solvant d'extraction. L'éthanol 70% a été ensuite complètement éliminé du filtra par évaporation dans une étuve à 40 °C permettant ainsi d'obtenir un extrait sec caractérisé par une couleur brune, qui est considéré comme étant l'extrait brut. L'extrait brut a été conservé au réfrigérateur jusqu'à utilisation.

Le rendement d'extraction a été déterminé par le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu après évaporation du solvant et la masse de la poudre végétal utilisée. Selon la formule suivante :

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = (Me / Mp) \times 100$$

Me: Masse de l'extrait sec (g) ;

Mp: Masse de la poudre végétale (g).

II.2.2. Dosage des antioxydants

II.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux

Principe

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par la méthode utilisant le Folin-Ciocalteu comme réactif (Wong et al., 2006). Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleu de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximum est à environ 765 nm est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot and Charpentier, 2006).

Mode opératoire

Un volume de 200 µl de chaque extrait a été mélangé avec 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu, 10 fois dilué dans de l'eau distillée. Après 5 min d'incubation, 800 µl d'une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à une concentration de 7,5% sont ajoutés. Le mélange réactionnel est incubé pendant 2 heures à l'obscurité et à température ambiante. Trois essais ont été effectués pour chaque échantillon. Un blanc ne contenant pas l'extrait a été préparé (Ethanol + Folin-Ciocalteu + Na_2CO_3). L'absorbance a été lue à 765 nm.

Les quantités des polyphénols totaux sont exprimées en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g) à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée

dans les mêmes conditions avec des concentrations précises d'acide gallique (20-120 µg/ml), comme standard.

II.2.2.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le trichlorure d'aluminium (AlCl₃). Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux. Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (Peynaud et al., 1972).

Mode opératoire

L'estimation de la teneur en flavonoïdes contenus dans les extraits a été réalisée par la méthode de (Lamaison et al., 1990). Un volume de 1 ml de la solution des extraits est ajouté à 1 ml d'une solution de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) 2%. Le tout a été bien mélangé et incubé à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 30 min. Le blanc est préparé en remplaçant le trichlorure d'aluminium par le solvant et l'absorbance a été lue à 430 nm.

La quantité de flavonoïdes totaux, exprimée en mg équivalents de quercétrine par gramme d'extrait, a été estimée à partir d'une droite d'étalonnage tracée en utilisant la quercétine comme standard.

II.2.2.3. Dosage des tanins totaux

Les tanins ont la capacité de se complexer avec les protéines et de les précipiter. Après formation de ce complexe, la protéine est dénaturée pour que les tanins soient libérés, leur absorbance est mesurée à 510 nm (Hagerman and Butler, 1978).

Mode opératoire

Le dosage des tannins totaux a été réalisé en utilisant la méthode de Hagerman et Butler, (1978) qui est basée sur la précipitation de la protéine albumine de sérum bovin (BSA) par les tannins présents dans chaque extrait. Un volume de 0,5 ml d'extrait ou de standard (acide tannique) est mélangé à 1 ml d'une solution de BSA dissoute dans le tampon acétate (0.02 M acide acétique, 0.17 M NaCl, pH 4.9) à raison de 1 mg/ml. Le mélange a été incubé à 4 °C pendant 24 heures, puis centrifugé à une vitesse de 3000 tr/min pendant 15 min. le surnageant a été éliminé, et un volume de 2 ml d'une solution SDS/TEA (1% p/v et / 5% v/v

dans de l'eau distillé) a été ajouté au culot. Ensuite, 0.5 ml d'une solution de chlorure ferrique FeCl₃ à une concentration de 0.01 M dans du HCL à 0.01 N. le mélange a été incubé pendant 15 min et l'absorbance a été lue à 510 nm. La quantité des tanins est exprimée en mg équivalent d'acide tannique par g d'extrait (mg EAT/g) en se référant à la courbe d'étalonnage réalisé dans les même condition en utilisant l'acide tannique comme standard.

II.2.3. Etude de l'activité antioxydant

II.2.3.1. Activité scavenging du radical DPPH

La molécule de 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH[•]) est un radical libre stable, utilisé pour étudier la relation structure-activité antioxydant des composés phénoliques, dont la solution possède une coloration violette. Quand une solution de DPPH[•] est mélangée avec une substance donneuse d'atomes d'hydrogène, il y'a formation de la forme réduite ceci provoque la perte de la coloration violette en coloration jaune caractérisée par une bande d'absorption dans le visible à 517 nm (Brand-Williams et al., 1995).

Mode Opératoire

L'activité du piégeage du radical DPPH a été mesuré selon le protocole décrit par (Hemalatha et al., 2010). Un volume de 1,5 ml de chaque extrait à différentes concentration A été mélangé avec 0.5 ml de la solution de DPPH (0.06 mM dans le méthanol). Le mélange réactionnel est homogénéisé puis incubé à l'obscurité pendant 30 minutes à une température ambiante. L'absorbance a été mesuré à 517 nm contre un blanc préparé dans l'éthanol sans l'échantillon. L'hydroxyanisole butylé (BHA) a été utilisé comme standard. Le pourcentage d'inhibition (PI) a été calculé en appliquant la formule suivante :

$$PI (\%) = [Abs T - (Abs E - Abs B) / Abs T] \times 100$$

PI (%) : pourcentage d'inhibition du radical DPPH ;

Abs T : Absorbance du témoin (éthanol + DPPH) ;

AE : Absorbance d'échantillon (Extrait + DPPH) ;

AB : Absorbance de blanc et d'échantillon (Extrait + éthanol).

L'étude de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration des extraits nous a permet de déterminer les concentrations qui inhibe 50% (IC₅₀) du radical DPPH. Plus la valeur de l'IC₅₀ est faible plus l'activité d'extrait est plus élevée.

II.2.3.2. Activité scavenging du radical ABTS

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical $ABTS^+$ de coloration bleue verte en le transformant en $ABTS-H^+$ incolore. La disparition de la coloration bleue verte peut être suivie par la mesure de la densité optique à une longueur d'onde de 734 nm (Re et al., 1999). La diminution de l'absorbance causée par l'antioxydant reflète la capacité de capture du radical libre.

Mode opératoire

La solution d'ABTS a été préparée par le mélange d'une solution d'ABTS (7 mM) préparé dans de l'eau distillé avec une solution de persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) à une concentration de 2.5 mM. Le mélange a été laissé incubé pendant 16h à l'abri de la lumière pour la formation du radical $ABTS^+$. La solution d'ABTS ainsi obtenu a été diluée avec de l'eau distillée jusqu'à obtention d'une absorbance d'environ 0.7 à 734 nm. Un volume de 1.9 ml de cette solution d'ABTS dilué a été mélangé avec 0.5 ml de chaque extrait et l'absorbance à 734 nm a été mesurée après incubation de 10 min. Le Trolox a été utilisé comme standard. Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

$$PI (\%) = [(Abs\ t - Abs\ e)] / (Abs\ t) * 100$$

PI (%) = pourcentage d'inhibition ;

Abs t : absorbance de la solution de radical ABTS sans extrait ;

Abs e: absorbance de la solution du radical ABTS en présence de l'extrait.

II.2.3.3. Pouvoir réducteur

le pouvoir réducteur a été déterminé selon la méthode de (Lim et al., 2007). La méthode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) est basé sur la réduction de l'ion ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe de ferricyanure de potassium ($K_3Fe(CN)_6$) en ion ferreux (Fe^{2+}) en présence des antioxydants réducteurs. Cette réaction se manifeste par l'apparition d'une coloration verte dont l'intensité est proportionnelle au potentiel réducteur.

Mode opératoire

Un volume de 0.5 ml de chaque extrait à différentes concentration a été mélangé avec 20 μ l d'une solution tampon phosphate (0.2 M, pH 6,6) et 1 ml d'une solution de ferricyanure

de potassium à 1%. Le mélange a été bien agité et a été ensuite chauffé à 50 °C au bain marie pendant 20 minutes. Un volume de 1 ml d'acide trichloracétique TCA à 10% a été ajouté au mélange, puis centrifugé à 3000 tr/min pendant 10 minutes. Un volume de 1 ml du surnageant de chaque échantillon a été récupéré et ajouté à 1 ml d'eau distillé et 0.2 ml de d'une solution de chlorure ferrique (FeCl_3) fraîchement préparé à 0.1%. Le mélange obtenu a été ensuite homogénéisé, puis incubé pendant 10 minutes à température ambiante et à l'abri de la lumière. La lecture de l'absorbance a été faite à 700 nm contre un blanc sans échantillon préparé dans l'éthanol suivant les mêmes conditions. L'acide ascorbique a été utilisé comme standard. Une augmentation de l'absorbance à 700 nm correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des échantillons testés (Hubert, 2006).

II.2.3.4. Test de blanchissement du β -carotène

Dans ce test la capacité antioxydante des extraits d'*Ecballium elaterium* est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydatif (décoloration) du β -carotène par les produits d'oxydation de l'acide linoléique selon la méthode décrite par (Dapkevicius et al., 1998).

Mode opératoire

L'émulsion de β -carotène/acide linoléique a été préparée par la solubilisation de 0,5 mg de β -carotène dans 1 ml de chloroforme. Le chloroforme a été complètement évaporé puis 25 μl d'acide linoléique et 200 mg de tween 40 ont été ajoutés. Un volume de 100 ml d'eau oxygénée a été ajouté et l'émulsion qui en résulte a été agitée vigoureusement. Un volume de 600 μl des solutions des extraits ou d'antioxydant de référence : hydroxytoluène butylé (BHT) ont été ajoutés à 2,4 ml de l'émulsion précédente puis incubée à 50 °C.

La cinétique de décoloration de l'émulsion en présence et en absence d'antioxydant a été suivie à 470 nm à des intervalles de temps réguliers de 30 minutes pendant 2 heures.

II.3. Traitement statistique

L'analyse statistique des résultats a été effectuée avec l'application ANOVA (SATISTICA 5.5) et la comparaison des résultats est prise à la probabilité $p < 0,05$. Toutes les données représentent la moyenne de trois essais \pm écartype. Les valeurs des IC50 ont été calculées en utilisant le logiciel Origin 8.

Résultats et Discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Rendement d'extraction

L'extraction des composés phénoliques des différentes parties (feuilles, tiges, racine et fruit) d'*Ecballium elaterium* a été réalisée par macération dans une solution hydro-alcoolique, à savoir l'éthanol 70% et à température ambiante. L'extraction par macération menée à température ambiante et sous agitation continu, respecte l'intégrité structurale des molécules extraites et prévient leur dénaturation ou modification probable (Peynaud et al., 1972). L'extraction a été réalisé en utilisant l'éthanol, le considérant comme le solvant le plus approprié pour extraire une quantité maximale de composés phénoliques et possédant une faible toxicité en comparaison à celle du méthanol (Cowan, 1999).

L'utilisation de solvants mixtes aboutit à un fort enrichissement des extraits en polyphénols. La supériorité des solvants mixtes seraient dues à l'augmentation de la solubilité des composés phénoliques dans les extraits obtenus par des solvants mixtes comparés à ceux obtenus par des solvants purs (Bourgou et al., 2016).

Comme le montre la figure 07, les rendements d'extraction étaient importants puisqu'ils dépassent les 20% dans les quatre parties. Le rendement le plus élevé était obtenu avec les feuilles qui ont donné un taux d'extraction de 31.28% par rapport à la matière sèche. Les trois autres parties : tige, racine et fruit ont donné des taux d'extraction très proches de l'ordre de 24.12, 24.08 et 22.99%, respectivement. Ceci peut être expliqué par le fait que dans le protocole utilisé, le temps de contact entre le solvant et la matière végétale était important, 72 h dans chaque cycle avec renouvellement du solvant trois fois.

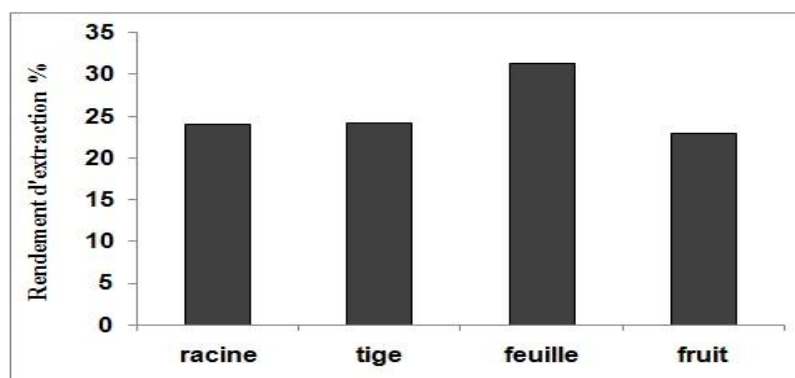


Figure 07 : Rendement d'extraction (%) des composés phénoliques des différentes parties (racine, tige, feuille et fruit) d'*Ecballium elaterium*

En effet, l'extraction des composés phénolique est un processus qui peut être influencé par plusieurs conditions d'extractions, parmi elle on peut citer : le type de solvant utilisé, la température d'extraction, le temps d'extraction, le ratio poudre végétale solvant d'extraction, le type d'extraction (Bourgou et al., 2016; Jokić et al., 2010).

Une étude récente sur le rendement d'extraction du fruit d'*Ecballium elaterium* a donné un taux d'extraction de 11% qui est inférieure à celui obtenu dans cette étude 22.99% (Felhi et al., 2016).

III.2. Dosage des composés phénoliques

III.2.1. Teneur en polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux des extrais des quatre partie d'*Ecballium elaterium* (tige, feuille, racine et fruit) a été estimée par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu à partir de la courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique (Annexe N°II). L'équation standard de la courbe est : $y = 7,176 x + 0.070$, avec un $R^2 = 0.99$. Les résultats obtenus sont exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec.

Cette méthode de dosage utilisant le Folin-Ciocalteu est une méthode simple à réaliser et très sensible. Cependant, elle n'est pas spécifique uniquement aux composés phénoliques. Le Folin-Ciocalteu peut réagir avec les acides aminés tyrosine et tryptophane des protéines, les sucres réducteurs comme le glucose et le fructose, l'acide ascorbique, l'acide tartrique et les sulfites (Boizot and Charpentier, 2006).

Les teneurs des polyphénols totaux des extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* sont représentés dans la Figure 08. Il ressort de ces résultats que l'extrait du fruit a donné le taux le plus élevé en composés phénolique qui est de l'ordre de 116.05 ± 1.82 mg EAG/g d'extrait sec, par rapport aux autres parties. En effet, l'analyse statistique montre que ce taux présente une différence significative ($p < 0.05$) par rapport aux taux des extraits des autres parties.

Les extraits de la racine est des feuilles ont donné des taux très proches qui ne présente pas une différence significative et qui sont de l'ordre de 38.38 ± 3.09 et 37.03 ± 2.92 mg EAG/g d'extrait sec. Enfin, l'extrait de la tige a donné le taux le plus bas en termes de composé phénolique avec 26.12 ± 1.85 mg EAG/g d'extrait sec.

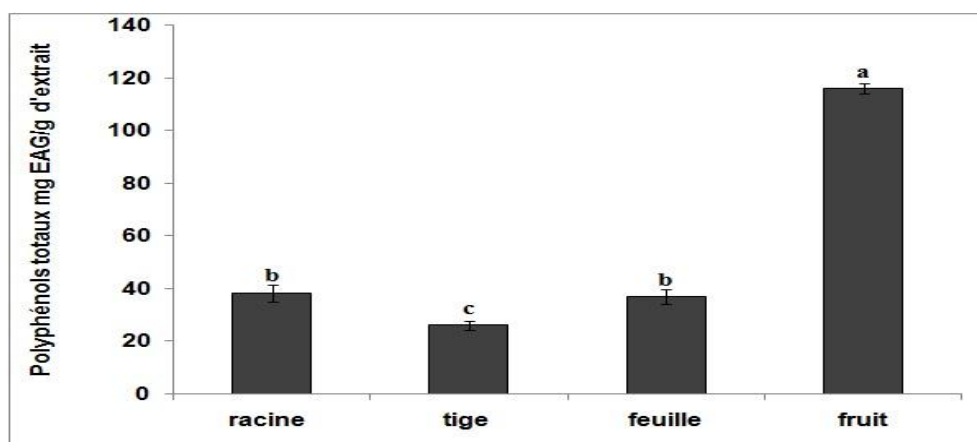


Figure 08 : Teneurs en polyphénols totaux des différents extraits d'*Ecballium elaterium*

La quantité des polyphénols totaux peut varier selon un certain nombre de facteurs tel que : l'origine géographique, la période de la récolte, l'organe végétal, le degré de maturation de la plante, les conditions climatiques (pluviosité, température, le type de sols et la lumière). Ces différents facteurs ont un rôle important dans la croissance des différentes parties ainsi que pour la présence de certaines substances biologiques (Falleh et al., 2008).

Des études ont montré que les teneurs en polyphénols totaux des fruits, feuilles et racine d'*Ecballium elaterium* sont variables (fruit : 43.61 ± 1.65 , feuilles 46.84 ± 2.50 et racine 6.74 ± 0.51 mg EAG/ d'extrait) (Abbassi et al., 2014). Ces résultats sont différents de ceux obtenus dans la présente étude. Cette variation est probablement due à plusieurs facteurs, tel que le solvant d'extraction utilisé (méthanol à 80% et éthanol à 70%) et la période de récolte de l'échantillon de la plante.

III.2.2. Teneur en flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé en utilisant la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium. La teneur en flavonoïdes des extraits des quatre parties étudiée d'*Ecballium elaterium* est exprimée en mg EQ/g d'extrait sec, en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexe N° II), réalisée dans les mêmes conditions en utilisant la quercitrine comme standard et qui suit une équation de type : $y = 4,4134 x - 0,001$ avec coefficient $R^2 = 0,99$. Les résultats sont représentés dans la figure 09.

L'analyse statistique montre que la différence entre les teneurs en flavonoïdes en fonction des extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* étudiée est significative ($p < 0.05$) (Figure 09).

La teneur en flavonoïdes la plus élevée a été obtenue avec l'extrait du fruit ($211,34 \pm 3,8$ mg EQ/ g d'extrait), suivi de celle de l'extrait de la tige ($96,68 \pm 1,12$ mg EQ/g d'extrait sec), et de celle de l'extrait des feuilles ($69,34 \pm 4,63$ EQ/g d'extrait sec). Enfin, la teneur la plus faible en flavonoïdes a été enregistrée avec l'extrait de la racine avec un taux de $15,63 \pm 0,82$ mg d'extrait sec.

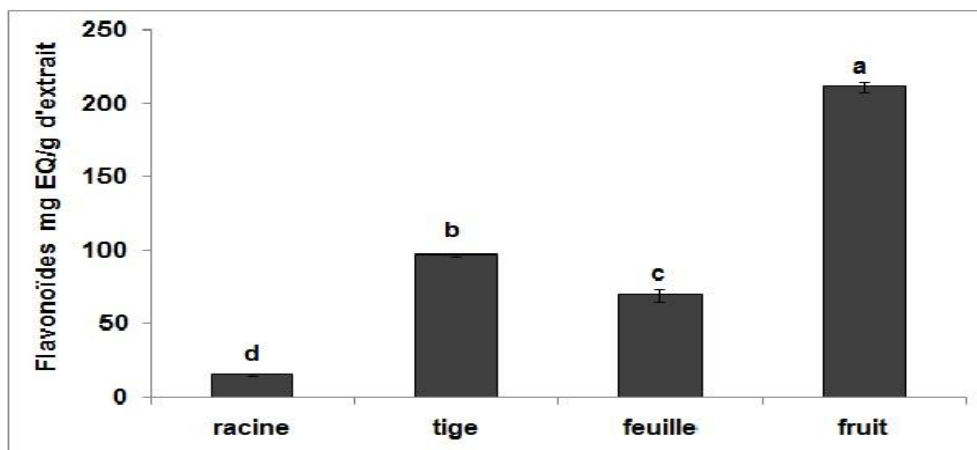


Figure 09 : Teneur en flavonoïdes des extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium*

L'éthanol et les mélange éthanol-eau restent parmi les meilleurs solvants d'extractions des flavonoïdes. De plus, ils sont souvent préférables, car ils présentent plusieurs avantages tel que : ils sont moins cher et donc facilement accessible ; ils sont non polluants ; et surtout, ils sont non toxique par rapport à d'autres solvant tel que le méthanol (Jokić et al., 2010; Mahmoudi et al., 2013).

En comparant les résultats du dosage des flavonoïdes obtenu dans la présente étude et ceux obtenu par Abbassi et ses collaborateurs (Abbassi et al., 2014), on constate que les extraits d'*Ecballium elaterium* récolté dans la localité d'Elkseur (Algérie) est plus riche en flavonoïdes que celle récolté à Béja (Tunisie). Cette différence peut s'expliquer par plusieurs raisons, notamment le lieu de récolte, la période de récolte et l'altitude...etc.

III.2.3. Teneur en tannins

Les analyses quantitatives des tannins sont déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'équation : $y = 1,0842 x + 0,0448$ avec coefficient $R^2 = 0,996$, (Annexe N° II) exprimée en mg équivalent d'acide tannique par g d'extrait sec (mg EAT/g d'extrait) sont représentés dans la Figure 10.

D'après l'analyse statistique, Il existe une différence significative entre les teneurs en tannins ($p < 0.05$), sauf entre les extraits de la tige et de la feuille d'*Ecballium elaterium*.

On remarque d'après la Figure 10 que la partie la plus riche en tannins est le fruit avec une teneur de l'ordre de 33.52 ± 3.84 mg EAT/g d'extrait sec, suivie par la tige et la feuille avec des valeurs proche de l'ordre de $18,14 \pm 4.64$ et 13.84 ± 3.33 respectivement. Pour la racine, sa teneur en tannin est très faible, et qui est seulement de l'ordre de 2.46 ± 1.92 mg EAT/g d'extrait.

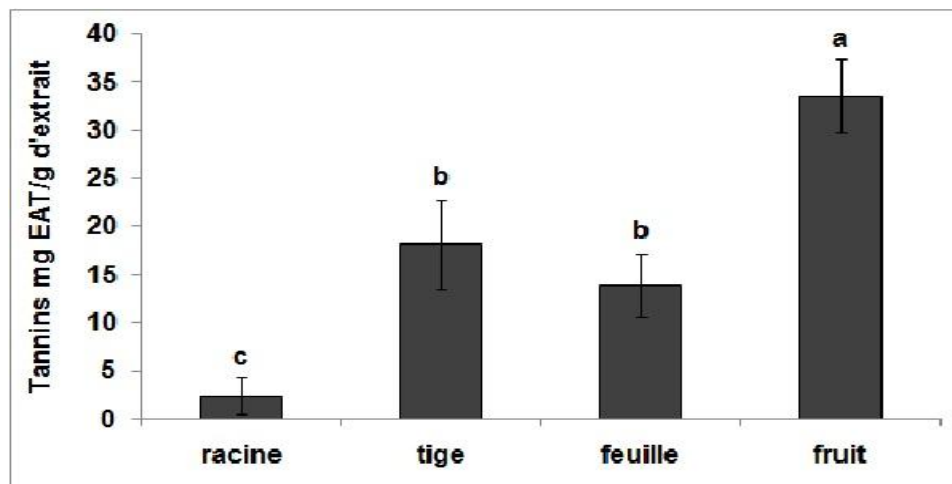


Figure 10 : Teneur des tannins des extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium*

La richesse des organes aériens (fruit, tige et feuilles) d'*Ecballium elaterium* en composé phénolique (polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins) par rapport à l'organe terrestre qui est la racine peut être attribuée aux radiations naturelles qui affectent les composés phénoliques de ses organes. En effet, il ya une relation positive entre les radiations naturel et la synthèse des composés phénolique par les plantes. Ces différences dans la distribution des composés phénoliques entre les organes aériens et terrestre de la plante sont le résultat de l'adaptation des organes aux conditions de l'environnement par la contribution des composés phénoliques dans la protection des organes aériens des plantes contre la photo-oxydation (García-Macías et al., 2007; Niknam and Ebrahimzadeh, 2002)

II.3. Activités antioxydants des extraits d'*Ecballium elaterium*

II.3.1. Activité scavenger du radical DPPH

L'activité de piégeage du radical DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) est la méthode la plus simple de piégeage des radicaux libres et qui a été largement utilisée pour

évaluer le potentiel antioxydant de différents composés ou extraits (Kedare and Singh, 2011). Les composés phénoliques utilisés comme antioxydants réduisent l'électron impair de l'atome d'azote dans le radical DPPH en lui donnant un atome d'hydrogène (Contrerasguzman and Strong, 1982).

L'activité scavenger du radical DPPH par les extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* ainsi du standard (BHA) a été testée, et les Figures 11 et 12 représente la variation du pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration de chaque extrait.

D'après ces résultats, on constate que tous les extraits d'*Ecballium elaterium* présentent une très faible activité inhibitrice vis-à-vis le radical DPPH par rapport à la BHA. La racine et les feuilles ont présenté l'activité la plus élevée. A une concentration de 0.05 (mg/ml), les pourcentages d'inhibition du radical DPPH étaient de l'ordre de $57.61 \pm 0.69\%$ et $55.63 \pm 0.98\%$ respectivement pour les extraits de la racine et des feuilles. Toujours à la même concentration 0.05 (mg/ml), l'extrait du fruit a donné un pourcentage d'inhibition de 43.71 ± 1.73 . Enfin, l'extrait de la tige a donné le plus faible pourcentage $18.25 \pm 3.01\%$ à la concentration de 0.05 (mg/ml). Cependant, ce pourcentage augmente pour atteindre $98.98 \pm 3.52\%$, mais à une concentration beaucoup plus élevée qui est de 1 (mg/ml).

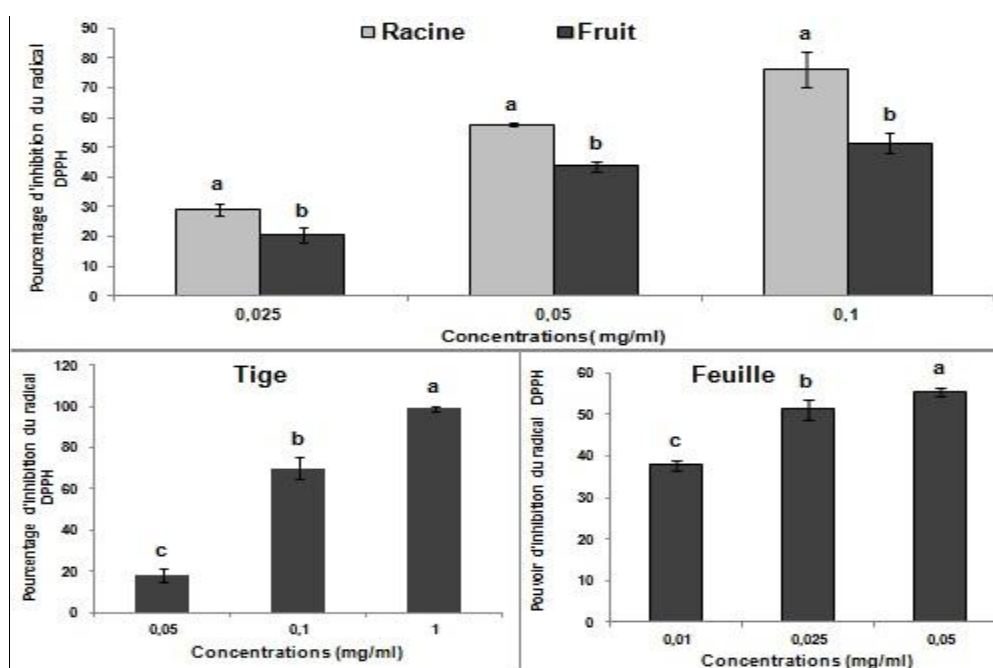


Figure 11 : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* à différentes concentrations.

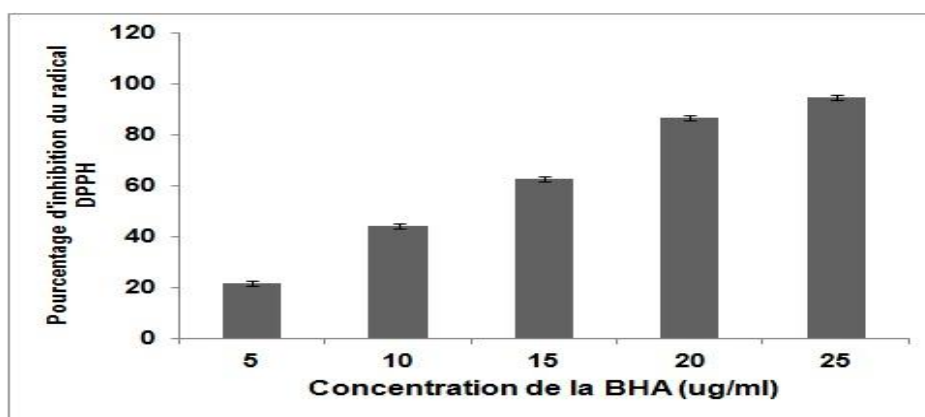


Figure 12 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH par le standard (BHA).

La capacité antioxydant des différents extraits d'*Ecballium elaterium* ainsi que du standard (BHA) est exprimé en IC50 (Tableau III) (Annexe N° III) qui est la concentration qui réduit 50% du radical DPPH. Plus l'IC50 est faible plus l'activité antioxydant est puissante.

On constate que le standard BHA a donné la meilleure capacité réductrice avec un IC50 de l'ordre de $0,011 \pm 0,0001$ (mg/ml). Concernant les extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium*, c'est l'extrait de la feuille qui a donné l'IC50 le plus bas avec $0,016 \pm 0,006$ (mg/ml). Les extraits de la racine, du fruit et de la tige ont exhibé des IC50 respectivement de l'ordre de $0,041 \pm 0,002$ (mg/ml), $0,041 \pm 0,011$ (mg/ml) et $0,068 \pm 0,004$ (mg/ml). Ces résultats exprimés en IC50 confirment ceux cités précédemment concernant les pourcentages d'inhibition du radical DPPH par les quatre extraits.

Tableau III : Valeurs des IC50 des différents extraits d'*Ecballium elaterium* et de la BHA lors de la réduction du radical DPPH.

Extrait	Racine	Tige	Feuilles	Fruit	BHA
IC50 (mg/ml)	$0,041 \pm 0,002$	$0,068 \pm 0,004$	$0,016 \pm 0,006$	$0,041 \pm 0,011$	$0,011 \pm 0,0001$

Une étude récente réalisé par Felhi et ses collaborateurs (Felhi et al., 2016) (Tunisie) sur la capacité de l'extrait méthanolique du fruit d'*Ecballium elaterium* a neutralisé la radical DPPH a donné une meilleure capacité réductrice avec un IC50 de l'ordre de $0,038$ (mg/ml)

par rapport à la présente étude. Cela pourrait être dû à la différence de la période et le lieu de récolte ainsi qu'à la maturation de la plante.

III.3.2. Activité scavenger du radical ABTS

L'activité scavenger du radical ABTS (acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline)-6-sulfonique) est basée sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser un radical cationique ABTS, un chromophore d'une couleur bleu verdâtre avec une absorption caractéristique à 734 nm (Re et al., 1999). L'activité anti-radicalaire des extraits d'*Ecballium* a été aussi évaluée par le test de l'ABTS. Comme le montre la Figure 13, les résultats indiquent que tous les extraits des différentes parties d'*Ecballium elaterium* ont montré une capacité antioxydant élevée. L'activité scavenger du Trolox vis-à-vis du radical ABTS a été aussi testée (Figure 13).

A partir des résultats obtenus, il a été constaté que la capacité des extraits à piéger le radical ABTS augmente avec la l'augmentation de la concentration. A la concentration de 5 (mg/ml), l'effet scavenger contre le radical ABTS le plus puissant a été observé avec l'extrait du fruit avec un pourcentage d'inhibition de l'ordre de $97,59 \pm 0,10\%$. Les extraits de la tige et des feuilles ont donné des pourcentages d'inhibition proche qui sont respectivement de $92,60 \pm 0,18\%$ et $87,36 \pm 0,48\%$. L'activité inhibitrice la moins élevée a été enregistré avec l'extrait de la racine qui a donné un taux d'inhibition de l'ordre de $69,19 \pm 0,38\%$ pour une concentration de 5 (mg/ml). Ses résultats son faible par rapport au standard utilisé. En effet, pour une concentration de 60 ($\mu\text{g/ml}$) de trolox, le taux d'inhibition était de 59,20%.

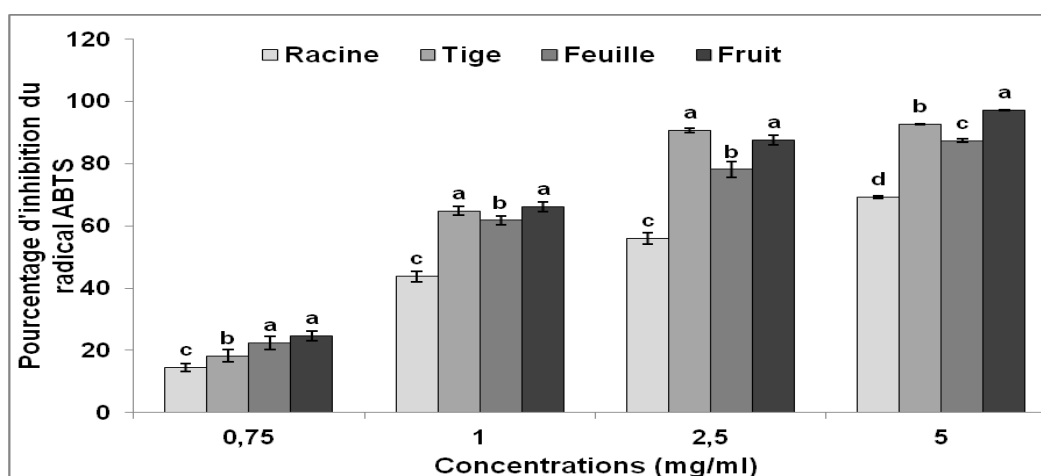


Figure 13 : Pourcentages d'inhibition du radical ABTS par les extraits d'*Ecballium elaterium* à différentes concentrations.

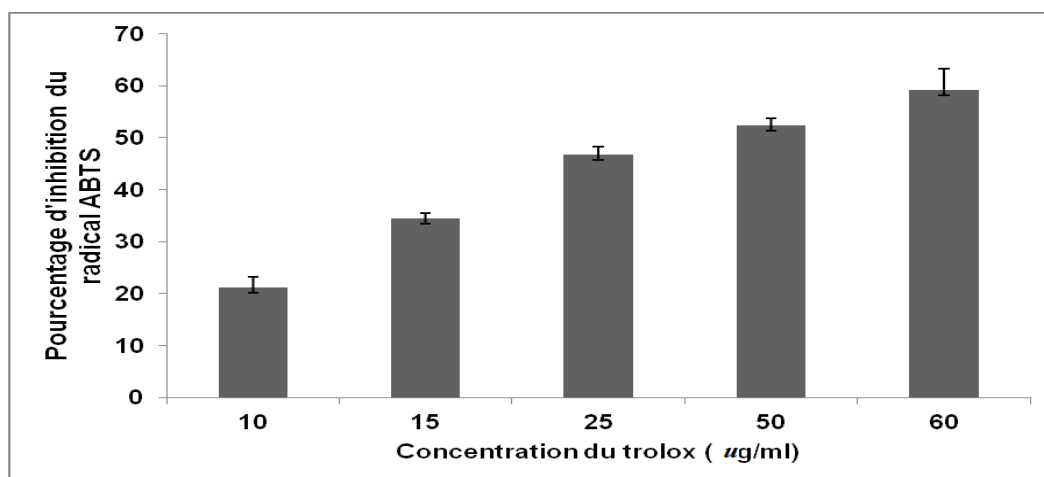


Figure 14 : Pourcentages d'inhibition du radical ABTS par le Trolox à différentes concentrations

Ces résultats sont aussi confirmés par le calcul des concentrations des extraits inhibitrices à 50% du radical ABTS, puisque c'est l'extrait du fruit qui a donné l'IC₅₀ le plus faible qui est de $0,832 \pm 0,003$ (mg/ml) (Tableau IX) (Annexe N°III). Il est suivi respectivement par les extraits des feuilles et de la tige avec des IC₅₀ de l'ordre de $0,882 \pm 0,013$ (mg/ml) et $0,882 \pm 0,007$ (mg/ml). Enfin, comme constaté dans les pourcentages d'inhibition, l'extrait de la racine a donné l'IC₅₀ le plus élevé.

Le trolox utilisé comme antioxydant standard présente une activité inhibitrice largement supérieure à celle de l'extrait (Tableau IX) (Annexe N° III). L'IC₅₀ est de l'ordre de $0,029 \pm 0,0006$. Ce résultat signifie que l'efficacité du phénol synthétique (Trolox) à piéger les radicaux libres comme le radical ABTS est largement meilleure que celle des polyphénols présents dans les extraits des différentes parties d'*Ecballium elaterium*.

Tableau IX : Valeurs des IC₅₀ des différents extraits d'*Ecballium* et du Trolox lors de la réduction du radical ABTS

Extraits	Racine	Tige	Feuille	Fruit	Trolox
IC ₅₀ (mg/ml)	$1,109 \pm 0,015$	$0,882 \pm 0,007$	$0,882 \pm 0,013$	$0,832 \pm 0,003$	$0,029 \pm 0,0006$

L'interaction entre les différents extraits et le radical ABTS permet la diminution de l'absorbance de ce dernier et sa décoloration d'une manière dose dépendante. Ceci peut s'expliquer par le fait que les extraits et les standards puissent réduire le radical ABTS en lui

cédant un atome d'hydrogène ou un électron. On peut conclure que les extraits d'*Ecballium elaterium* peuvent être considérés comme de bon antioxydant (Re et al., 1999)

Une étude par (Siddhuraju and Becker, 2007) a montré que les tannins ont une capacité beaucoup plus élevée à piéger le radical ABTS. Cette efficacité est due notamment à leur poids moléculaire, le nombre d'anneaux aromatiques et la nature de substitution de groupement hydroxyle, plutôt que les groupes fonctionnels spécifiques.

En comparant les résultats de la présente étude avec ceux rapportés par Felhi et ses collaborateurs concernant l'activité de piégeage du radical ABTS, on constate que l'extrait méthanolique du fruit a donné une plus grande activité par rapport à celui de la présente étude ($IC_{50} = 0.37$ (mg/ml) par rapport à un $IC_{50} = 0.76$ (mg/ml)). Cette variation pourrait être due à la différence du solvant utilisé.

III.3.3. Réduction de chlorure ferrique

Le test de réduction du chlorure ferrique est basé sur la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}). C'est un test rapide, reproductible et facile à réaliser (Lim et al., 2007). L'analyse du pouvoir réducteur des différents extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* consiste en la mesure de l'augmentation de l'absorbance des ions ferreux (Fe^{2+}) formés à partir de la réduction des ions ferriques (Fe^{3+}).

Comme indiqué dans la Figure 15, les résultats de l'évaluation de la réduction du chlorure ferrique par les extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* montre une activité réductrice proportionnelle à la concentration des extraits. L'acide ascorbique a été utilisé comme standard et les résultats sont représentés dans la Figure 15.

On constate que l'activité réductrice la plus élevée a été obtenue avec les extraits des feuilles et des fruits en utilisant une concentration de 5 (mg/ml) ($1,642 \pm 0,112$ et $1,620 \pm 0,072$ respectivement). L'extrait de la tige a donné une activité réductrice de l'ordre de $1,505 \pm 0,213$, toujours à la même concentration de 5 mg/ml. Enfin, l'extrait de la racine a donné la plus faible activité réductrice des ions du fer ferrique de l'ordre de $1,047 \pm 0,062$.

Les résultats obtenus montrent que la capacité des extraits à réduire le fer ferrique est largement inférieure à celle de l'acide ascorbique. En effet, pour une concentration de 100 μ g/ml d'acide ascorbique, le pouvoir réducteur était de l'ordre de 0.939 ± 0.009 .

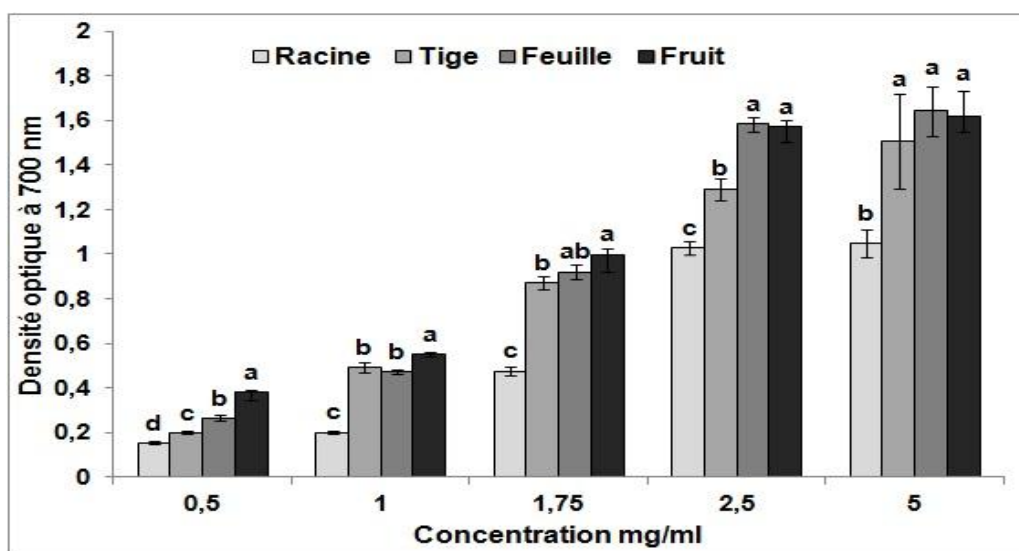


Figure 15 : Pouvoir réducteur des extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium* à différentes concentrations

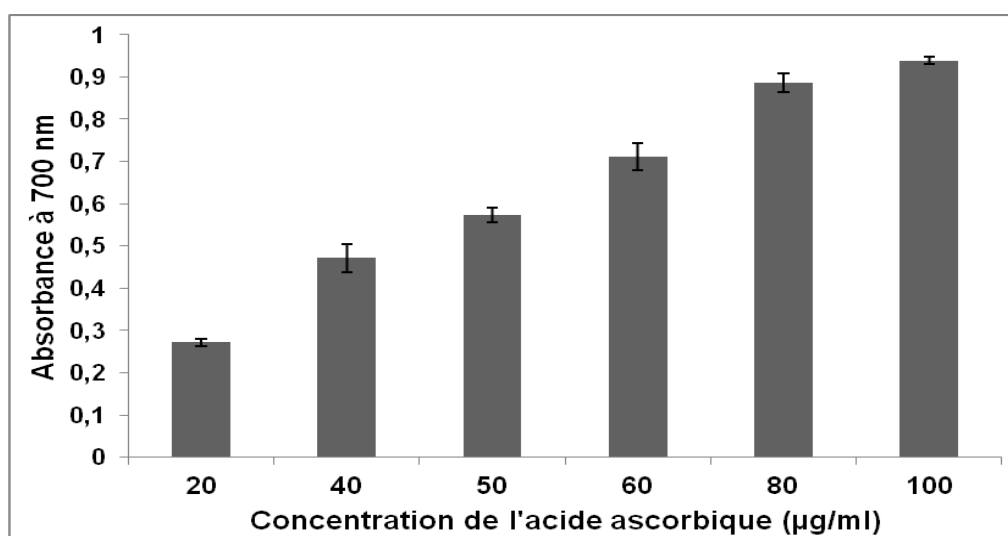


Figure 16 : Pouvoir réducteur de l'acide ascorbique à différents concentrations

Ces résultats sont aussi confirmés par le calcul des concentrations des extraits inhibitrices de 50% du pouvoir réducteur (Annexe N° III) (Tableau X), l'IC₅₀ le plus bas est celui de l'extrait du fruit avec $1,011 \pm 0,060$, donc il possède le pouvoir réducteur le plus élevé. Il est suivi respectivement par les extraits de la tige, de la feuille et de la racine. Cependant, les IC₅₀ des extraits sont très supérieurs à celui de l'acide ascorbique ($0,042 \pm 0,008$), ce qui signifie que le pouvoir réducteur de l'acide ascorbique est beaucoup plus important que ceux des extraits.

Tableau X : Les IC50 du pouvoir réducteur des extraits d'*Ecballium elaterium* et de l'acide ascorbique

Extraits	Racine	Tige	Feuille	Fruit	Acide ascorbique
IC 50 (mg/ml)	1,768±0,024	1,072±0,024	1,223±0,067	1,011±0,060	0.042 ± 0.008

Le pouvoir réducteur des extraits du fruit, des feuilles et de la tige d'*Ecballium elaterium* est probablement dû à la présence des groupements hydroxyles dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneurs d'électrons. Les dosages des différentes classe des composés phénolique a montré que ces trois organes sont les plus riche. Ces groupement hydroxyles des différents composés phénoliques sont considérés comme des réducteurs et inactivateurs des oxydants. Des études ont montrées qu'il existe une relation entre la teneur en composés phénolique et le pouvoir réducteur de plusieurs plantes médicinales. La capacité réductrice de ces plantes est due principalement aux composés phénoliques (Odabasoglu et al., 2004).

III.3.4. Test de blanchissement du β -carotène

Dans ce test, l'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes, suite à l'abstraction des atomes d'hydrogènes à partir de groupements méthylènes diallyliques de l'acide linoléique. Ces radicaux libres vont par la suite oxyder le β -carotène hautement insaturé entraînant ainsi la disparition de sa couleur rouge, qui est suivie spectrophotométriquement à 470 nm. Cependant, la présence d'un antioxydant pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du β -carotène. La cinétique de blanchissement du β -carotène en absence et en présence des extraits d'*Ecballium elaterium*, des antioxydants standards sont représentés dans la figure 17.

Nous remarquons clairement l'activité du contrôle positif (BHT) utilisé, qui produit des absorbances proches au cours du temps de la cinétique, ce qui reflète le grand pouvoir du BHA à protéger le β -carotène et de ce fait, il inhibe et retarde la décoloration de ce dernier. Nous remarquons aussi la cinétique produite par le contrôle négatif qui constitue la limite inférieure de l'activité d'inhibition de la décoloration du β -carotène, avec des absorbances qui convergent vers le zéro. La tige d'*Ecballium elaterium* retarde la décoloration de β -carotène

mieux que le standard utilisé ce qui montre sa forte activité antioxydante. Les autres extraits (feuille, racine et fruit) présentent une activité inférieure à celle du témoin utilisé (BHT).

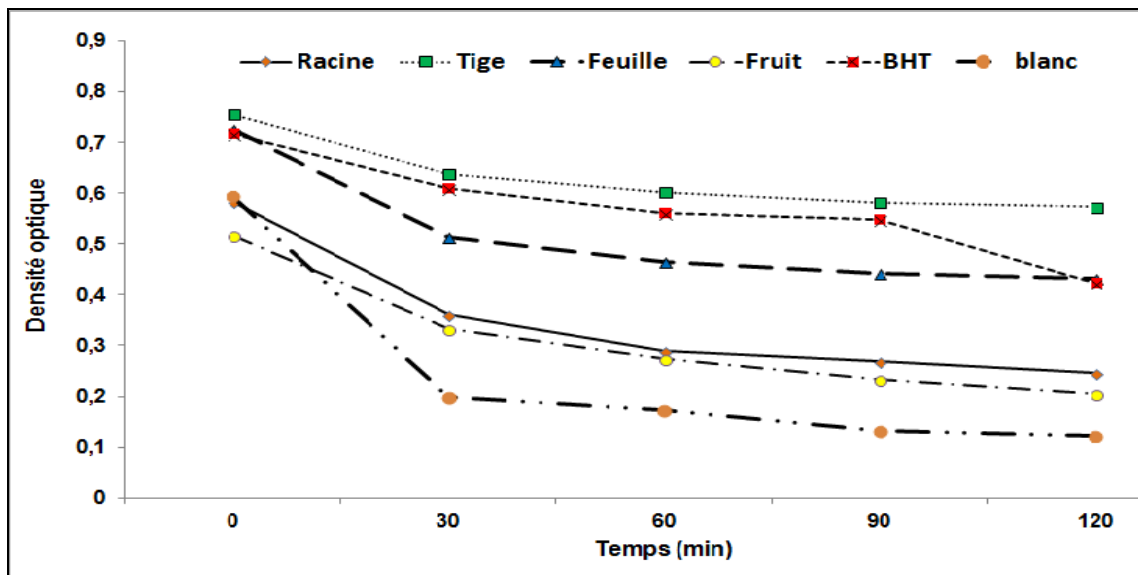


Figure 17 : Cinétique du blanchiment du β -carotène par les extraits des quatre parties d'*Ecballium elaterium*, le standard (BHT) et le contrôle négatif.

Le β -carotène subit une décoloration rapide en l'absence d'un antioxydant, qui aboutit à une réduction de l'absorbance de la solution d'essai avec le temps de réaction, ceci est dû à l'acide linoléique qui produit des hydroperoxydes pendant son incubation à 50°C, ces derniers, attaquent les insaturations du β -carotène, et en conséquence, la couleur caractéristique de ce dernier disparaît (Khadri et al., 2008). De ce fait, la présence d'un antioxydant dans l'extrait permettra de réduire au minimum l'oxydation du β -carotène par les hydroperoxydes (Deba et al., 2008), suggèrent que l'activité antioxydante des polyphénols extraits des plantes réside dans le fait que ces derniers ont la capacité de donner des atomes d'hydrogène aux radicaux libres (hydroperoxydes du milieu réactionnel) issus de l'oxydation de l'acide linoléique et, par conséquent, stoppent l'attaque de ces radicaux sur le β -carotène.

En effet, les résultats faibles obtenus peuvent être attribuées au fait que, la plante est riche en antioxydant polaires, tandis que pour ce test c'est les antioxydants apolaires qui permettent d'inhiber l'oxydation de l'acide linoléique couplée à la β -carotène (Parks et al., 1998).

Aucun résultat du test de blanchissement du β -carotène n'a été rapporté par d'autres auteurs sur la même plante pour pouvoir comparer nos résultats.

Conclusion

Conclusion

De nos jours, un grand nombre de plantes médicinales possèdent des propriétés biologiques très importantes liées certainement aux vertus thérapeutiques attribués à une gamme extraordinaire de molécules bioactives synthétisées par la plante, non seulement comme des agents chimiques contre les maladies, les herbivores et les prédateurs mais aussi comme des agents médicinaux tels que les antioxydants.

La présente étude avait pour objectif l'extraction des composés phénoliques et leurs quantifications ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits des différentes parties d'*Ecballium elaterium* (racine, tige, feuille et fruit) *in vitro*.

Les rendements d'extraction varient en fonction de l'organe végétal étudié. Le dosage des différentes classes de composés phénolique (polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins) exprimé par rapport au poids de l'extrait sec s'est montré plus ou moins important. Cette analyse quantitative des différents extraits d'*Ecballium elaterium* a révélé qu'elle est riche en polyphénols totaux avec des taux qui varient de 26.12 ± 1.85 mg EAG/g pour la tige à 116.05 ± 1.82 mg EAG/g pour le fruit. Les teneurs des flavonoïdes quant à elles varient aussi de $15,63 \pm 0.82$ mg EQ/ g d'extrait pour la racine à 211.34 ± 3.8 mg EQ/ g d'extrait pour le fruit. Enfin, l'analyse des tannins a révélé que cette plante en est pauvre. Il est à noter que le fruit d'*Ecballium elaterium* est l'organe le plus riche en composés phénoliques.

L'activité anti-radicalaire, vis-à-vis des radicaux DPPH et ABTS a montré que les IC₅₀ les plus bas pour ses deux tests sont de l'ordre $0,016 \pm 0,006$ (mg/ml) pour la tige et $0,832 \pm 0,003$ (mg/ml) pour le fruit respectivement. Le pouvoir réducteur déterminé par la méthode de FRAP a révélé que c'est l'extrait du fruit s'est montré le plus efficace avec un l'IC₅₀ l'ordre de $1,011 \pm 0,06$ (mg/ml). Par contre, le test de blanchissement du β -carotène a montré que c'est l'extrait de la tige qui est le plus actif comme inhibiteur de l'oxydation de l'acide linoléique couplée à celle du β -carotène.

Au terme des résultats obtenus dans la présente étude, qui représente un travail préliminaire d'investigation sur *Ecballium elaterium*, il est souhaitable de l'approfondir ultérieurement par une étude phytochimique avancée dans le but d'isoler et d'identifier les différents composés phénoliques présents, doués d'activité antioxydant. Il serait aussi intéressant de tester les différentes molécules isolées *in vivo* sur différents modèles biologiques afin d'estimer leur réel pouvoir antioxydant sur des modèles biologiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abbassi, F., Ayari, B., Mhamdi, B., Toumi, L. (2014). Phenolic contents and antimicrobial activity of squirting cucumber (*Ecballium elaterium*) extracts against food-borne pathogens. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 27(3): 475-479.

Adwan, G., Salameh, Y., Adwan, K. (2001). Effect of ethanolic extract of *Ecballium elaterium* against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, (6): 456-460.

Agil, A., Miró, M., Jimenez, J., Aneiros, J., Caracuel, M.D., García-Granados, A., Navarro, M.C. (1999). Isolation of an anti-hepatotoxic principle from the juice of *Ecballium elaterium*. *Planta medica* 65(07): 673-675.

Amiot, M.-J., Riollet, C., Landrier, J.-F. (2009). Polyphénols et syndrome métabolique: Polyphenols and metabolic syndrome. *Médecine des maladies métaboliques*, 3(5) : 476-482.

Attard, E., Attard, H. (2008). Antitrypsin activity of extracts from *Ecballium elaterium* seeds. *Fitoterapia*, 79(3) : 226-228.

Baudin, B. Stress oxydant et pathologies cardiovasculaires. (2006). *Mt Cardio*, 2(1) : 43-52.

Beaudeau, J.-L., Peynet, J. (2006). Bonnefont-Rousselot, D., Therond, P., Delattre, J., Legrand, A. Sources cellulaires des espèces réactives de l'oxygène et de l'azote: Implication dans la transcription et la régulation des gènes, *Annales pharmaceutiques françaises*. Elsevier. Pp :373-381.

Benhammou, N., Bekkara, F.A., Panovska, T.K. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(2): 022-028.

Berger, M.M. (2008). Manipulations nutritionnelles du stress oxydant: état des connaissances. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20(1): 48-53.

Bohlooli, S., Jafari, N., Jahed, S. (2012). Cytotoxic effect of freeze-dried extract of *Ecballium elaterium* fruit on gastric adenocarcinoma (AGS) and esophageal squamous cell carcinoma (KYSE30) cell lines. *Journal of gastrointestinal cancer*, 43(4): 579-583.

Boizot, N., Charpentier, J.-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, Numéro spécial 2006: Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, 79-82.

Boullard, B. (2001). *Plantes médicinales du monde: croyances et réalités*. De Boeck Secundair.

- Bourgou, S., Beji, R.S., Medini, F., Ksouri, R. (2016). Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. *Journal of New Sciences* 28.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11) : 317-333.
- Castronovo, V. (2003). Alimentation et cancer. *Revue médicale de Liege*, 58(4) : 231-239.
- Contrerasguzman, E., Strong, F. (1982). Determination of tocopherols (vitamin-E) by reduction of cupric ion. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*.
- Costich, D.E., Meagher, T.R. (1992). Genetic variation in *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae): breeding system and geographic distribution. *Journal of evolutionary Biology*, 5(4): 589-601.
- Cowan, M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4): 564-582.
- Dapkevicius, A., Van Beek, T., Linssen, J., Venskutonis, R. (1998). Rapid spectroscopic screening for antioxidant activity in sage, thyme and oregano isolates with the beta-carotene-linoleic acid model system, Symposium Natural Product Analysis: Chromatography, Spectroscopy, Biological Testing. P. Schreier, M. Herderich, HU Humpf, W. Schwab (eds.) Friedr. Vieweg and Son Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, Germany. Pp: 235-237.
- Davies, K.J. (2000). Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. *IUBMB life*, 50(4-5): 279-289.
- Deba, F., Xuan, T.D., Yasuda, M., Tawata, S. (2008). Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. var. *Radiata*. *Food control*, 19(4) : 346-352.
- Deby-Dupont, G., Deby, C., Lamy, M. (2002). Données actuelles sur la toxicité de l'oxygène. *Réanimation*, 11(1) : 28-39.
- Defraigne, J.-O., Pincemail, J. (2008). Stress oxydant et antioxydants: mythes et réalités. *Revue médicale de Liege*, 63 : 10-19.
- Descamps, E., Gelé, P., Bordet, R., Vamecq, J. (2006). Modulation pharmacologique du stress oxydatif. *La lettre du pharmacologue*, 20(4) : 107-118.
- Doat, J. (1978). Les tanins dans les bois tropicaux. *Bois & forets des tropiques*, 182(182) : 37-54.

- Fahn, A., Shimony, C. (2001). Nectary structure and ultrastructure of unisexual flowers of *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich.(Cucurbitaceae) and their presumptive pollinators. *Annals of Botany*, 87(1): 27-33.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5) : 372-379.
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique* 108.
- Favier, A. (2006). Stress oxydant et pathologies humaines, Annales pharmaceutiques françaises. *Elsevier*, pp :390-396.
- Felhi, S., Hajlaoui, H., Ncir, M., Bakari, S., Ktari, N., Saoudi, M., Gharsallah, N., Kadri, A. (2016). Nutritional, phytochemical and antioxidant evaluation and FT-IR analysis of freeze dried extracts of *Ecballium elaterium* fruit juice from three localities. *Food Science and Technology*, 36(4): 646-655.
- García-Macías, P., Ordidge, M., Vysini, E., Waroonphan, S., Battey, N.H., Gordon, M.H., Hadley, P., John, P., Lovegrove, J.A., Wagstaffe, A. (2007). Changes in the flavonoid and phenolic acid contents and antioxidant activity of red leaf lettuce (*Lollo Rosso*) due to cultivation under plastic films varying in ultraviolet transparency. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(25): 10168-10172.
- Gardès-Albert, M., Bonnefont-Rousselot, D., Abedinzadeh, Z., Jore, D. (2003). Espèces réactives de l'oxygène. *L'actualité chimique*, 91.
- Greige-Gerges, H., Khalil, R.A., Mansour, E.A., Magdalou, J., Chahine, R., Ouaini, N. (2007). Cucurbitacins from *Ecballium elaterium* juice increase the binding of bilirubin and ibuprofen to albumin in human plasma. *Chemico-Biological Interactions*, 169(1); 53-62.
- Gry, J. (2006). Cucurbitacins in plant food. Nordic Council of Ministers.
- Hagerman, A.E., Butler, L.G. (1978). Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 26(4): 809-812.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M. (1990). The antioxidants of human extracellular fluids. *Archives of biochemistry and biophysics*, 280(1) : 1-8.
- Hemalatha, S., Wahi, A., Singh, P., Chansouria, J. (2010). Evaluation of anti-hyperglycemic and free radical scavenging activity of *Melothria maderaspatana* Linn. in streptozotocin-induced diabetic rats. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 4(11) ; 817-822.
- Hubert, J. (2006). Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja: étude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. Institut National Polytechnique de Toulouse.

Ielciu, I.-I., Frederich, M., Tits, M., Angenot, L., Paltinean, R., Cieckiewicz, E., Crisan, G., Vlase, L. (2016). *Bryonia alba* L. and *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich.-Two related species of the Cucurbitaceae family with important pharmaceutical potential. *Farmacía*, 64(3) : 323-332.

Jaradat, N., Jodehb, S., Rinnob, T., Kharoof, M., Zaida, A. N., Hannon, M., 2012. Determination the presence of phyto melin in *Ecballium elaterium* to approve its flok uses. *International Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 4(2): 233-237.

Jokić, S., Velić, D., Bilić, M., Bucić-Kojić, A., PIANiNić, M., ToMAS, S. (2010). Modelling of the process of solid-liquid extraction of total polyphenols from soybeans. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(3): 206-212.

Kedare, S.B., Singh, R. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of food science and technology*, 48(4): 412-422.

Khadri, A., Serralheiro, M., Nogueira, J., Neffati, M., Smiti, S., Araujo, M. (2008). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–mass spectrometry and ¹³C NMR. *Food Chemistry*, 109(3): 630-637.

Kloutsos, G., Balatsouras, D.G., Kaberos, A.C., Kandiloros, D., Ferekidis, E., Economou, C., 2001. Upper airway edema resulting from use of *Ecballium elaterium*. *The Laryngoscope*, 111(9): 1652-1655.

Koehlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygène, stress oxydant et supplémentations antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20(4) : 165-177.

Lamaison, J., PETITJEN-FREYTET, C., Carnat, A. (1990). Teneurs en acide rosmarinique, en dérivés hydroxycinnamiques totaux et activité antioxydante chez les apiacées, les borraginacées et les laminacées médicinales, *Annales pharmaceutiques françaises*. *Masson*, pp. 103-108.

Lavie, D., Szinai, S., (1958). The Constituents of *Ecballium elaterium* L. II. α -Elaterin1, 2. *Journal of the American Chemical Society*, 80(3): 707-710.

Lim, Y., Lim, T., Tee, J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*, 103(3): 1003-1008.

Macheix, J.-J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *PPUR presses polytechniques*.

Mahmoudi, S., Khali, M., Mahmoudi, N. (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*, (9): 35.

- 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.
- Marc, F., Davin, A., Deglene-Benbrahim, L., Ferrand, C., Baccaunaud, M., Fritsch, P. (2004). Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *médecine/sciences*, 20(4) : 458-463.
- Martin, S., Andriantsitohaina, R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium, *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie. Elsevier*, pp. 304-315.
- Mates, J. (2000). Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. *Toxicology*, 153(1-3) : 83-104.
- Névière, R., (2008). Physiopathologie mitochondriale et syndrome septique. *Réanimation*, 17(3) : 185-191.
- Niknam, V., Ebrahimzadeh, H. (2002). Phenolics content in Astragalus species. *Pak. J. Bot*, 34(3): 283-289.
- Nthony Scicluna-Spiteri, A., (2001). Ecballium elaterium: an in vitro source of cucurbitacins. *Fitoterapia*, 72(1) : 46-53.
- Obaton, M.F. (1947). Sur la projection des graines de l'Ecballium Elaterium Rich. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 94(3-4) : 95-98.
- Odabasoglu, F., Aslan, A., Cakir, A., Suleyman, H., Karagoz, Y., Halici, M., Bayir, Y. (2004). Comparison of antioxidant activity and phenolic content of three lichen species. *Phytotherapy Research*, 18(11): 938-941.
- Ostertag, L.M., O'kenedy, N., Kroon, P.A., Duthie, G.G., De Roos, B.. (2010). Impact of dietary polyphenols on human platelet function—a critical review of controlled dietary intervention studies. *Molecular nutrition & food research*, 54(1): 60-81.
- Parks, E.J., German, J.B., Davis, P.A., Frankel, E.N., Kappagoda, C.T., Rutledge, J.C., Hyson, D.A., Schneeman, B.O. (1998). Reduced oxidative susceptibility of LDL from patients participating in an intensive atherosclerosis treatment program. *The American journal of clinical nutrition*, 68(4): 778-785.
- Pastre, J., Priymenko, N. (2007). Intérêt des anti-oxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. *Revue de médecine vétérinaire*, 1(4) : 180-189.
- Peynaud, E., Sudraud, P., Ribereau-Gayon, P. (1972). Sciences et techniques du vin. Tome.
- Pincemail, J., Heusele, C., Bonté, F., Limet, R., Defraigne, J. (2001). Stress oxydant, antioxydants nutritionnels et vieillissement. *Act Med Int*, 4 : 18-23.

Quézel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.

Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., Pouysegu, L. (2011). Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(3): 586-621.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26 (9-10) : 1231-1237.

Rees, J., Zal, F., Thome, J. (2004). Enfer et paradis: la toxicité de l'oxygène chez les organismes abyssaux. *Océanis*, 30(3) : 277.

Renard, R., Cottureau, P., Cayla, L. (2002). Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la méthode ITV standard. *Revue française d'œnologie*, (193) : 10-16.

Ribéreau-Gayon, P. (1968). Les Composés phénoliques des végétaux: par Pascal Ribéreau-Gayon. Dunod.

Salhab, A.S. (2013). Human exposure to Ecballium elaterium fruit juice: fatal toxicity and possible remedy. *Pharmacology & Pharmacy*, 4(05): 447.

Siddhuraju, P., Becker, K. (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chemistry*, 101(1): 10-19.

Sies, H. (1991). Oxidative stress: from basic research to clinical application. *The American journal of medicine*, 91 (3): S31-S38.

Tessier, F., Marconnet, P. (1995). Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice. *Science & sports*, 10(1): 1-13.

Wong, C.-C., Li, H.-B., Cheng, K.-W., Chen, F. (2006). A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chemistry*, 97(4): 705-711.

Wu, D., Cederbaum, A.I., 2003. Alcohol, oxidative stress, and free radical damage. *Alcohol Research and Health*, 27: 277-284.

Yesilada, E., Tanaka, S., Sezik, E., Tabata, M. (1988). Isolation of an anti-inflammatory principle from the fruit juice of *Ecballium elaterium*. *Journal of Natural Products*, 51(3): 504-508.

Annexes

Annexes N° I: Matériels et réactifs utilisés

Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> - Bain marie (Raypa). - Balance de précision (adventurer). - Baro magnétique. - Bécher. - Broyeur électrique (Retsch). - Centrifugeuse (Sigma). - Entonnoir. - Ependrof - Eprouvette gradué. - Etuve. - Fiole jaugée. - Micropipettes - Micro-Spatule. - Papier absorbant. - Papier aluminium. - Papier filtre. - pH mètre (BOECO Germny BT-675). - Pissette. - plaque agitatrice. - Portoir à tube. - Réfrigérateur. - Rotavapor. - Spectrophotomètre UV/Vis (Rayleigh Vis-723). - Tamiseur électrique (Retsh). - Tube à essai. 	<ul style="list-style-type: none"> - ABTS (C₁₈H₁₈N₄O₆S₄). - Acide acétique (CH₃COOH). - Acide ascorbique (C₆H₈O₆). - Acide chlorhydrique (HCL). - Acide gallique (C₇H₆O₅). - Acide linoléique (C₁₈H₃₂O₂). - Acide tannique (C₇₆H₅₂O₄₆). - Acide trichloracétique (C₂HCl₃O₂). - Carbonate de sodium (Na₂CO₃). - Chloroforme (CHCl₃). - Chlorure de sodium (NaCl).l -Chlorure ferrique (FeCl₃). - DPPH (C₁₈H₁₂N₅O₆) - Eau oxygénée (H₂O₂). - Ethanol à 70% (C₂H₆O). - FeCl₃ (chlorure ferrique). - Ferricyanure de potassium (K₃Fe(CN)₆). - Folin-Ciocalteu. - Hydroxytoluène butylé (BHT). - L'hydroxyanisole butylé (BHA). - Le méthanol (CH₃OH). - Le Trolox (C₁₄H₁₈O₄). - Persulfate de potassium (K₂S₂O₈). - Protéine albumine de sérum bovin (BSA). - Quercetine (C₁₅H₁₀O₇). -SDS (NaC₁₂H₂₅SO₄). -TEA. - Trichlorure d'aluminium (AlCl₃). - Tween 40. - β-carotène (C₄₀H₅₆).

Annexe N° II : Les courbes d'étalonnages pour le dosage des antioxydants.

➤ Courbe d'étalonnage utilisée pour le dosage des polyphénols en utilisant l'acide gallique.

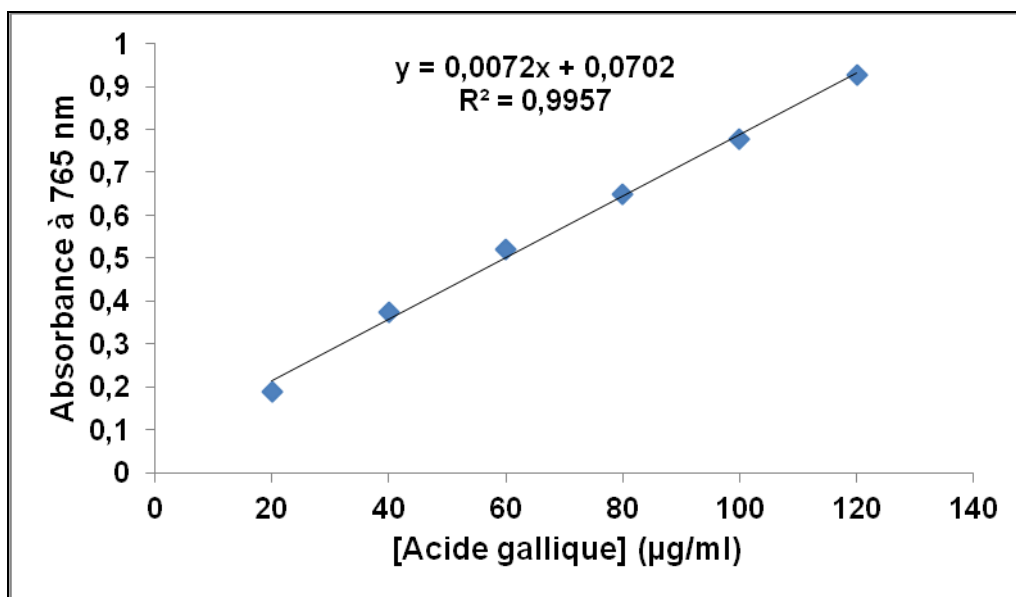


Figure 1 : Variation de l'absorbance à 765 nm en fonction de la concentration de l'acide gallique.

Courbe d'étalonnage utilisée pour le dosage des flavonoïdes en utilisant la quercétine.

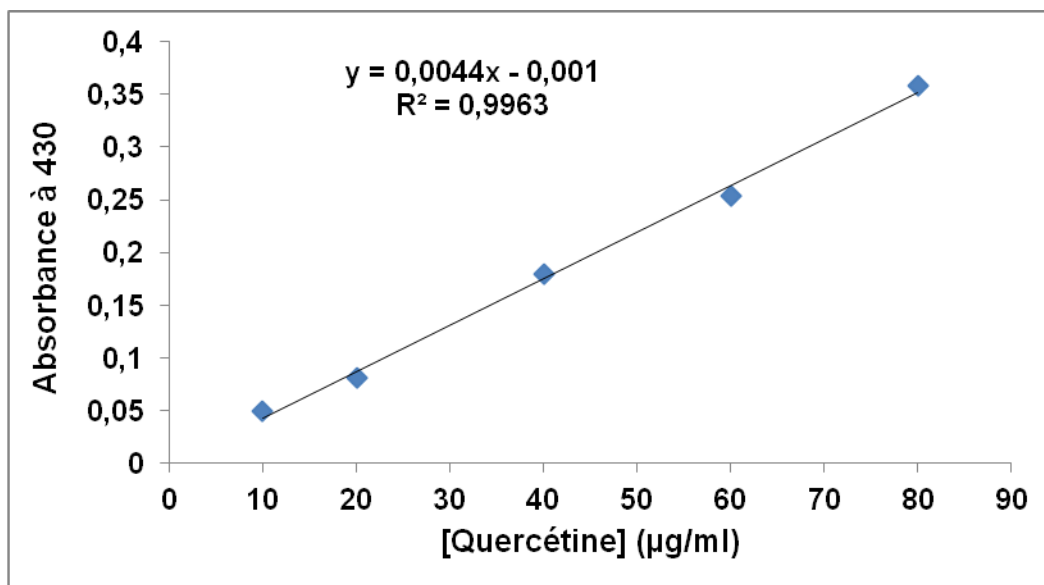


Figure 2 : Variation de l'absorbance à 430 nm en fonction de la concentration de la quercétine.

- Courbe d'étalonnage utilisée pour le dosage des tannins en utilisant l'acide tannique.

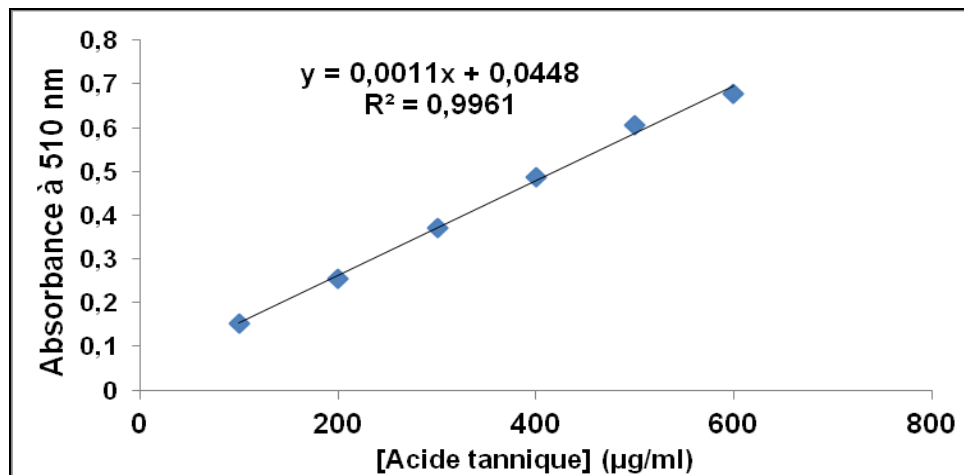


Figure 3 : Variation de l'absorbance à 510 nm en fonction de la concentration de l'acide tannique.

Annexe N° III : les graphes utilisés pour le calcul des IC 50 par le logiciel Origin 8.

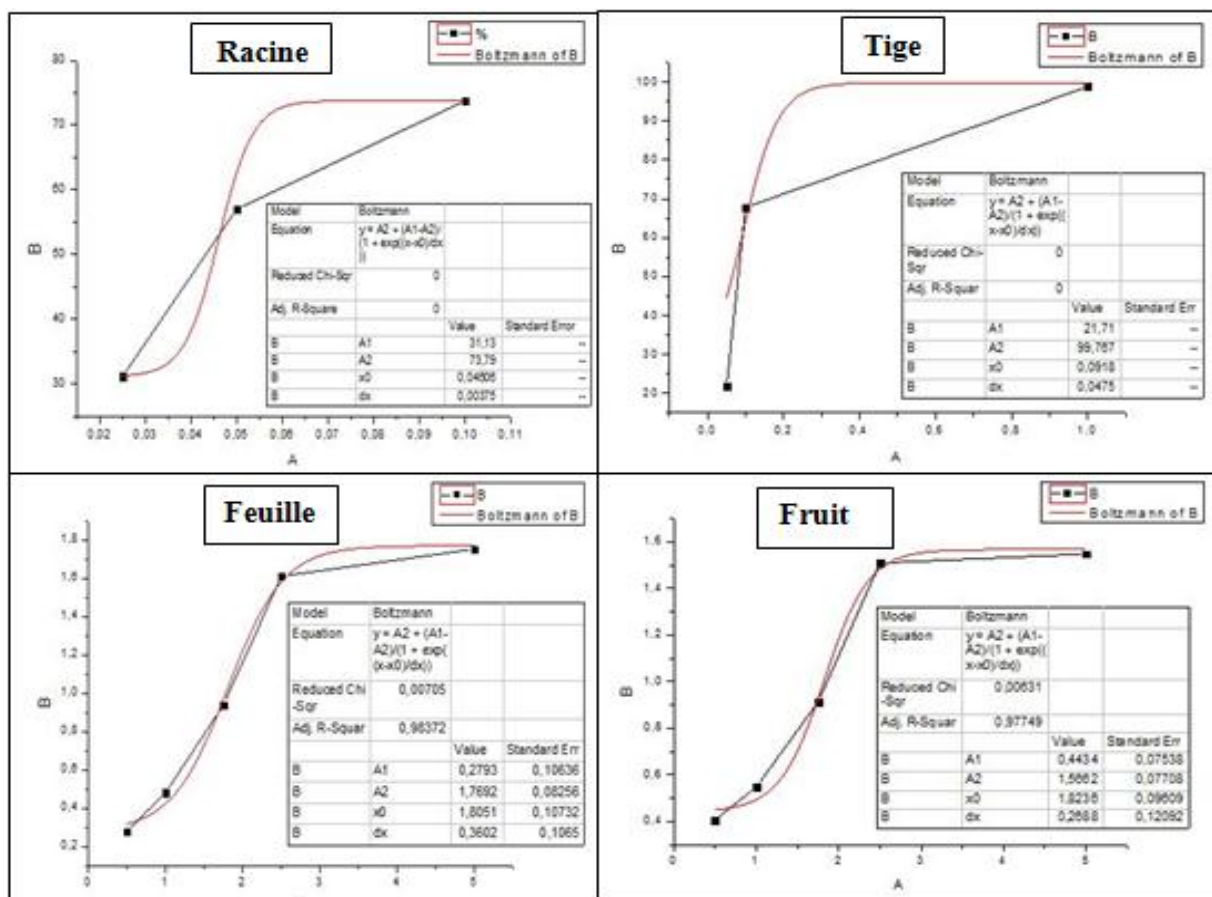


Figure 04 : graphes utilisés pour le calcul des IC 50 des différentes parties d'*Ecballium elaterium* pour le test du DPPH.

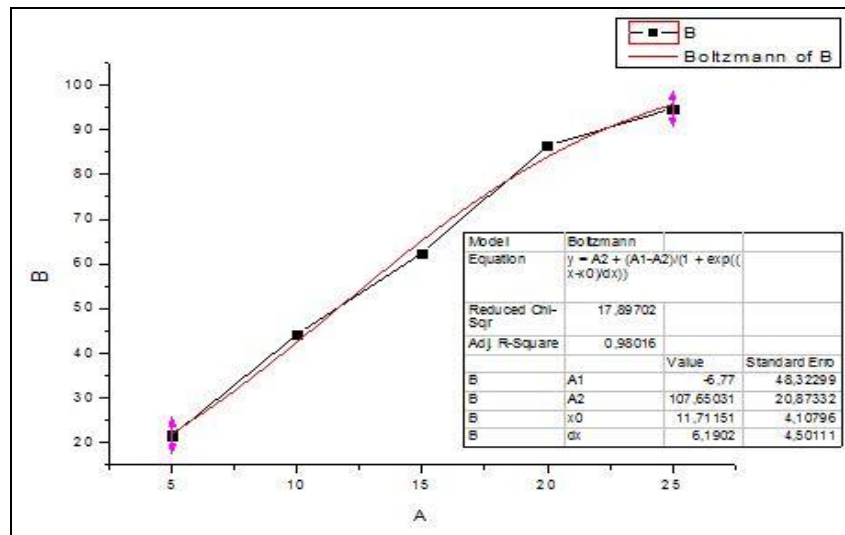


Figure 05 : graphe utilisé pour le calcul de l'IC 50 du standard BHA pour le tes du DPPH.

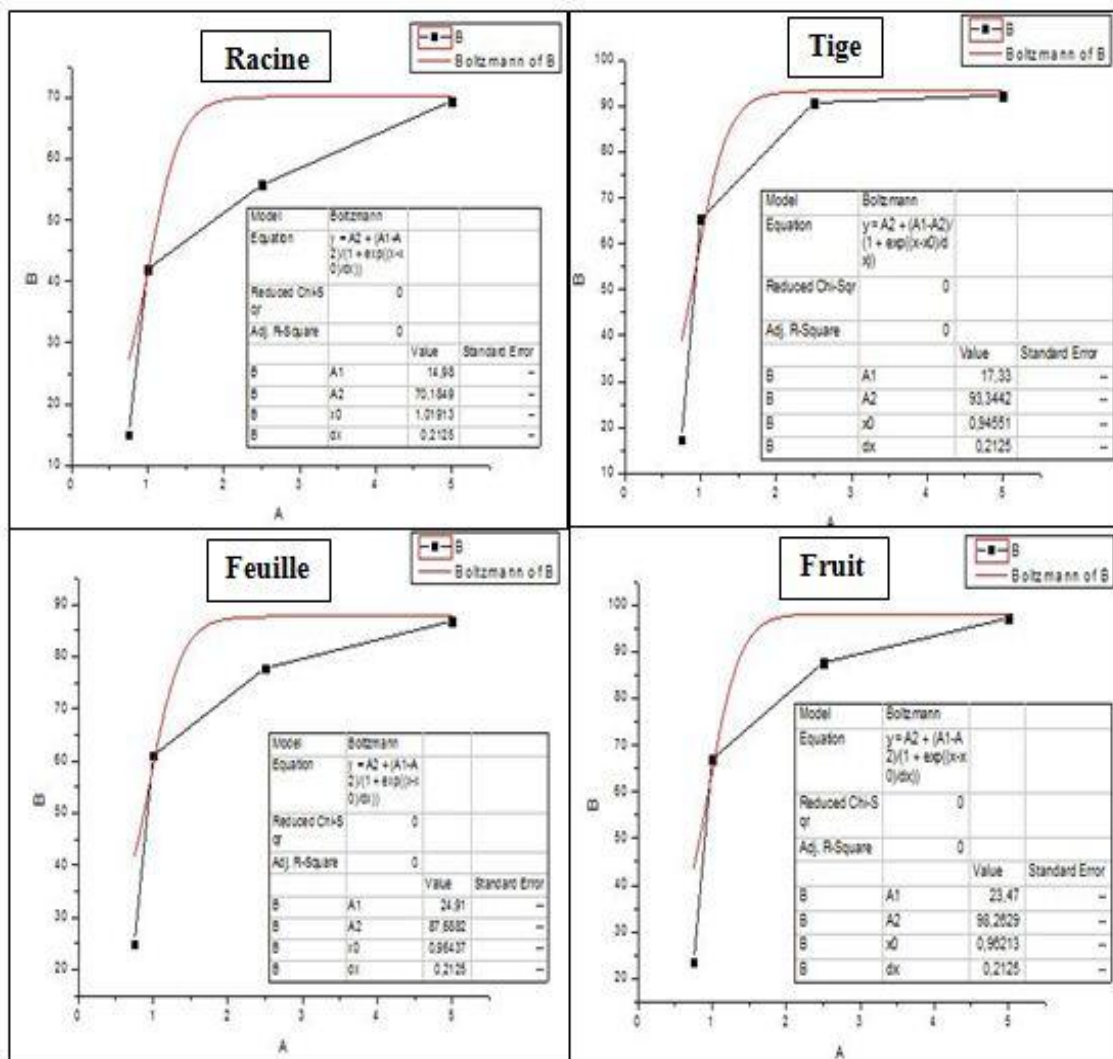


Figure 06 : graphes utilisés pour le calcul des IC 50 des différentes parties d'Ecballium elaterium pour le tes de l'ABTS.

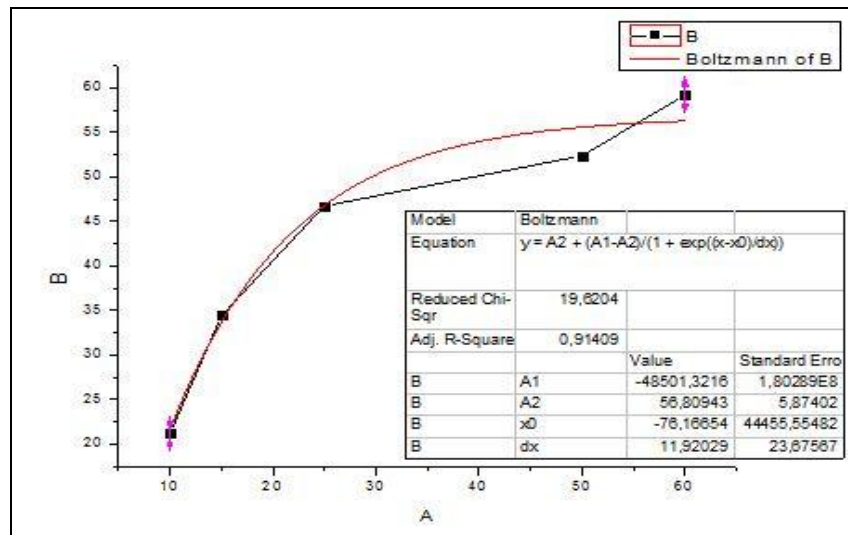


Figure 07 : graphe utilisé pour le calcul de l'IC 50 du Trolox pour le tes de l'ABTS.

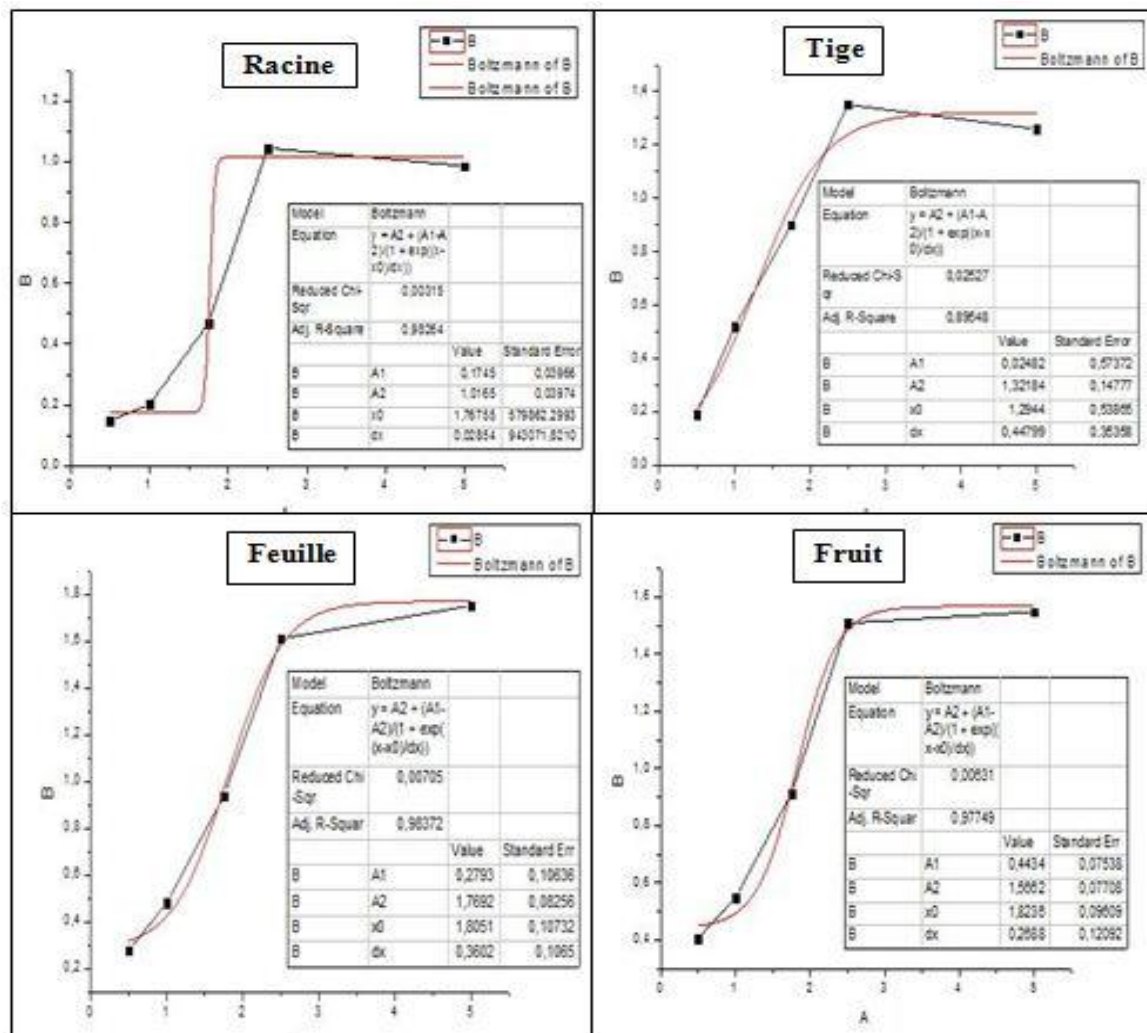


Figure 08 : graphes utilisés pour le calcul des IC 50 des différentes parties d'Ecballium elaterium pour le tes DU pouvoir réducteur.

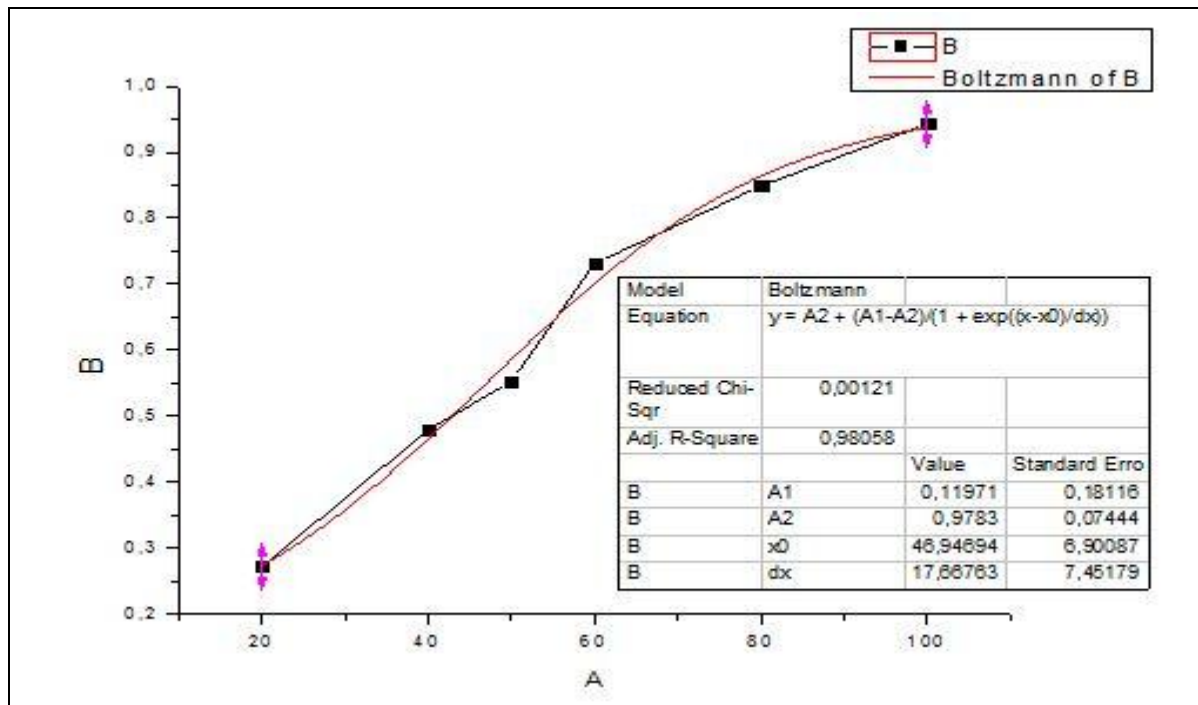


Figure 09 : graphe utilisé pour le calcul de l'IC 50 de l'acide ascorbique pour le tes du pouvoir réducteur.

Résumé

Ecballium elaterium connue sous le nom du concombre sauvage est une plante de la famille des cucurbitacées, largement utilisé dans la médecine traditionnelle. Le présent travail porte sur une étude de la teneur des différents antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins) et l'activité antioxydante des différentes parties (racines, tiges, feuilles et fruits) d'*Ecballium elaterium*. Dans cette recherche, l'éthanol 70%, a été utilisé comme solvant pour l'extraction des composés phénoliques par épuisement. Le meilleur rendement a été obtenu avec la feuille. L'analyse phytochimique a montré que le fruit est le meilleur extracteur des composés phénoliques. L'évaluation, *in vitro*, de l'activité antioxydante des différents extraits bruts d'*Ecballium elaterium* a été réalisée par quatre méthodes, à savoir : le piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH.), Activité scavenger du radical (acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline)-6-sulfonique) ABTS, le pouvoir réducteur de fer et le test de blanchissement de la β -carotène. Ces extraits ont présenté des activités anti radicalaires et anti oxydantes intéressantes. Pour l'activité scavenger du radical DPPH, le meilleur résultat a été enregistré par la feuille, alors que pour celle du radical ABTS c'est le fruit qui a montré la meilleure activité, le fruit a enregistré aussi le meilleur IC 50 pour la réduction du fer. Enfin pour le blanchissement du β -carotène, la tige mieux réduit l'oxydation du β -carotène.

Mots clés : *Ecballium elaterium*, composés phénoliques, activité antioxydante et β -carotène.

Abstract

Ecballium elaterium known as wild cucumber is a plant of the Cucurbitaceae family, widely used in traditional medicine. The present work concerns a study of the content of the different antioxidants (total polyphenols, flavonoids and tannins) and the antioxidant activity of the different parts (roots, stems, leaves and fruits) of *Ecballium elaterium*. In this research, 70% ethanol was used as a solvent for the extraction of phenolic compounds by exhaustion. The best yield was obtained with the leaf. Phytochemical analysis has shown that the fruit is the best extractor of phenolic compounds. The evaluation, *in vitro*, of the antioxidant activity of the different crude extracts of *Ecballium elaterium* was carried out by four methods: the entrapment of the radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH.), the scavenger activity of the radical (2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid) ABTS, the iron reducing power and the β -carotene bleaching test. These extracts showed interesting anti-free radical and antioxidant activities. For the scavenger activity of the radical DPPH, the best result was recorded by the leaf, whereas for that of the radical ABTS it is the fruit which showed the best activity, the fruit also recorded the best IC 50 for the reduction iron. Finally for the β -carotene bleaching, the stem reduced better the oxidation of β -carotene.

Key words: *Ecballium elaterium*, phenolic compounds, antioxidant activity and β -carotene.

ملخص

القتاء البري المعروف باسم الخيار البري هو نبات من عائلة القرعيات التي تستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي. يتعلق هذا العمل بدراسة لمحتوى مضادات الأكسدة المختلفة (البوليفينول الكلي، الفلافونويد والتانينات) و أيضا النشاط المضاد للأكسدة لمختلف الأجزاء (الجزور والسيقان والأوراق والثمار) من القتاء البري. في هذا البحث تم استخدام الإيثانول 70 ٪ كمذيب لاستخراج المركبات الفينولية عن طريق الإرهاق. تم الحصول على أفضل عائد مع الورقة. وقد أظهر التحليل الكيميائي النباتي أن الفاكهة هي أفضل مستخلص للمركبات الفينولية. تم تنفيذ التقييم، في المختبر، لنشاط مضادات الأكسدة من المستخلصات الخام المختلفة من خلال أربع طرق، و هي : حصر الجزور الحرة، والحد من الحديد واختبار تبييض البيتا كاروتان . هذه التجارب أظهرت نتائج مثيرة للاهتمام. بالنسبة للنشاط الراديكالي، تم تسجيل أفضل نتيجة من قبل الورقة. كما سجلت الثمرة أفضل نتيجة للحد من الحديد. وأخيرا بالنسبة لتبييض البيتا كاروتان سجل الساق أفضل نتيجة.

الكلمات المفتاحية : القتاء البري، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة و البيتا كاروتان.