



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Toxicologie

Intitulé

**Etudes des activités biologiques d'une plante d'une plante
médicinale «*Pistacia lentiscus L* »**

Présenté par : LOUASSAA HAIZIA

Soutenu le : 15-09-2019

Devant le jury :

Président :	BENRADIA Hamida	MCB	(Univ: BBA).
Encadrant:	HADDACHE Lamia	MAB	(Univ: BBA).
Examineur :	GUERGOURE Hassina	MCB	(Univ: BBA).

Année universitaire : 2018/2019

Remerciement

*Tout d'abord je tiens à remercier DIEU le tout puissant de
m'avoir
donné le courage et la
Volonté de terminer ce travail*

*En tout premier lieu je tiens à remercier ma promotrice Mme
HADDACHE. L de m'avoir proposée ce sujet, de m'avoir
guidée,
soutenue et encouragée, pour ces précieux conseils et soutien
tout au
long de mon travail*

*Je tiens à remercier Mme GUERGOUR.H de m'avoir fait
l'honneur de
présider le jury de ma soutenance.*

*A Mme SIOUDA.W d'avoir accepté d'examiner et de juger ce
travail, qu'elles trouvent ici ma sincère gratitude.*

*A toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de la
partie
pratique de mon
mémoire.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A mes chers parents pour leur bonté par excellence,
qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné
un magnifique modèle de labeur et de persévérance,
de tendresse, d'amour et de force.*

Mon frère Nadjib

A mes sœurs Souad et Naima

A toutes la famille cousins et oncles

A tous mes amis (es)

A toute la promotion Toxicologie

Liste des abréviations

% Inh : Pourcentage d'inhibition

A : Absorption.

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

AlCl₃ : Chlorure d'Aluminium

CAT : Catalase.

DPPH :Diphénylpicrylhydrazyl.

Eq AG: Equivalent Acide Gallique

Eq Q: Equivalent Quercitrine.

ERO : Espèce réactive d'oxygène

GPX: Glutathion peroxydases

GSH: Glutathion réduit

GSSG: Glutathion oxydé

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

HO•: Radical libre hydroxyle

HOCL: Acide hypochloreux

NO•: Oxyde nitrique

O₂⁻: Anion superoxide

O₂: Dioxygène

ONOO•: Peroxynitrite

ONOOH: Radical nitrosyle

Q:Quercitrine

RL: Radicaux libres

RLO: Radicaux libres oxygéné

RO₂•: Radical peroxy

ROOH:Hydro peroxyde lipidique

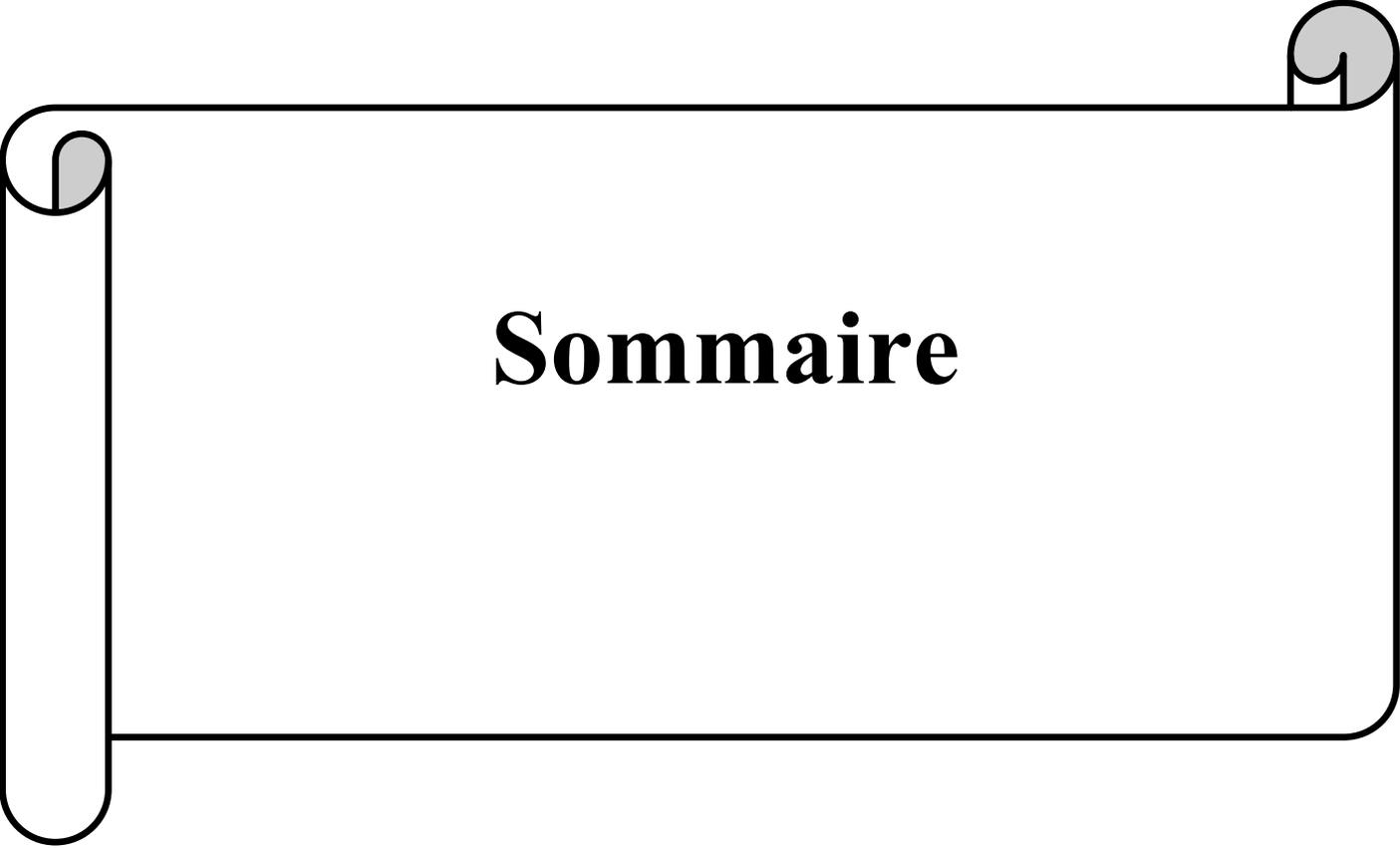
SOD:Superoxy-dedismutase

Liste des figures

Figure N°1: Distribution géographique du genre <i>Pistacia</i>	2
Figure N°2 : A : Arbuste de <i>Pistacia</i> , B : Feuilles de <i>Pistacia</i> , C : fruits de <i>Pistacia</i>	4
Figure N°3 : structure de base des polyphénols.....	14
Figure N°4 : Classification des polyphénols	14
Figure N°5 : Structure de l'acide phénolique	15
Figure N°6 : Structure de base des flavonoïdes	15
Figure N°7 : La classe des importants flavonoïdes.....	16
Figure N°8 : Structure d'un stilbène.....	16
Figure N°9 : Structure de base de coumarine	17
Figure N°10 : structures chimiques de tanin hydrolysable et tanin condens.....	17
Figure N°11 : Photo prise des feuilles et tiges de <i>Pistacia lentiscus</i>	19
Figure N°12 : Homogénéisation et filtration des extraits.....	20
Figure N° 13 : Dosage des polyphénols totaux.....	21
Figure N°14: Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.....	23
Figure N°15 : Teneur en polyphénols totaux des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de <i>pistacia lentiscus</i> (mg EAG/g de matière sèche).....	24
Figure N°16: Teneur en Flavonoïdes des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de <i>pistacia lentiscus</i> (mg EQ/g de matière sèche).....	25
Figure N°17 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de <i>pistacia lentiscus</i>	26

Liste des tableaux

Tableau N° I: Taxonomie de <i>PistacialentiscusL</i>	4
Tableau N°II : Structures des principaux composants chimiques des feuilles de <i>Pistacia Lentiscus</i>	6
Tableau N°III : Utilisation thérapeutique traditionnelle de <i>Pistacialentiscus</i>	7
Tableau N° IV : Les espèces réactives de l'oxygène (ERO).....	8



Sommaire

Remerciement.
Dédicace.
Liste d'abréviation.
Liste des figures.
Liste des tableaux

Sommaire :

Introduction	1
Partie1 : étude bibliographie	
CHAPITRE I : Présentation de l'espèce <i>Pistacia lentiscus</i>L	
I-1- Origine et répartition géographique.....	2
I-2- Botanique et taxonomie	3
I-2-1- Description Botanique	3
<i>a-</i> Les feuilles	3
<i>b-</i> Les fleurs	3
<i>c-</i> Le Fruit	3
<i>d-</i> Le Mastic	3
I-2-2- Classification taxonomique.....	4
I-3- Composition chimique de l'espèce <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	5
I-3-1- Les fruits.....	5
I-3-2- Les feuilles.....	5
I-4- Utilisation thérapeutique traditionnelle de l'espèce <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	7
I-5- Activités pharmacologiques de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	7
CHAPITRE II : Activité Anti-Oxydante	
II.1. Les radicaux libres.....	9
II.1.1. Définition.....	9
II.1.2. Production des radicaux libres.....	9
II.1.3. Le stress oxydant.....	10
II.1.4. Conséquences du stress oxydant.....	10
II.2.Les antioxydants.....	10
II.2.1. Définition.....	10
II.2.2. Classification des antioxydants.....	10

II.2.2.1. Les antioxydants endogènes.....	10
II.2.2.1.1. Les antioxydants enzymatiques.....	10
II.2.2.1.2. Les antioxydants non enzymatiques.....	11
II.2.2.2. Les antioxydants exogènes.....	12
II.3. Les composés phénoliques.....	13
II.3.1. Définition.....	13
II.3.2. Structure chimique.....	13
II.3.3. Classification des composés phénoliques.....	14
II.3.3.1. Les acides phénoliques.....	14
II.3.3.2. Les flavonoïdes.....	15
II.3.3.3. Les stilbènes.....	16
II.3.3.4. Les coumarines.....	16
II.3.3.5. Les tanins.....	17
II.3.4. Propriétés biologiques des polyphénols	17

Partie 2 : Expérimentation

CHAPITRE I : Matériels et méthodes

I-1- Matériel végétal.....	19
I-1-1- Récolte, séchage et broyage.....	19
I-1-2- Préparation des extraits.....	20
I-2- Dosage des antioxydants.....	20
I-2-1- Dosage des phénols totaux.....	20
I-2-2- Dosage des flavonoïdes.....	22
I-3- Evaluation de l'activité anti-oxydante.....	22
I-3-1- Test de piégeage du radical libre DPPH.....	22

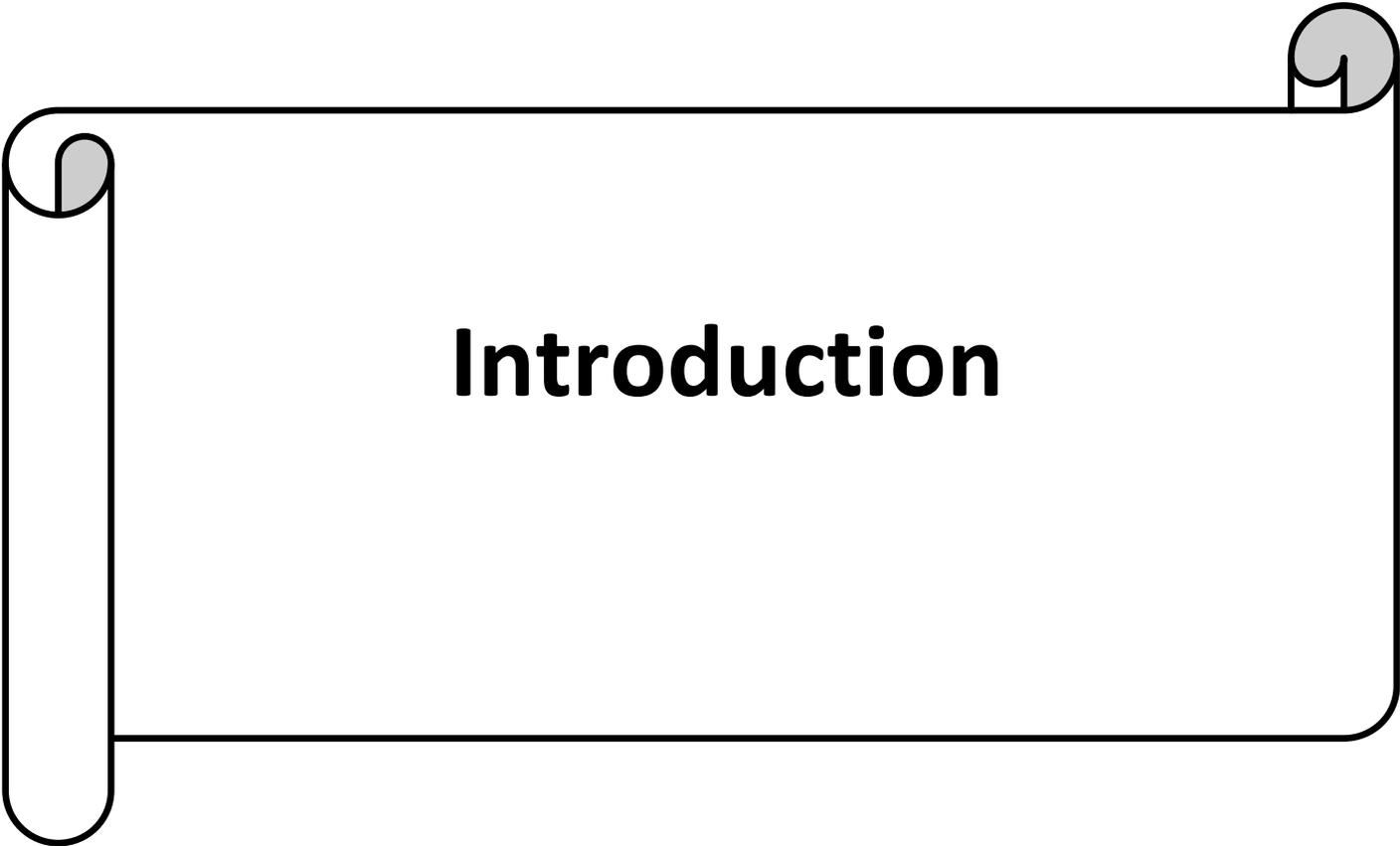
CHAPITRE II : Résultats et discussions

II-1- Dosage des antioxydants.....	24
II-1-1- Dosage des polyphénols totaux.....	24
II-1-2- Dosage des flavonoïdes.....	25
II-1-3- Test de piégeage du radical libre DPPH.....	26
Conclusion	28

Références bibliographiques

Annexe

Résumé



Introduction

Il y'a environ 500 000 plantes sur terre, 100 000 d'entre elles, environ, possèdent des propriétés médicinales contribuées à leur principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie : elles présentent en effet des avantages dont les médicaments conventionnels sont souvent dépourvus (**Iserin *et al.*, 2001**).

Les plantes médicinales contiennent un large spectre des substances phytochimiques qui sont des sources d'antioxydants naturels tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins, ces composées possèdent en plus de leur activités anti-oxydantes, d'autres propriétés biologiques : anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anti-cancéreuse (**Lee *et al.*, 2004**). En effet, les médecines traditionnelles pratiquées de part et d'autre des rives de la méditerranée, attribuent au lentisque des vertus dans le traitement des ulcères, l'hypertension, la toux, les maux de gorge, l'eczéma, des calculs rénaux et la jaunisse (**Gardeli *et al.*, 2008**), ces effets thérapeutiques dans le traitement de nombreux maladies a stimulé les chercheurs à mieux étudier cette plante médicinale.

L'Arbre au mastic, *Pistacia lentiscus*L, est un arbuste poussant dans les garrigues et les maquis des climats méditerranéens. En Algérie, il se trouve sur tout type de sol, subhumide et semi-aride et dispersé tout au long du littoral et se développe dans divers habitats le long d'un gradient climatique qui varie suivant le rayonnement solaire, température et précipitation. (**Ghanemi et Haggani, 2017**)

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail dont le but principal est d'étudier l'activité anti-oxydante de deux parties aérienne de *Pistacia lentiscus*, à savoir les feuilles et les tiges.

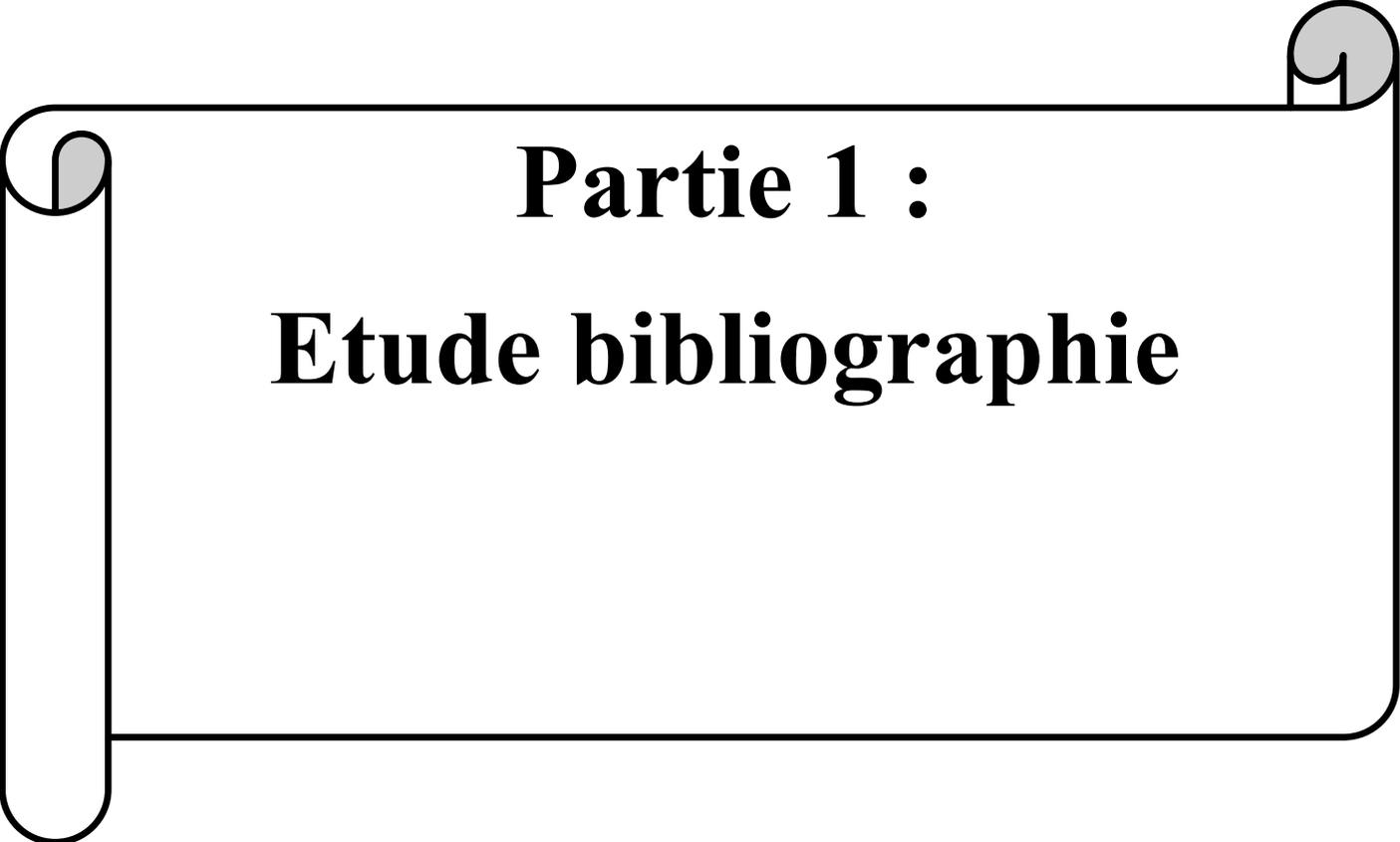
Laprésente étude a été scindée en deux parties :

Une première partie, consacrée à une revue bibliographique, est constituée de deux chapitres.

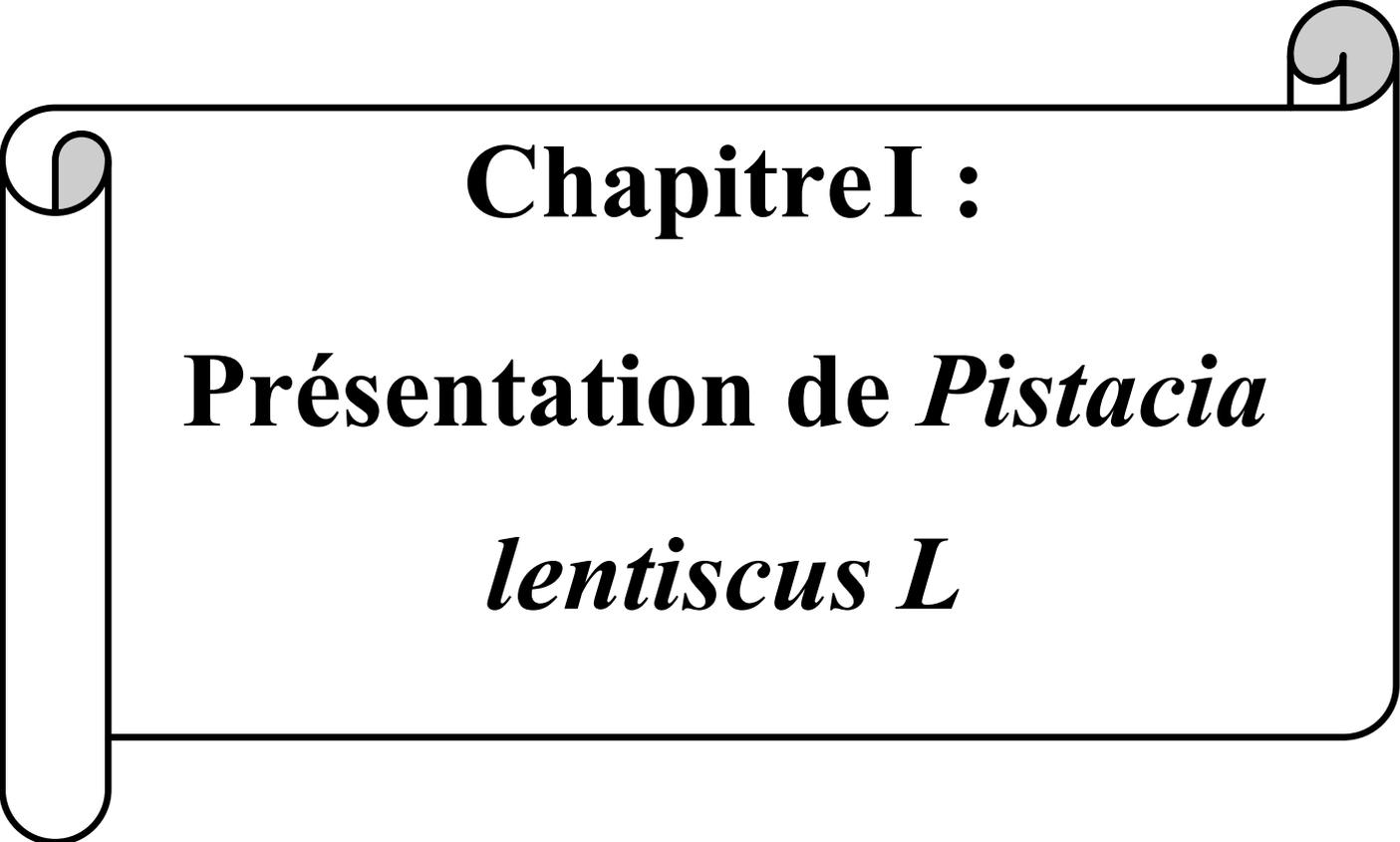
- Chapitre 01 : Présentation de l'espèce *pistacia lentiscus* L.
- Chapitre 02 : L'activité anti-oxydante.

Une deuxième partie, consacrée à l'évaluation de l'activité anti-oxydante des feuilles et tiges de *Pistacia lentiscus*, elle est constituée de deux chapitres :

- Chapitre 01 : consacré pour décrire le matériel et les méthodes utilisées lors de travail expérimental (extraction des composés phénoliques, dosage des polyphénols et des flavonoïdes et évaluation de l'effet anti-radicalaire par le DPPH).
- Chapitre 02 : Expose les résultats obtenus et leur discussions.



Partie 1 :
Etude bibliographie



Chapitre I :

Présentation de *Pistacia*

lentiscus L

I-1- Origine et répartition géographique

Le *Pistachier lentisque*, ou *Pistacia lentiscus L.* est un arbre à mastic, au Languedoc, il est appelé restinle, nommé par les anglophones « Mastic tree » « Lentisc». Le nom Pistachier vient du grec *pistakê* et le nom lentisque vient du latin *lentus* (visqueux) (Charef, 2011).

Le pistachier est originaire d'Asie Centrale. Présent en Turquie depuis 7000 ans avant J. C., il a été introduit en Italie dès le premier siècle avant J. C. et par la suite, sa culture s'est étendue aux autres pays méditerranéens et aux USA en 1854 (Moghtader, 2010).

Le genre *Pistacia L.* présente une distribution disjointe en Eurasie méditerranéenne et à proximité de l'Afrique du Nord, de l'Est d'Asie, d'Amérique du Nord et d'Amérique centrale. Le Pistachier a été estimé avoir son origine à 37,60 millions d'années (Figure N° 1) (Xi et al., 2014).

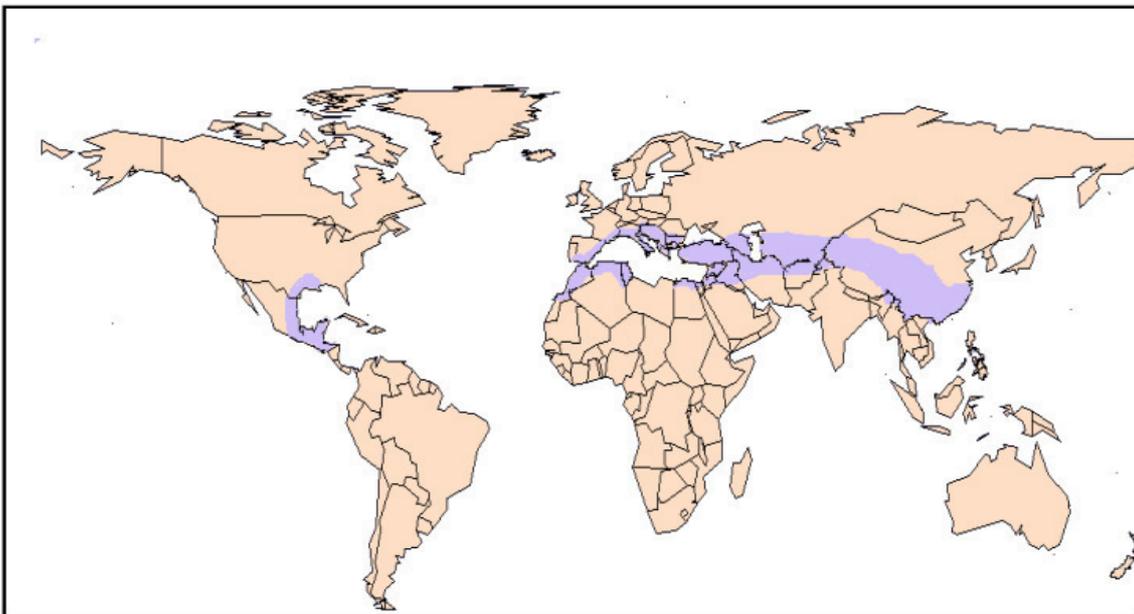


Figure N° 1: Distribution géographique du genre *Pistacia* (zone colorée en mauve) (Belfadel, 2009).

I-2- Botanique et taxonomie

I-2-1- Description Botanique

Le lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), est un arbrisseau ramifié pouvant atteindre 3m de hauteur, son écorce est brune ou rougeâtre, ses rameaux sont nombreux et étendus (Hans, 2007).

- a) **Les feuilles** : sont persistantes, paripennées, avec 4 à 10 folioles elliptiques, coriaces et luisantes et le pétiole est nettement ailé. Elles ont environs 8 à 20 cm de longueur (Hans, 2007).
- b) **Les fleurs** : brunâtres, constituent des denses grappes spiciformes. Elles sont à l'origine de petites drupes rouges, puis noires à maturité, sub globuleuses (Boullard, 2001). Les fleurs femelles (vert jaunâtre) sont différenciées des fleurs males (rouge foncé) grâce à leur couleur. La Floraison a lieu en mois de Mars à Mai (Belfadel, 2009).
- c) **Le Fruit** : est une baie globuleuse (de 2 à 3 mm) de diamètre, monosperme, sa couleur est d'abord rouge, et devient brunâtre à sa maturité, qui est complète à l'automne (Boullard, 2001).

Quelques caractéristiques botaniques sont illustrées dans la figure N°2 :

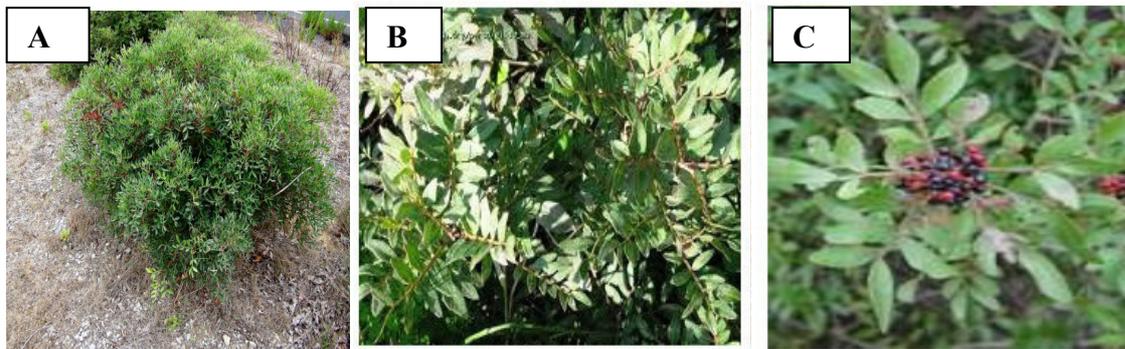


Figure N°2 : A : Arbuste de *Pistacia*, B : Feuilles de *Pistacia*, C : fruits de *Pistacia*

I-2-2- Classification taxonomique

Le lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), appartient à la famille des Anacardiaceae, qui comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces, distribué du bassin méditerranéen à l'Asie centrale (Charef *et al.*, 2008; Lahsissene *et al.*, 2009).

Les espèces les plus importantes dans le monde du genre *Pistacia* sont : *Pistacia atlantica* , *Pistacia chinensis*, *Pistacia lentiscus L.*, *Pistacia terebinthus L.*, *Pistacia vera L.*, *Pistacia integerrima*, *Pistacia palestina*, *Pistacia khinjuk* .

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quezel *et Santa*, 1962). Parmi les espèces du genre *Pistacia*, le *Pistacia lentiscus L.* est un arbrisseau très commun en Algérie (Boukeloua, 2009).

La classification de l'espèce *Pistacia lentiscus* L. Est présenté dans le tableau N° I.

Tableau N° I : Taxonomie de *Pistacia lentiscus* L. (Quezel et Santa, 1963).

Règne	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Sous classe	<i>Apétale</i>
Ordre	<i>Sapindales</i>
Famille	<i>Anacardiacees</i>
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i> L

Selon **Torkelson (1996) et Feidemann (2005)**, cette espèce possède plusieurs noms vernaculaires selon les pays : Angleterre (Chios mastic tree), Allemagne (Mastixbaum), France (Arbre au mastic, Lentisque), Espagne (Lentisco), Afrique du nord (Derw, darw (arabe), Est Algérien (Gadhoun), Berbère (Tidekt, Tidek).

I-3- Composition chimique de l'espèce *Pistacia lentiscus* L.

En raison de sa large utilisation en médecine traditionnelle, les différentes parties de *Pistacia lentiscus* ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques à fin d'identifier leurs principes actifs. Peu d'études se sont intéressées aux composés chimiques des feuilles et des fruits.

I-3-1- Les fruits

Les fruits de *Pistacia lentiscus* contiennent 5,4 mg/ml d'anthocyanines, essentiellement: cyanidine 3-O-glucoside (70%), delphinidine 3-O-glucoside (20%) et cyanidine 3-O-arabinoside (10%) (**Luigia et al., 2007**).

D'autres études chimiques effectuées sur la fraction d'acétate d'éthyle (AcOEt) de fruits de *pistacia lentiscus* ont permis d'isoler deux polyphénols acide gallique et 1.2.3.4.6-pentagolloylylucose (**Abdelwahab et al., 2007**).

L'huile fixe représente 38,8 % du poids des fruits, elle contient 53 % d'acide gras monoinsaturé (**Trabelsi et al., 2011**). alors que l'huile essentielle représente 0,2% du poids des fruits (**Grant et al., 1990 ; Congiu et al., 2002**).

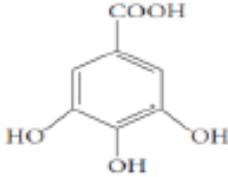
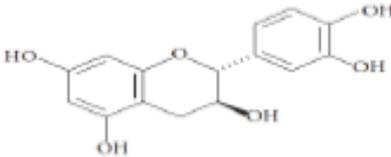
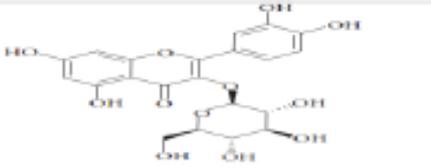
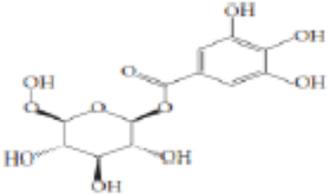
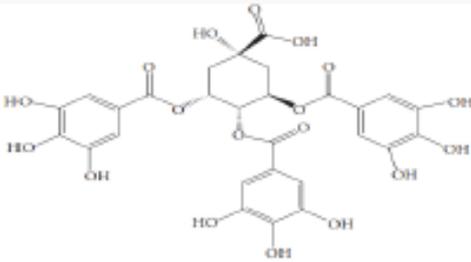
Les travaux réalisés par **Hamad et al. (2011)** ont montrée que les protéines représentent 5% du poids des fruits de *Pistacia lentiscus*. La composition minérale de ces fruits montre que la teneur en potassium est la plus élevée (2,67%), alors que celles du sodium, calcium et phosphore sont de : 0,46, 0,37 et 0,004 % respectivement.

I-3-2- Les feuilles

La composition chimique des feuilles de *Pistacia lentiscus* est caractérisée par la présence de glycosides de flavonoles comme la quercetine, myricetine, luteoline ainsi que l'isoflavone genisteine. Elle contiennent 6 à 7% du gallotannins de faible poids moléculaire, a savoir l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3,4,5-O-trigalloyl (**Romani et al., 2002**).

L'huile essentielle représente 0,14- 0,17% du poids des feuilles de *Pistacia lentiscus*. Les études phytochimiques effectuées sur les huiles essentielles obtenues à partir des feuilles de lentisque des régions d'Alger, de Tizi-Ouzou et d'Oran ont montré la présence de longifolène, α -pinène, β -pinene, γ -cadinene, trans- β -terpinéol, α -acomeol, γ -muurolene, Sabinene et terpinén-4-ol (**Dob et al., 2006**). Les structures des principaux composants chimiques des feuilles de *Pistacia Lentiscus* sont présentées dans le tableau N°I.

Tableau N°II : structures des principaux composants chimiques des feuilles de *Pistacia Lentiscus* (**Bozorgi et al., 2013**).

Nom du composant chimique	Structure
Acide gallique	
Catechine	
Quercetin-3-glucoside	
Monogalloyl glucose	
3,4,5-Tri-O-galloylquinic acid	

I-4- Utilisation thérapeutique traditionnelle de l'espèce *Pistacia lentiscus L.*

Pistacia lentiscus a une longue tradition dans la médecine populaire datant des temps des grecs anciens, plusieurs utilisations thérapeutiques ont été rapportées sur cette espèce, tableau N° III.

Tableau N° III : Principales utilisations thérapeutiques traditionnelles de *Pistacia lentiscus*.

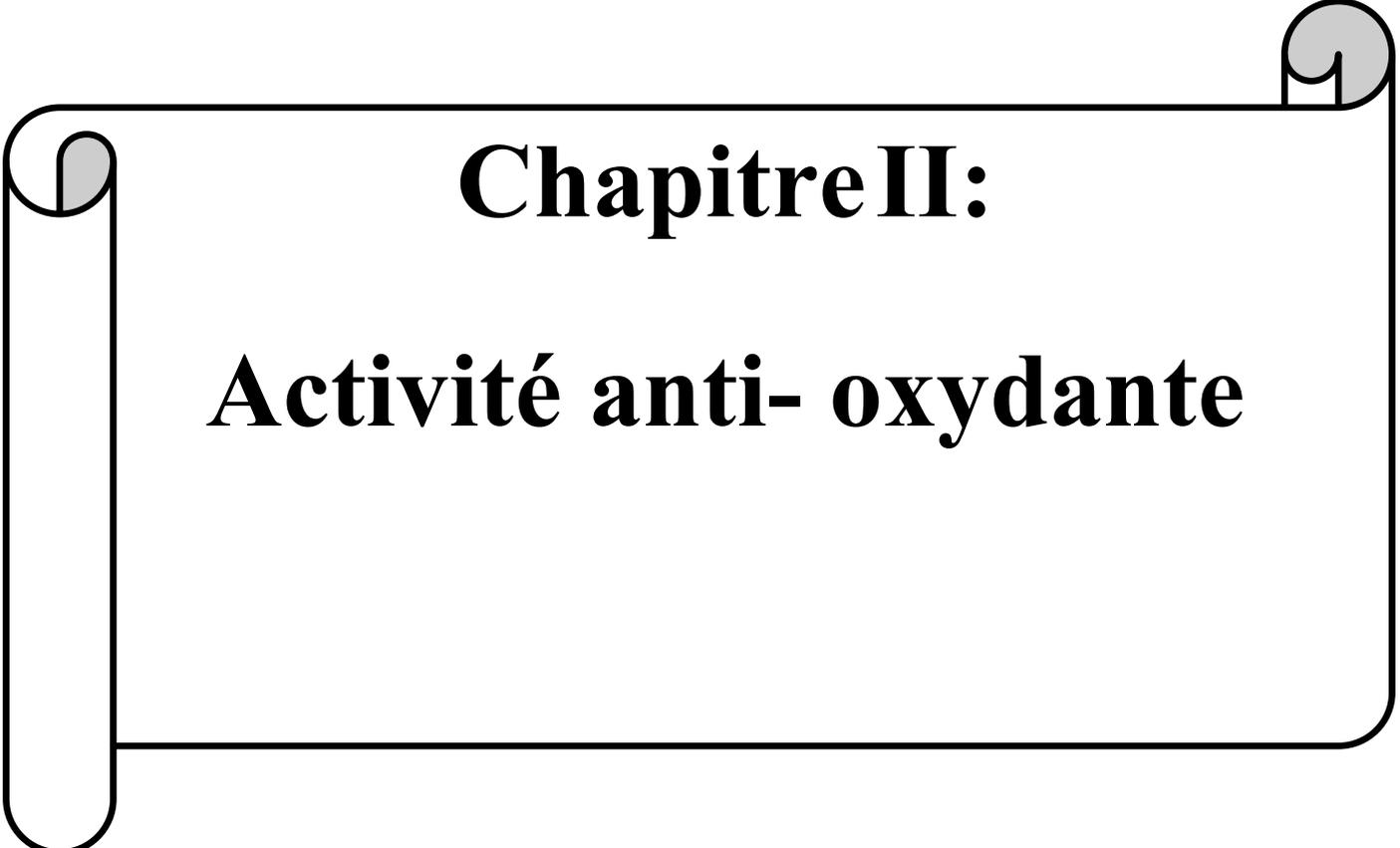
Partie de la plante utilisée	Utilisation thérapeutique traditionnelle	Référence
Feuilles	troubles gastro-intestinaux, traitement de l'eczéma, la diarrhée et les infections de la gorge, et comme un puissant antiulcéreux	Kivçak et Akay, 2005.
Fruits	Grippe, rhumatisme, eczéma, diarrhée et infections de gorge	Bozorgi et al., 2013.
Ecorce	Douleur intestinale, diabète et diarrhée	Lahsissene et al., 2009.
Mastic	Douleurs abdominal, des maux d'estomac, de la dyspepsie et de l'ulcère gastroduodéal	Bammou et al., 2015.

I-5- Activités pharmacologiques de *Pistacia lentiscus* L.

Plusieurs études ont été apportées sur les propriétés pharmacologiques de *pistacia lentiscus*, citant en titre d'exemple :

- **Activités anticancéreuses** : la gomme du mastic de *pistacia lentiscus* contient des composées qui inhibent la prolifération et induisent l'apoptose des cellules cancéreuses (**Balan et al., 2007**).
- **Activités antimicrobiennes et antivirales** : les composés phénoliques de *pistacia lentiscus* ont un moyen de défense contre les micro-organismes. Les nombres de groupement hydroxyle augmente la toxicité contre soit par la chélation des ions métalliques, soit par des interactions non spécifiques, telles que l'établissement des ponts hydrogènes avec les protéines des parois cellulaires, afin d'inactiver l'adhésion des micro-organismes (**Cowan, 1999; Lin et al, 2005**).
- **Activités antioxydantes** : la richesse des différentes parties de *pistacia lentiscus* en polyphénols et en flavonoïdes lui confère l'activité antioxydante et cela par le piégeage direct des ERO, l'inhibition des enzymes génératrices d'ERO, la chélation des ion de métaux de transition, responsables de la production des ERO et l'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydantes (**Halliwell, 1994 ; Atmani et al., 2009 ; Bozorgi et al., 2013**).

- **Activités Antimutagène** : les polyphénols isolés de *pistacia lentiscus* (acide galliques, acide et digalliques et 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose), ont une activités inhibitrice de la mutagénicité et la génotoxicité dans des essais, in vitro (**Bozorgi et al., 2013**).
- **Activités anti-inflammatoires** : la présence de flavonoïdes dans les différentes parties de *pistacia lentiscus* lui confère cette activité anti- inflammatoire, cela par l'inhibition d'importantes enzymes de régulation. En effet, certains flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la production des prostaglandines, des molécules pro-inflammatoires très actives. Cet effet serait dû à la réduction du métabolisme de l'acide arachidoniques par l'inhibition de lipooxygénase, de la cyclooxygénase et de phospholipase A2 (**Manthey, 2000 ; Bozorgi et al., 2013**).



Chapitre II:

Activité anti- oxydante

II.1. Les radicaux libres

II.1.1. Définition

Les radicaux libres sont des espèces chimiques qui possèdent un électron célibataire sur leur couche externe, les rendant ainsi instables. Lorsque cet électron libre est situé sur un atome d'oxygène, on parle alors « d'espèces réactives de l'oxygène »(ERO). Les principales espèces radicalaires centrées sur l'oxygène sont rapportées dans le tableau N° IV (**Losada et al., 2017**).

Tableau N°IV: Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**khaldi,2015**) :

	Nom	Symbole chimique
Formes radicalaires	Anion superoxyde	O ₂ ⁻
	Radical hydroxyle	OH [•]
	Oxyde nitrique	NO [•]
	Radicaux peroxydes	RO ₂ [•]
	Peroxynitrite	ONOO ⁻
	Radical nitrosyle	ONOOH [•]
Formes non radicalaires	Oxygène singlet	O ₂
	Peroxyde d'hydrogène	H ₂ O ₂

II.1.2. Production des radicaux libres

La production des espèces oxydantes est une conséquence inévitable du métabolisme aérobie. En effet, l'organisme a besoin d'oxygène (O₂) pour produire de l'énergie au cours des réactions dites de respiration oxydative. Cependant, une faible partie de l'oxygène échappe à sa réduction en eau au niveau de la mitochondrie, elle peut alors être à l'origine de la production de radicaux libres oxygénés (RLO) (**Chu et al., 2010**).

II.1.3. Le stress oxydant

Le stress oxydatif se définit comme étant un déséquilibre profond de la balance entre les pro-oxydants et les antioxydants en faveur des premiers, ce qui conduit à des dégâts cellulaires irréversibles (**Pincemail et al., 2002**).

II.1.4. Conséquences du stress oxydant

Des concentrations élevées en ERO peuvent être un important médiateur de dommages des structures cellulaires, des acides nucléiques, des lipides et des protéines (Valko *et al.*, 2006). Stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies comme le cancer, syndrome de détresse respiratoire aigue, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré...etc. Et aussi l'un des facteurs potentialisant l'apparition des maladies plurifactorielles tel que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Favier, 2003).

II.2. Les antioxydants

II.2.1. Définition

Le terme d'antioxydant désigne toutes substances qui présentes à faible concentration, ont la capacité de retarder ou d'inhiber significativement l'oxydation d'un substrat (Sathiya *et al.*, 2015). Ils sont produits dans l'organisme (endogène) ou apportés par les aliments (exogènes). Selon le mécanisme d'action, on distingue les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques (Park *et al.*, 2001).

II.2.2. Classification des antioxydants

II.2.2.1. Les antioxydants endogènes

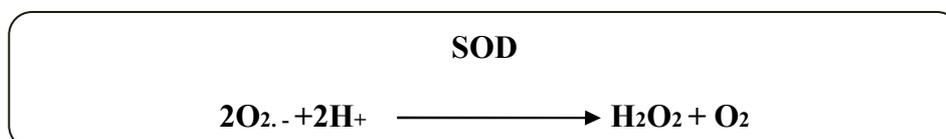
II.2.2.1.1. Les antioxydants enzymatiques

L'organisme possède des enzymes qui peuvent métaboliser les ERO (Morena *et al.*, 2002). Les plus connues sont:

a- La superoxyde dismutase (SOD)

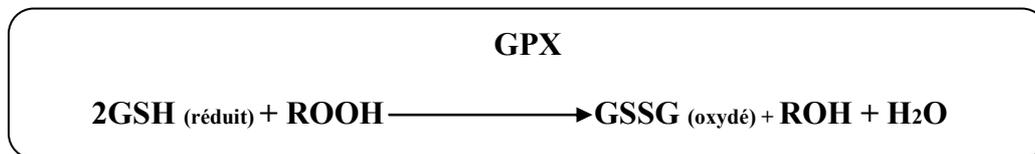
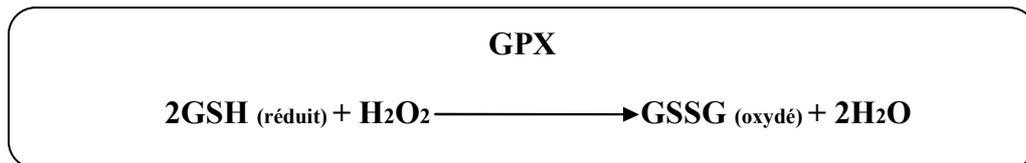
La SOD est une des plus importantes enzymes cellulaires possédant une fonction antioxydante. C'est l'enzyme antioxydante "anti-O₂⁻" la plus importante dans toutes les cellules vasculaires car elle catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en eau oxygénée. L'absence de cette enzyme peut être létale (Zerargui, 2015).

La SOD catalyse la dismutation de l'O₂⁻ en dioxygène et H₂O₂ selon la formule suivante:

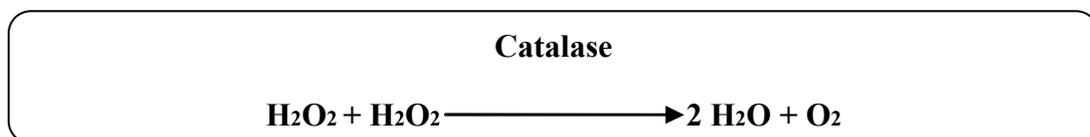


b- La glutathion peroxydase(GPX)

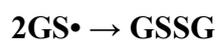
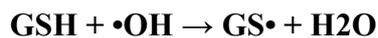
Une enzyme à cofacteur de sélénium se localise dans le cytosol et la matricemitochondriale. Elle a pour activité, la dégradation des peroxydes organiques (ROOH) etdu peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) (Valko *et al*, 2006).Lors de cette réaction deux molécules de glutathion réduit (GSH) sont oxydées en glutathion-disulfure (GSSG) (Mates *et al.*, 1999), selon les formule ci-après :

**c- La catalase**

Cette enzyme est localisée essentiellement dans les peroxysomes (Valko *et al.*, 2006). Elle permet de convertir deux molécules de H₂O₂ en H₂O et O₂, selon la formule suivante.

**II.2.2.1.2. Les antioxydants non enzymatiques****a- Glutathion**

Le glutathion est le thiol le plus abondant dans les organismes et les systèmes vivants. Il est antioxydant par son caractère nucléophile et radicalaire (Baudin, 2006), selon les équations ci-après :

**b- Acide Urique**

L'acide urique est un piègeur de 1O₂, des radicaux peroxydes et hydroxydes (RO₂• et HO•), de l'ozone et de HOCl. La réaction de l'acide urique avec ces ROS génère des radicaux moins réactifs que HO•

c- Les protéines de stockage des métaux de transition

Des protéines liant les métaux (transferrine, céruloplasmine, etc.), l'albumine ou l'haptoglobine diminuent le taux des ions métalliques libres en les complexant avec en conséquence, une diminution de leur pouvoir oxydant. A titre d'exemple, la réaction de Fenton entre le fer (cuivre) et l'eau oxygénée ne se fait pas en absence du métal (Lopez *et al.*, 2005).

II.2.2.2. Les antioxydants exogènes

a- Les oligo-éléments

Les oligo-éléments interviennent comme cofacteurs d'enzymes indispensables dans la lutte contre les radicaux libres. Parmi ces oligo-éléments, on cite ; le zinc, le sélénium et le manganèse (Pastre, 2005).

b- Les vitamines

Les vitamines sont des molécules organiques requises en faible quantité indispensable pour le fonctionnement des voies métaboliques des êtres vivants. Elles réagissent sous forme de coenzyme (Barati et Marechal, 2008).

- **La vitamine C ou acide ascorbique**

C'est un puissant réducteur. Il joue un rôle important dans la régénération de la vitamine E.

- **La vitamine E ou tocophérol**

Prévient la peroxydation des lipides membranaires *in vivo* en capturant les radicaux peroxydes (Ould, 2016)

c- Les composés phénoliques

Les composés phénoliques forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes (Mohammedi, 2006).

II.3. Les composés phénoliques

II.3.1. Définition

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des végétaux tous ces composés possèdent des groupements hydroxyles sur les noyaux aromatiques. Parmi ces métabolites on cite : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins qui sont les classes

majeures des polyphénols et sont groupés selon la présence des différents substituant sur les noyaux et selon leur degré de saturation. Ils sont fréquemment attachés aux molécules de sucre pour augmenter leur solubilité dans l'eau (Berboucha, 2005).

II.3.2. Structure chimique

La structure chimique des polyphénols est comparable à tous les polyphénols. Ils sont caractérisés par la présence d'un ou plusieurs noyaux aromatiques hydroxylés (figure N°3). Les polyphénols sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatiques qui les composent et des substitutions qui les relie (Manallah, 2012).

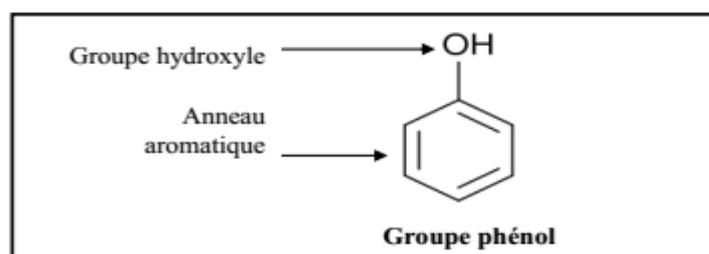


Figure N°3 : structure de base des polyphénols(Manallah, 2012).

II.3.3. Classification des composés phénoliques

Plusieurs milliers de composés phénoliques ont été caractérisés jusqu'à aujourd'hui chez les végétaux. Bien qu'étant très diversifiés, ils ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (Bruneton, 1999). La figure suivante résume les différentes classes de polyphénols.

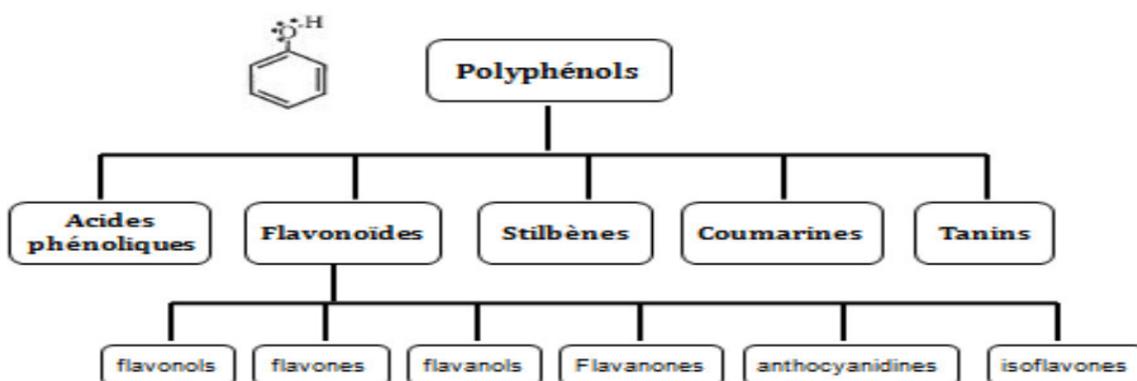


Figure N°4 : Classification des polyphénols (Macheix et al, 2006).

II.3.3.1. Les acides phénoliques

Le terme d'acidephénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (**Benarous, 2009**). Ils sont considérés comme substances photochimique avec des effets antioxydant, de chélation et anti inflammatoire. Leur toxicité est faible et ils sont considérés non toxiques (**Bahaz et Rachdi, 2010**). Les acides phénoliques sont divisés en deux sous classes :

- ❖ Les dérivés de l'acide benzoïque ou les acides hydroxybenzoïques ; tels que l'acide gallique, les gallotanins et les ellagitanins.
- ❖ Les dérivés de l'acide cinnamique ou les hydroxycinnamiques qui comprennent les acides p-coumarique, caféique, férulique et sinapique qui sont des précurseurs d'anthocyanines (**Manach et al., 2004.**)

La structure de base des acides phénoliques est donnée par (la figure N°5).

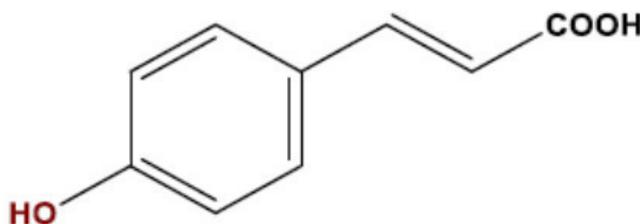


Figure N°5 : Structure de l'acide phénolique (**Manach et al., 2004.**)

II.3.3.2. Les flavonoïdes

Le nom flavonoïde est dérivé du mot grec «FLAVUS» qui veut dire jaune (**Bahaz et Rachdi, 2010**). Plusieurs études ont souligné que les flavonoïdes de différentes sources botaniques agissent comme antioxydants puissants encore plus que la vitamine C (**Ferhat et al., 2009**)

Il y a six classes des flavonoïdes, qui diffèrent par leur structure chimique : Flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanidines (**Mohemmedi, 2006**).

Structuralement, les flavonoïdes ont un squelette de base commun constitué de 15 atomes de carbone assemblés en trois cycles nommés A, C et B (Figure N°6).

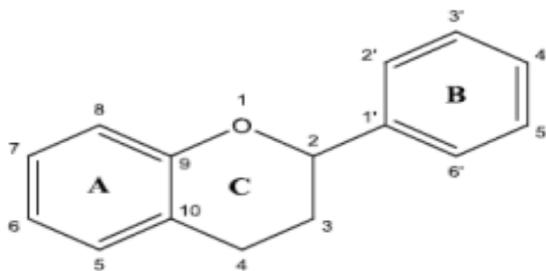


Figure N°6 : Structure de base des flavonoïdes (Mohemmedi, 2006).

Les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules dont les plus importantes sont présentées dans la figure suivante.

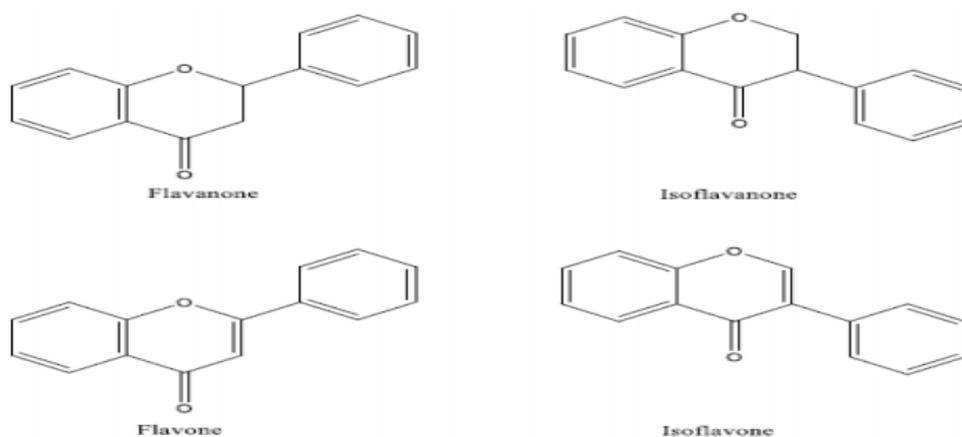


Figure N°7 : La classe des importants flavonoïdes (Mohemmedi, 2006).

II.3.3.3. Les stilbènes

Les Stilbènes sont des composés phénoliques contenant au minimum deux noyaux aromatiques reliés par une double liaison, dont la structure est C6-C2-C6 comme les flavonoïdes, formant un système conjugué (figure N° 8). Cette particularité leur confère une granderéactivité due à la résonance des électrons sur la totalité de la molécule.

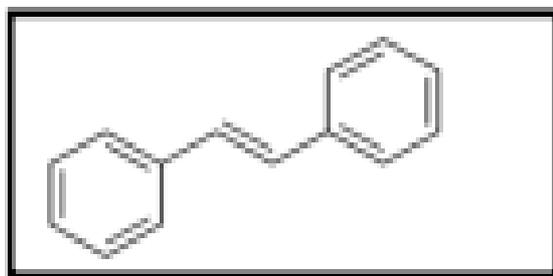


Figure N°8 : Structure d'un stilbène(Midoun, 2011).

Les stilbènes sont des phytoalexines, composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides (**Crozier *et al.*, 2006**).

II.3.3.4. Les coumarines

Les coumarines sont issues du métabolisme de la phénylalanine via un acide cinnamique, l'acide P-coumarique. Les coumarines, de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Elles sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (**Igor, 2002**). Les coumarines sont caractérisées par une structure qui comporte le noyau benzo- α pyrone (coumarine), famille de molécules, qui se composent d'un noyau benzénique relié à un noyau pyrone (Figure 9) (**Jain *et Joshi*, 2012**).

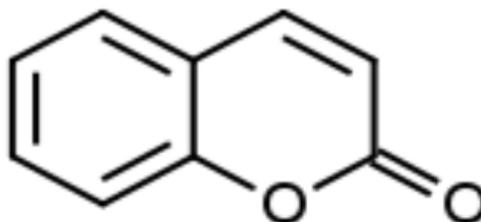


Figure N°9 : Structure de base de coumarine

II.3.3.5. Les tanins

Les tanins sont des composés phénoliques solubles dans l'eau, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Da, ils ont la capacité de combiner aux protéines ce qui explique leur pouvoir tannant (**Frutos *et al.*, 2004**). Chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structures aussi bien que par leur origine biogénétiques sont distingués: les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Benarous, 2009**). Ces deux structures sont illustrées sur la figure suivante.

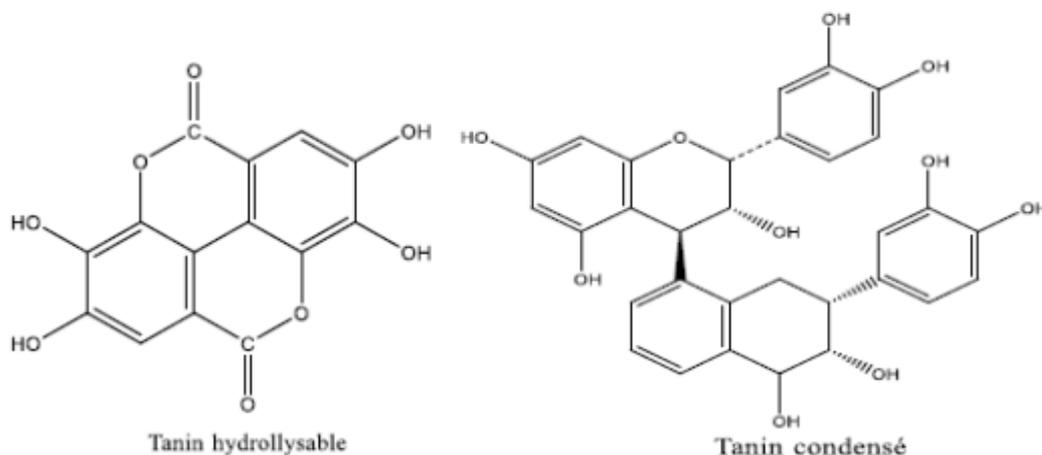


Figure N°10 : structures chimiques de tanin hydrolysable et tanin condensé (Benarous, 2009).

II.3.4. Propriétés biologiques des polyphénols

Les polyphénols et les huiles (végétale, essentielle) possèdent de remarquables activités biologiques et pharmacologiques dues essentiellement à leur pouvoir antioxydant et à l'inhibition de certaines enzymes productrices de radicaux libres (Nakayama, 1994 ; Cos *et al.*, 1998).

II.3.4.1. Propriétés antioxydante

L'activité antioxydante des composés phénoliques est due à leur capacité à piéger les radicaux libres, donner l'atome d'hydrogène et électron et chélater les cations métalliques. La structure des composés phénoliques est l'élément déterminant de leur activité. Pour les acides phénoliques, l'activité antioxydante augmente proportionnellement avec le degré d'hydroxylation et la présence de groupement C=CH-COOH (Balasundram *et al.*, 2006). Pour les flavonoïdes, la relation structure-activité antioxydante est généralement plus compliquée que les acides phénoliques à cause de la complexité de la molécule de flavonoïdes (Bors *et al.*, 1997).

II.3.4.2. Propriété anti-inflammatoire

Les propriétés anti-inflammatoires des composés polyphénoliques peuvent être dues à leurs capacités d'inhiber des enzymes impliquées dans les processus inflammatoires (Skerget *et al.*, 2005).

II.3.4.3. Propriétés anti-allergiques

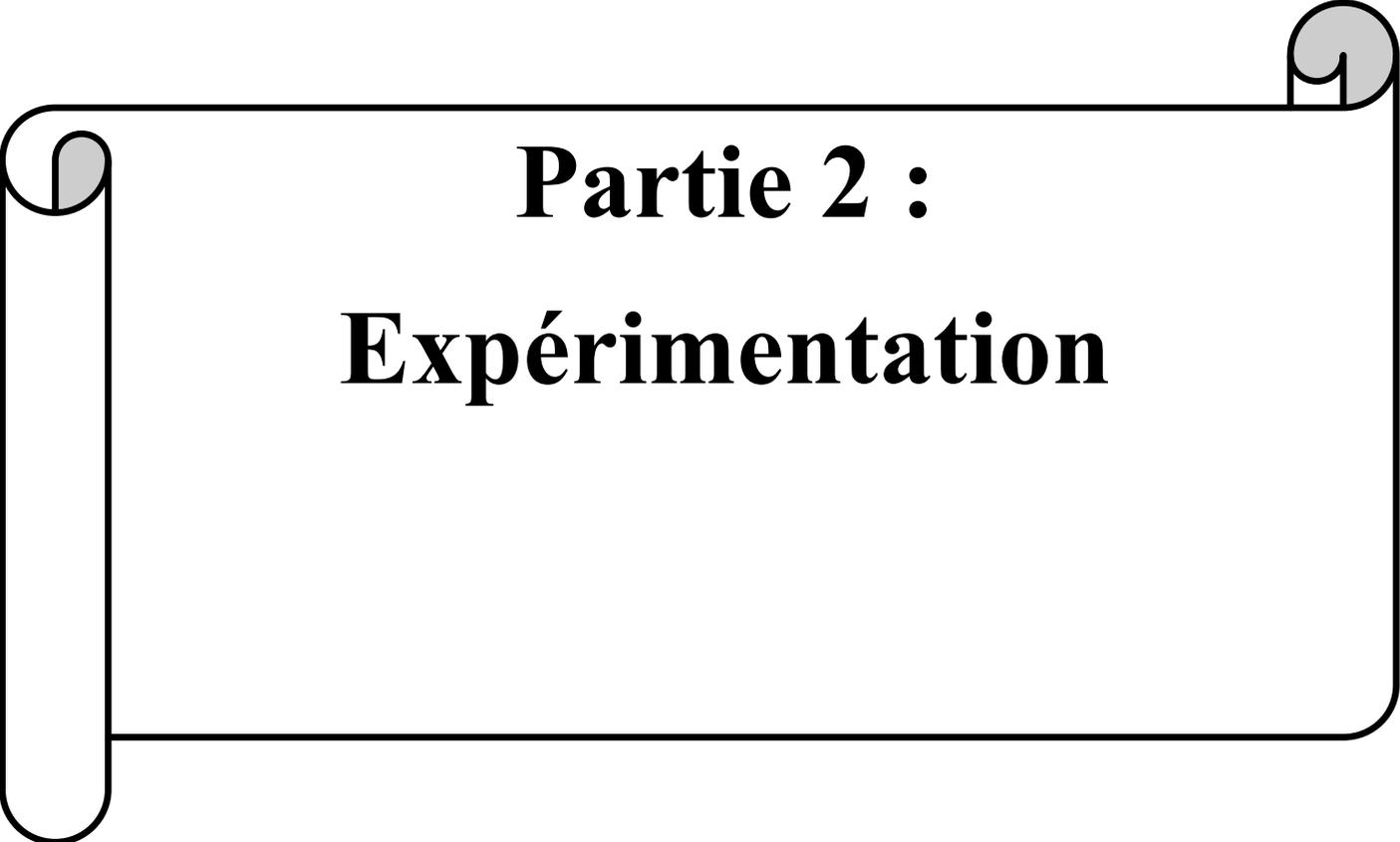
Les flavonoïdes sont également connus pour leurs effets antiallergiques. La quercétine exerce un puissant effet inhibiteur de la libération d'histamine à partir des astrocytes (**Ghedira, 2005**). Ils agissent aussi par inhibition des enzymes qui favorisent la libération d'histamine à partir des mastocyte et des basophiles : l'AMPc phosphodiesterase et la Ca⁺⁺ ATPase.

II.3.4.4. Propriété anticancéreuse

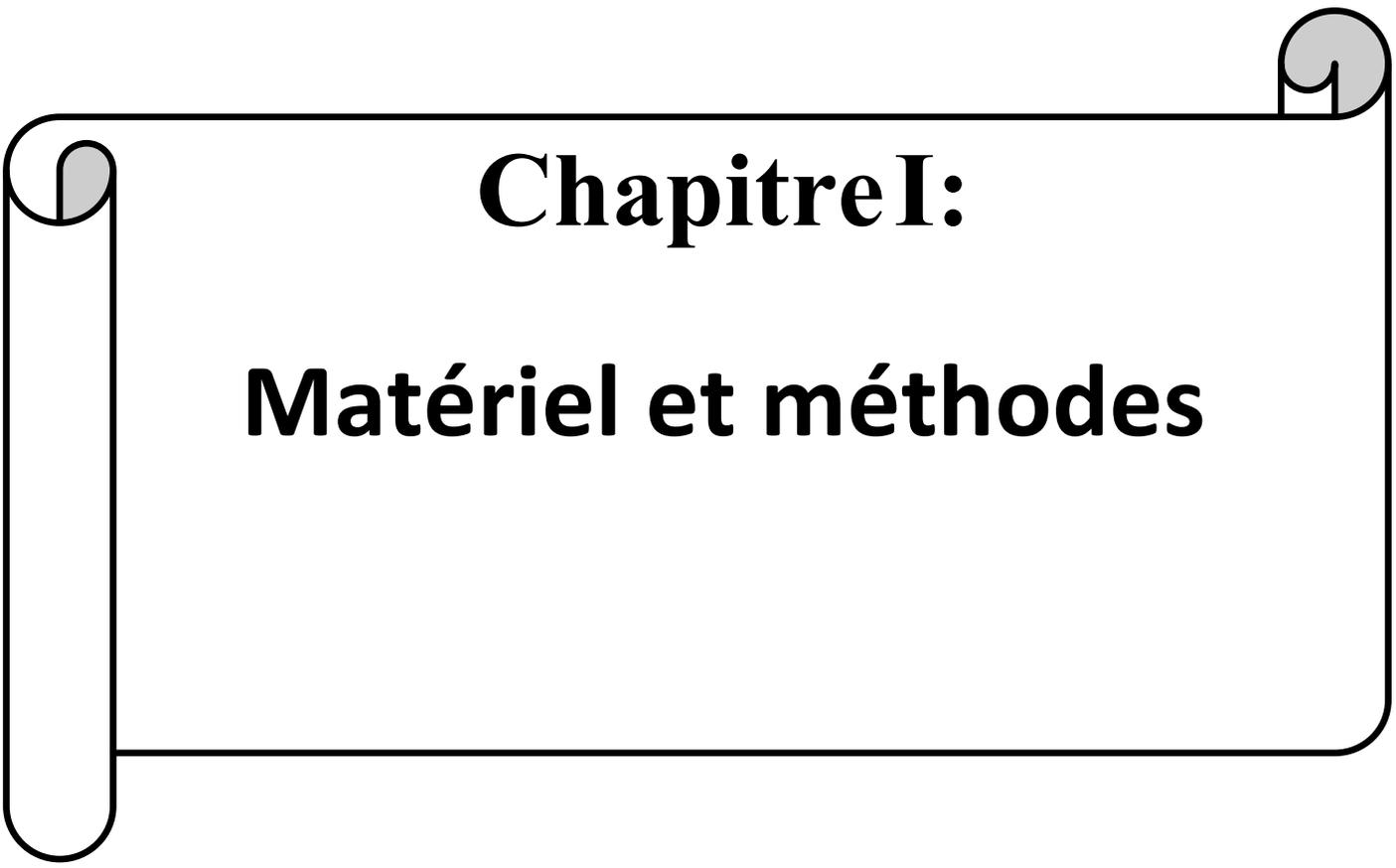
Les flavonoïdes et autre phénols peuvent jouer un rôle préventif dans le développement du cancer (**Kähköen et al, 1999**). Ils interviennent dans l'étape d'initiation comme piègeurs des mutagènes électrophiles ou en stimulant la réparation de l'ADN muté. Durant les étapes de promotion et de progression, ils agissent comme des agents suppresseurs de tumeurs par différents mécanismes comme l'induction de l'apoptose et l'inhibition de la prolifération cellulaire (**Scalbert et al., 2002**).

II.3.4.5. Propriété anti-enzymatique

Les flavonoïdes sont des inhibiteurs enzymatiques *in vitro*. Ils agissent par la formation des liaisons covalentes et non covalentes (inhibition compétitive, non compétitive, mixte) (**Chaher, 2006**).



Partie 2 :
Expérimentation



Chapitre I:

Matériel et méthodes

I-1- Matériel végétal

I-1-1- Récolte, séchage et broyage

Cette étude est réalisée sur la partie aérienne (feuilles et tiges) de *Pistacia lentiscus* L. récoltés durant le mois de Mars 2019 dans la région d'Aokas(Wilaya de Bejaia).



Figure N°11 : les feuilles et tiges de *Pistacia lentiscus*.

Ces parties ont été lavées à l'eau plusieurs fois. Ensuite, laissées égouttées à l'air libre pendant une nuit, et puis étalées sur du papier aluminium et laissées séchées à l'air libre. Après séchage complet, les feuilles et les tiges ont été broyées séparément à l'aide d'un broyeur jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et puis tamisée. Les poudres obtenues étaient conservées dans une boîte en verre couverte avec du papier aluminium à l'abri de la lumière pour éviter la photo oxydation des substances actives dans la poudre.

I-1-2- Préparation des extraits

Une prise d'essai de la poudre végétale (feuilles et tiges) (5 g) est mise en contact avec 100ml d'éthanol (95%) (Solvant d'extraction). Les mélanges sont agités à l'aide d'un agitateur magnétique à l'abri de la lumière. Après 24 heures agitation, les extraits sont filtrés (2 fois) sur du papier Watman N°3 et conservés au réfrigérateur à 4°C. La figure N°12, illustre les photos prises lors de l'agitation et de la filtration des extraits.



Figure N°12 : Agitation et filtration des extraits

I-2- Dosage des antioxydants

I-2-1- Dosage des phénols totaux

➤ Principe

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'oxyde bleus de tungstène et de molybdène, ce qui aide à doser les phénols dans le visible à une longueur d'onde de 765nm (Ribéreau-Gayon, 1968).

➤ Mode opératoire

Le protocole de dosage des polyphénols totaux est illustré sur la figure N°13.

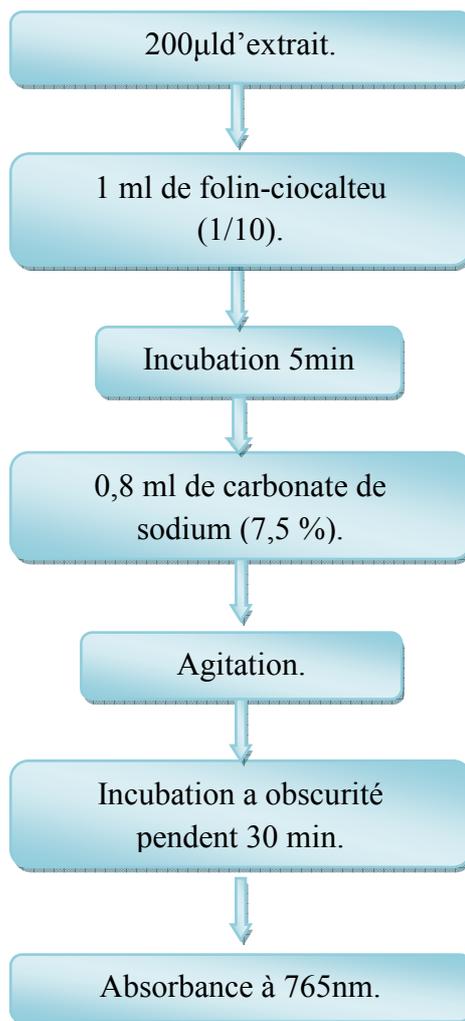


Figure N° 13 : Dosage des polyphénols totaux (Maisuthisakul et al., 2007).

➤ **Expression des résultats**

Le taux de polyphénols totaux dans nos extraits de *Pistacia lentiscus L.*, est calculé à partir d'une droite d'étalonnage linéaire ($y = a x + b$), établie avec des concentrations précises d'acide gallique (0-80µg/ml) comme standard de référence. La droite d'étalonnage a été effectuée en suivant les mêmes étapes du dosage.

Les résultats sont exprimés en microgrammes d'équivalents d'acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/ ml Ext). Fonction linéaire de courbe d'étalonnage d'acide gallique : **$Y = 0.0210X$** (Annexe 1).

I-2-2- Dosage des flavonoïdes

➤ Principe

La méthode repose sur l'aptitude des flavonoïdes à chélater les métaux (fer et aluminium), cette propriété est propre aux groupements hydroxyles des phénols flavonoïdes capables de donner un complexe en présence d'aluminium (chlorure d'aluminium) (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

➤ Mode opératoire

La méthode utilisée est celle décrite par **Bahorunet al.,(2004)**. Un volume de 1 ml de l'extrait est mélangé à 1ml de la solution de trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ à 2% (dans l'éthanol). Après incubation à l'obscurité pendant 15 min et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

➤ Expression des résultats

La quantification des flavonoïdes contenus dans les extraits de *Pistacia lentiscus* L.a été faite en fonction d'une droite d'étalonnage linéaire ($y= a x+b$) réalisé par un standard étalon « la quercétine (0-40 μ g /ml) ».

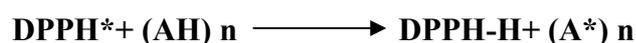
Les résultats sont exprimés en microgrammes d'équivalents de quercétine par milligramme d'extrait (μ g EQ/ mg Ext). Fonction linéaire de courbe d'étalonnage de quercétine : **$Y=0.034X-0.015$ (annexe 2).**

I-3- Evaluation de l'activité antioxydante

I-3-1- Test de piégeage du radical libre DPPH

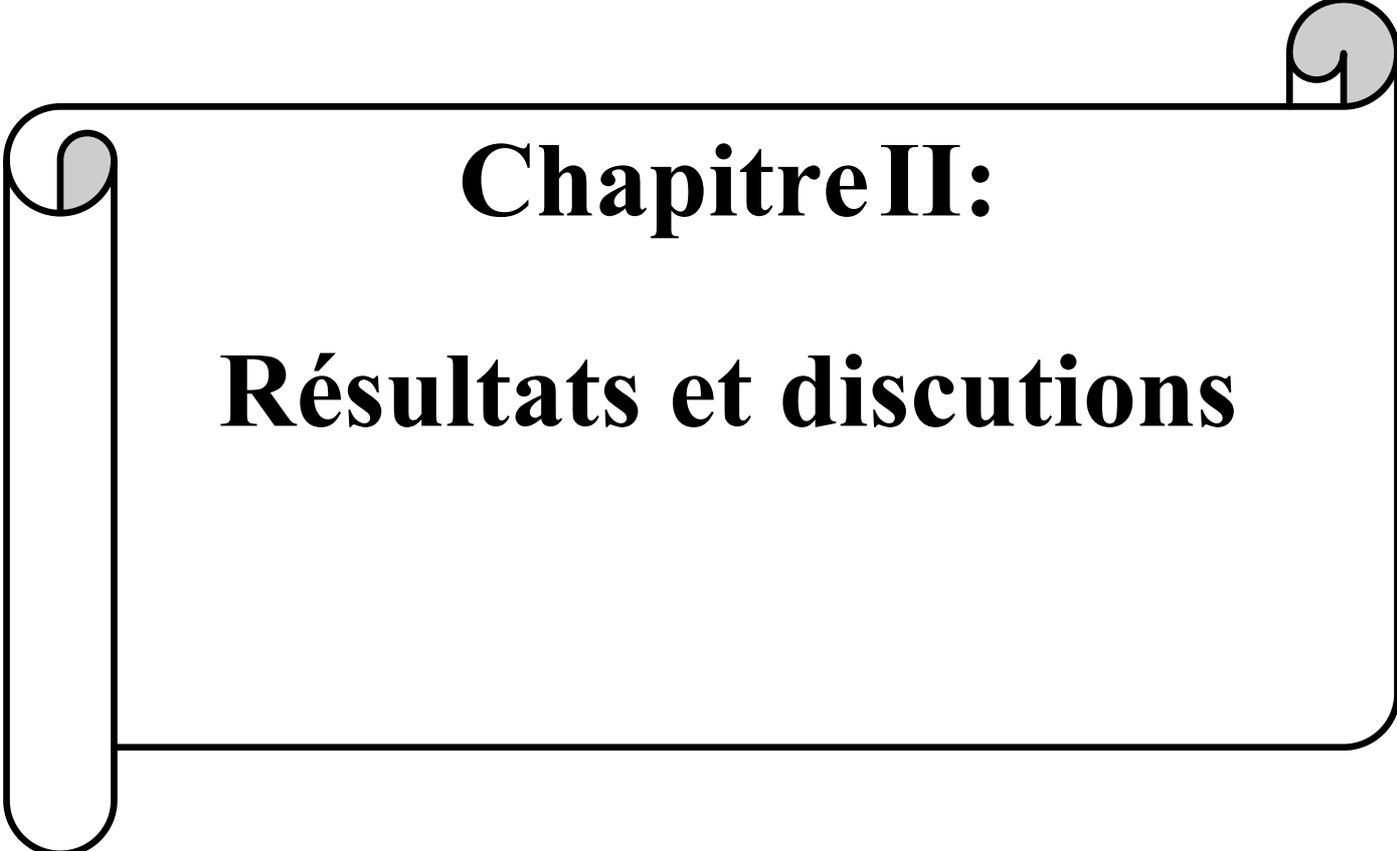
➤ Principe

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (Non radical) en acceptant un atome d'hydrogène (**Brand-William et al.,1995**). On peut résumer la réaction sous la forme de l'équation:



Où:

(AH) : représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH(violet) Pour le transformer en diphényle picryl hydrazine (jaune pâle).



Chapitre II:

Résultats et discussions

II-1- Dosage des antioxydants

II-1-1- Dosage des polyphénols totaux

Les teneurs en composés phénoliques des extraits étudiés (extraits des feuilles et extraits des tiges de *pistacia lentiscus*), exprimées en milligrammes d'équivalent d'acide gallique (mg EAG/g) sont représentés dans (la figure 15).

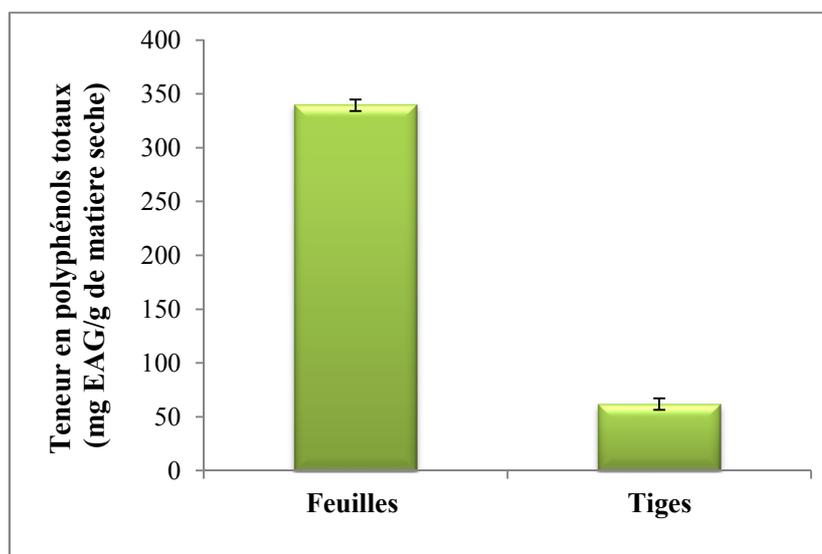


Figure N°15 : Teneur en polyphénols totaux des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de *pistacia lentiscus* (mg EAG/g de matière sèche)

La concentration en polyphénols totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus* est d'environ $339,51 \pm 2,67$ mg EAG/g de matière sèche, alors qu'elle est de $50,77 \pm 3,32$ mg EAG/g de matière sèche pour les tiges.

Plusieurs études effectuées sur les feuilles de *Pistacia lentiscus* ont démontrées qu'elles constituent une source majeure de composés phénoliques (**Ljubuncic et al., 2005 ; Gardeli et al., 2008 ; Atmani et al., 2009**).

La teneur en polyphénols totaux des feuilles est supérieure à celle trouvée par **Atmaniet al., 2009**. ($136,25 \pm 18,9$ mg E AG / g) et s'approche du résultat trouvé par **Ebrahimzadeh et al., 2008**. ($289,5 \pm 5$ mg E AG / g).

Ces variations des teneurs en composés phénoliques sont soit due aux conditions édaphoclimatiques, Soit aux techniques d'extractions (solvant utilisé, température et temps d'extraction).

Selon **Zaouali et al., 2018**, le contenu en composés phénoliques variait selon les stades phonologiques qui coïncidaient avec la variété et les facteurs écologiques.

II-1-2- Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus large et le plus répandu de composés phénoliques (**Abubakar et al., 2009**).

Plusieurs études effectuées sur les feuilles de *Pistacia lentiscus* ont montré sa richesse en composés de type flavonoïdes tels que les flavonols glycosylés (y compris la myrecétine, la quercétine glycosylée), les flavones et les anthocyanes (**Ljubuncic et al., 2005;Luigia et al., 2007**).

Les teneurs en flavonoïdes des extraits étudiés (extraits des feuilles et extraits de tiges de *pistacia lentiscus*), exprimées en milligrammes d'équivalent de Quercétine (mg Q/g) sont représentés dans(la figure 16).

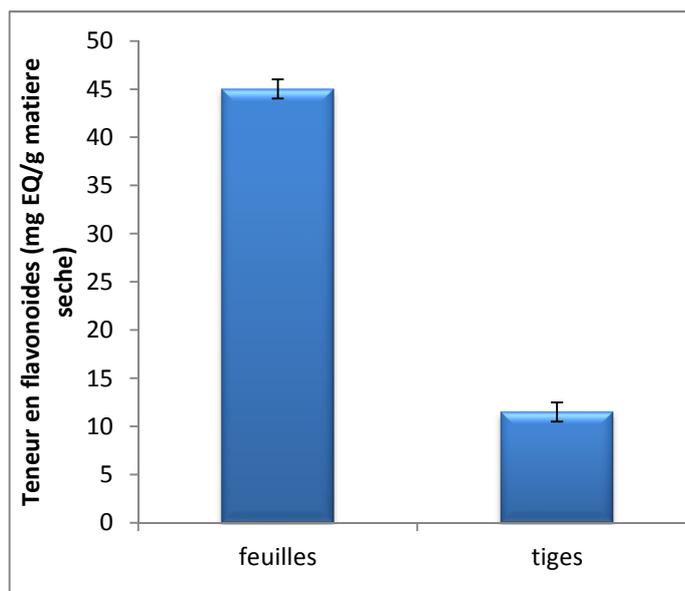


Figure N°16 : Teneur en Flavonoïdes des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de *pistacia lentiscus*(mg EQ/g de matière sèche)

La concentration en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus* est d'environ $45,02 \pm 3,32$ mg EQ/g de matière sèche, alors qu'elle est de $11,49 \pm 0,57$ mg EQ/g de matière sèche pour les tiges.

Ces résultats se concordent avec ceux trouvés par **Zaouali et al., 2018**. qui ont trouvés des une concentration en flavonoïdes des feuilles de $47,5 \pm 1,1$ mg EQ/g de matière sèche et $7,8 \pm 0,3$

mg EQ/g de matière sèche pour les tiges, lors des travaux réalisés sur la composition de la partie aérienne de *Pistacia lentiscus*.

Il y a une corrélation évidente entre les teneurs en flavonoïdes et les teneurs en polyphénols des différentes parties étudiées, étant donné que les flavonoïdes représentent la fraction majoritaire des composés phénoliques.

II-1-3- Test de piégeage du radical libre DPPH

Le DPPH est utilisé afin d'évaluer la capacité des antioxydants d'agir en tant que piégeurs de radicaux libres ou donateurs d'hydrogène (Molyneux, 2004).

La figure 18 illustre les résultats de l'activité scavenger du radical DPPH des extraits étudiés (extraits des feuilles et extraits de tiges de *pistacia lentiscus*).

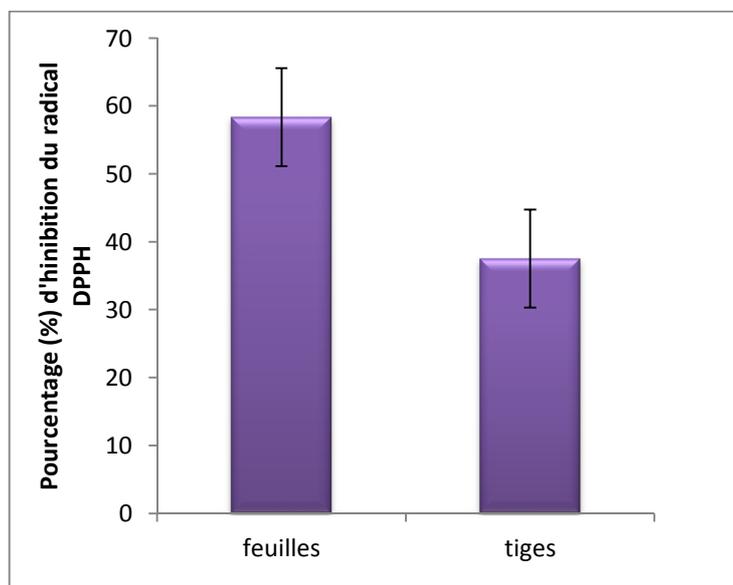


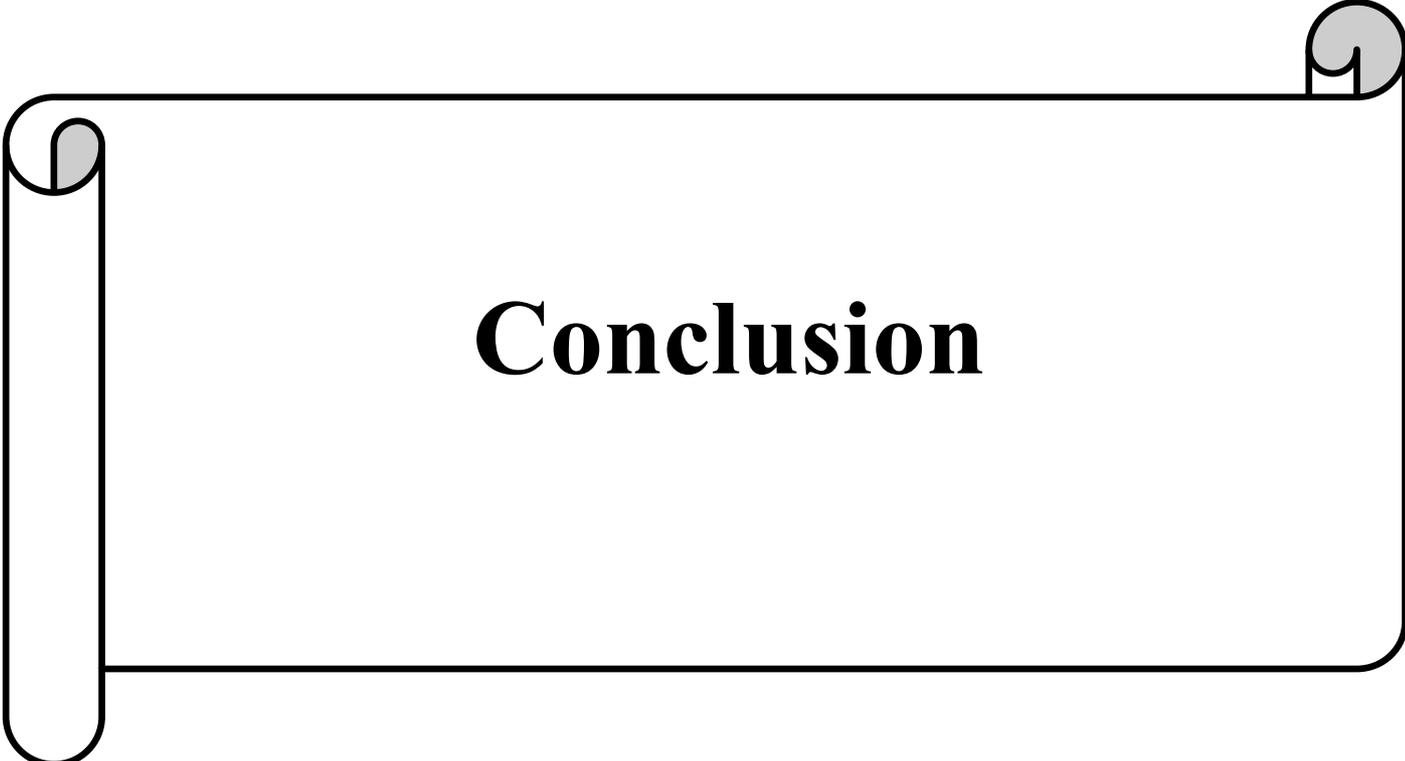
Figure N°17 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de *pistacia lentiscus*.

L'effet d'inhibition du radical DPPH est plus important dans l'extrait des feuilles ($70,83 \pm 7,22\%$), comparativement à l'extrait des tiges ($45,83 \pm 7,22\%$).

L'activité anti-radicalaire des extraits est donc relativement dépendante de la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes.

Ce pouvoir antioxydant est fort probablement dû aux composés phénoliques présents dans les feuilles et les tiges de *Pistacia lentiscus*, et qui sont connus comme substances anti-

oxydantes ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène (Turkmen *et al.*, 2007).



Conclusion

Conclusion

A travers cette étude, l'activité anti-oxydante des feuilles et des tiges de *Pistacia lentiscus* est évaluée. Cette évaluation est précédée par une préparation des extraits éthanoliques à partir de poudres de ces deux parties étudiées.

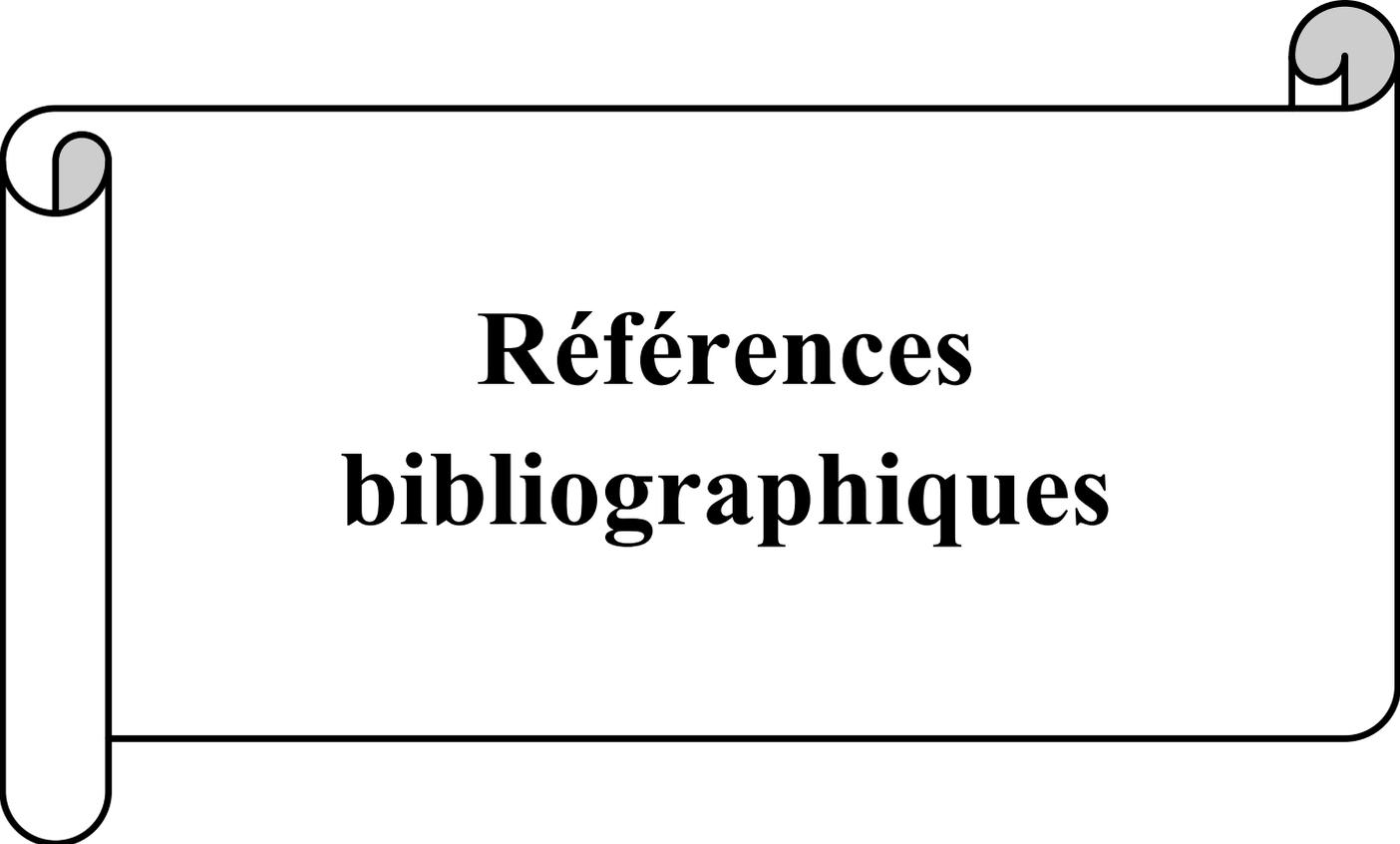
Les résultats du dosage des composés phénoliques obtenus montrent que les feuilles de *Pistacia lentiscus* sont riches en ces composés avec une teneur de $339,51 \pm 2,67$ mg EAG/g de matière sèche. Alors que la teneur obtenue pour les tiges est d'environ $50,77 \pm 3,32$ mg EAG/g de matière sèche, soit un septième de la composition phénolique des feuilles.

De même pour les flavonoïdes, les feuilles montrent une teneur d'environ $45,02 \pm 3,32$ mg EQ/g de matière sèche, tandis que la teneur est de $11,49 \pm 0,57$ mg EQ/g de matière sèche pour les tiges.

L'évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits éthanoliques des feuilles et des tiges de *Pistacia lentiscus* montrent que l'extrait des feuilles représente un bon pourcentage d'inhibition avec $70,83 \pm 7,22\%$. Ce pourcentage est de $45,83 \pm 7,22\%$ pour l'extrait des tiges.

Les résultats obtenus révèlent que la plante *Pistacia lentiscus* est une bonne source d'anti-oxydants naturels et que les feuilles de cette plante représentent la partie la plus riche en ces éléments.

En perspectives, il serait souhaitable de compléter cette étude, par d'autres tests de l'évaluation de l'activité anti-oxydante tel que : le pouvoir réducteur, l'évaluation de l'activité anti-radicalaire par ABTS et l'identification des principes actifs de cette espèce avec des méthodes chromatographiques.



**Références
bibliographiques**

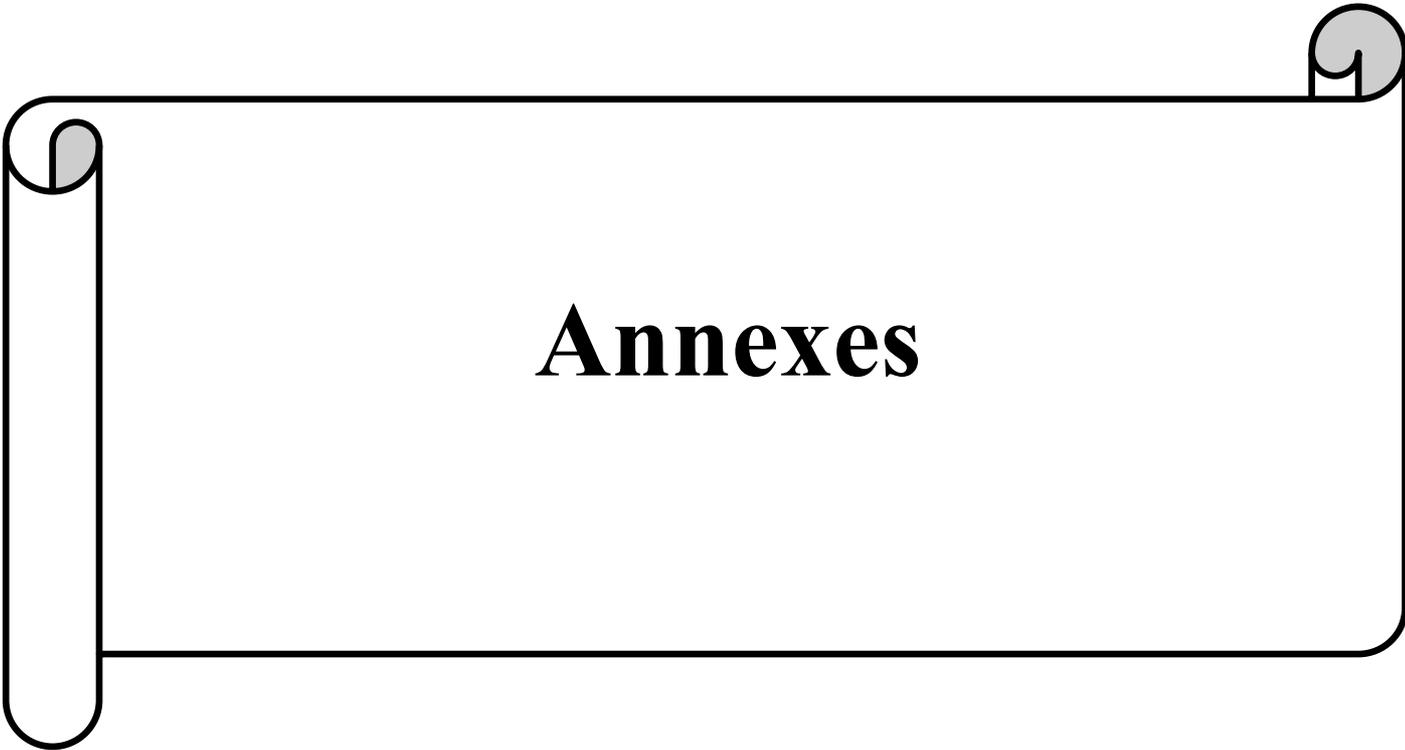
1. **Abdelwahab, A., Bouhlel, I., Skandrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guiraud, P., Steiman, R., Mariotte, AM., Ghedira, K., Laporte, F., Dijoux-Franca, M-G., Chekir-Ghedira, L., 2007:** Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1, 2, 3, 4, 6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus*. Confirmation by microarray expression profiling, *Chemico-Biological Interactions* **165**, 1-13.
2. **Abubakar, M.F., Mohamed, M., Rahmat, A. and Fry, J. 2009.** Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Food Chemistry*, **113** : 479-483.
3. **Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, k., Loumis, H., Boudaoud, H., 2009:** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, **112(2)**, 303-309.
4. **Bahaz M et Rachdi H, 2010** « Quantification des principes actifs (Les composés phénoliques) de *Rhétinolepis Lonadoides Coss* (Tichert) », Mémoire de fin d'étude d'ingénieur (université de Ouargla).
5. **Balan, k. v., Prince, J., Han, Z., Dimas, K., Cladaras, M., Wyche, J. H., ... & Pantazis, P. 2007:** Antiproliferative activity and induction of apoptosis in human colon cancer cells treated in vitro with constituents of a product derived from *pistacia lentiscus* L. var. *chia*. *Phytomedicine*, **14(4)**:263-272
6. **Balasundrum, N., Sundrum, K. et Samman S., 2006:** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, **99 (1)**: 191-203.
7. **Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E. H., Ibjibijen J. et Nassiri L., 2015 :** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences*, **86**:7966- 7975
8. **Barati E et Marechal. 2008.** Eudesmanolides from *Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry*, **43**: 309 - 311.
9. **Baudin B. 2006 :** Stress oxydant et pathologies cardiovasculaires. *MT Cardio*. **2(1)**:43-52, **2006**.
10. **Belfadel F., Z2009.** Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*-Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques. Mémoire présentée pour obtenir le diplôme de Magistère en chimie organique, Université Constantine 1, 2009, p 139
11. **Benarous K, 2009.** Effets des extraits de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes: a-amylase, trypsine et lipase », Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur d'état en génie biologique (université Amar Telidji Laghouat).
12. **Berboucha, M., Ayouni, K., Atmani, D., and Benboubetra, M. 2010.** Kinetic Study on the Inhibition of Xanthine Oxidase by Extracts from Two Selected Algerian Plants Traditionally Used for the Treatment of Inflammatory Diseases. *Journal of Medicinal Food*, **13 (4)**: 1–9.
13. **Bors, W., Michel, C., and Stettmaier, K. 1997.** Antioxidant effects of flavonoids. *British Library*, **6**: 399-402
14. **Bouguerne, 2012 :** Conception synthèse de dérivés phonoliques hautement fonctionnalisés et étude de leurs propriétés biologiques vis-à-vis des maladies cardiovasculaires (athérosclérose). Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat de l'université de toulouse. p16
15. **Boukeloua, 2009 :** Caractérisation Botanique et Chimique et Evaluation Pharmaco-Toxicologique D'une Préparation Topique A Base D'huile De *Pistacia lentiscus* L. (ANACARDIACEAE). Mémoire présentée pour obtenir le diplôme de Magister en Biologie, Université mentouri – Constantine, 2009 p3

16. **Boullard B, 2001** : Dictionnaire des plantes médicinales du monde: Ed: Estem, p : 414, 415.24
17. **Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M, H., Shams-a-Ardekani, M. R., & Rahimi, R., 2013**: Five pistacia species (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. Khinjuk, and P. lentiscus): a review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific Word Journal*
18. **Bruneton J1999**. Pharmacognosie Photochimie Des Plantes Médicinales», 3éme édition, technique et Documentation Lavoisier ; Paris ; France.
19. **Chaher. N, 2006** : Activités antioxydant et anti-radicalaire des extraits de deux plantes médicinales « *Pistacia lentiscus* et *Fraxinus angustifolia* ». Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister En Biochimie et Biophysique moléculaire: Techniques d'Investigations Biophysiques, Université A.MIRA de Bejaia.
20. **Charef M., 2011** : Contribution à l'étude de la composition chimique et étude des propriétés phytochimiques et nutritionnelles des lipides des fruits de *Pistacia lentiscus* et du *Quercus* Thèse pour l'obtention le grade de docteur En Sciences Chimiques p : 07-08
21. **Chrétien, 1993** : Brundi l'histoire retrouvée 25 ans de métier d'histoire en Afrique. Edition Karthala Paris.
22. **Chu W. L., Lim Y. W., Radhakrishnan A., K. & Lim P. E. 2010**: Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. *BMC Complementar and alternative Medicine*, **10**(59):2-8
23. **Congiu R, Falconieri D, Bruno M, Alessandra P and Silvia P., 2002**: Extraction and isolation of *Pistacia lentiscus* L. essential oil by supercritical CO₂. *Flavour and Fragrance Journal*, **17**(4), 239-244.
24. **Cos, P., Ying, L., Calomme, M., Hu, J. P., Cimangma, K., Poel, B.V., Pieters, L., Vlietinck, A. J. and Berghe, D.V. 1998**: Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. *Journal of National Product*, **61**:71-76.
25. **Cowan, M. M. 1999**. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, **12**(4), 564-582.
26. **Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H., 2006**: Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd. Thèse Présentée Par Mme Belyagoubi Née Benhammou Nabila.
27. **Dob T, Dahmane D., Chelghoum C., 2006**: Chemical Composition of the Essential Oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, **17**, 642-644
28. **Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F., Bekhradnia, A.R. 2008**. Iron chelating activity, phenol and Flavonoids content of some medicinal plants from Iran. *African Journal of Biotechnology*, **7 (18)**: 3188-3192.
29. **Favier A. 2003**. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108 -115.
30. **Feidemann J., 2005** World Spices Plants: Economic Usage, Botany, Taxonomy Springer Verlag, Berlin Heidelberg, European Union, p 196

31. Ferhat M., Kadi I., Lahouaou A., 2009 : Recherche de substances bio actives de centaureamicrocarpacoss et dur, Mémoire de Diplôme des Etudes Supérieures en Biologie (DES) (université de Mohamed BOUDIAF - M'SILA). P 10.
32. Frutos P., Hervás G., Giráldez F., Mantecón A., 2004: Review:Tannins and ruminant nutrition.*Spanish Journal of Agricultural Research*, **2 (2)**, 191-202.
33. Gardeli C., Vassiliki P., Athanasios M., Kibouris M., Komaitis M. 2008: Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L and *Myrtus communis* : Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts .*food chemistry* : **107(03)**:1120-1130.
34. Ghedira, K. 2005. Les flavonoides : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, **4**: 162-169.
35. Grant wyllie S, Joseph J Brophy, Vassilios Sarafis and Hobbs 1990: Volatile Components of the Fruit of *Pistacia Lentiscus*. *Journal of Food Science*, **55 (5)**, 1325–1326
36. Halliwaell, B. (1994). Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition reviews*, **52(8)**, 253-265.
37. Hamad H Hasan, Ibrahim H Habib, Mariam H Gonaïd and Mojahidul 2011. Comparative phytochemical and antimicrobial I investigation of some plants growing in al jabal al-akhdar.*J Nat Prod Plant Resour*, **1 (1)**, 15-23.
38. Hans w., koth., 2007.1000 plantes aromatiques et médicinales. Ed: Terre: 242
39. Igor Passi L.B., 2002 : Etude des activités biologiques de *Fagara zanthoxylo* des Lamiaçées. Thèse pharmacie pour obtenir le grade de Doctorat en pharmacie (Diplôme d'Etat), BamakoMali
40. Iserin, P., Masson, M., Restellini, J. P., Ybert, E., Laage Meux A., Moulard, F., Zha, E., Roque R., Roque O., Vican, P.,Deelesalle, F.T., Biaujeaud, M., Ringuet, J., Bloth, J., Botrel, A. (2001).Larousse encyclopédie des plantes médicinale identification, préparations, soins.21 rue de Montparnasse 75283 Paris, 2Edition, p:250.
41. Jain P.K. and Joshi H., 2012: Coumarin: Chemical and Pharmacological. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **02 (06)**, 236-240.
42. Kähköen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J., Pihlaja, K., Kujala, T. S. and Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*,**47**: 3954-3962.
43. Khaldi F., Z2015.évaluation de l'activité antioxydant et anti inflammatoire des plantes médicinales algériennes *Thymus vulgaris*, *Matricaria recutita* *Anethum graveolens*.Mémoire présent en vue l'obtention du diplôme de master Domaine science de la nature et de la vie. p 32
44. Kivçak B, Akay S. 2005: Quantitative determination of α -tocopherol in *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. *chia* and *Pistacia terebinthus*by TLC-densitometry and colorimetry. *Fitoterapia***76**:62-66.
45. Lahsissene, H., Kahouadji, A., & Hseini, S. 2009 : Catalogue des plantes medicinales utilises dans la region de Zaër (Maroc Occidental).Lejeunia, Revue de Botanique
46. Lee, J., Koo, N., Min, D.B. 2004: Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, **3**: 21-33.
47. Lin, Y. T., Vattem, D., Labbe, R. G., & Shetty, K. 2005: Enhancement of antioxidant activity and inhibition of *Helicobacter pylori* by phenolic phytochemical-enriched alcoholic beverage. *Process Biochemistry*, **40(06)**, 2059-2065.

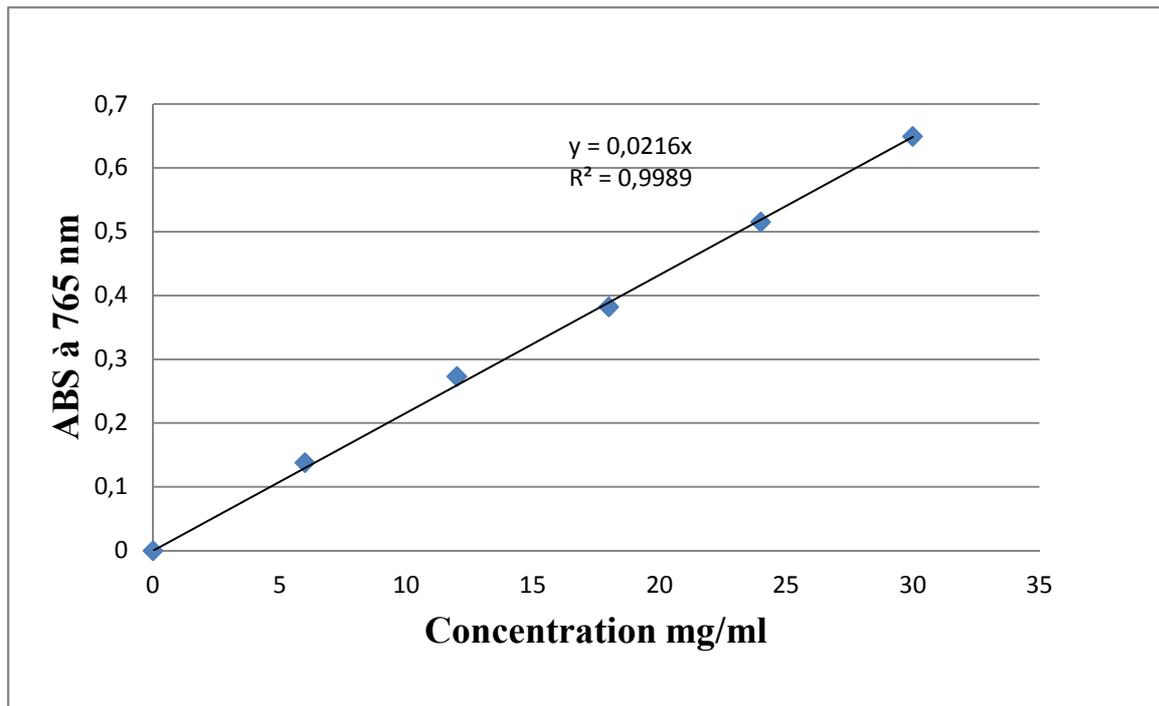
48. Lopez G V, Batthyany C, Blanco F, Botti H, Trostchansky A, Migliaro E, Radi R, Gonzalez M, Cerecetto H, and Rubbo H. 2005. Design, synthesis, and biological characterization of potential antiatherogenic nitric oxide releasing tocopherol analogs. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. **13**:5787-5796.
49. Losada, S., Barreiro, a.b., Bravo, C., 2017: Free radicals and polyphenols: the redox chemistry of neurodegenerative disease, *euro pen journal of medicinal chemistry*. **133**, 379-381
50. Luigia, L., Anna, S., Giuseppe, V., 2007: Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrealatifolia* L. and *Rubiaperegrina* L. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **8**, 360-364.
51. Macheix J.J., Fleuriet A., Sarni-Manchado P., 2006 : Les polyphénols en agroalimentaire, *Lavoisier* 1-28 Benarous K, « Effets des extraits de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes: α-amylase, trypsine et lipase », Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur d'état en génie biologique (université Amar Telidji Laghouat).
52. Manach, C., Scalbert, A., Morand C., Remesy C., Amenez L., 2004: Polyphenols: Food sources and bioavailability. *The American journal of Clinical Nutrition*. **79**, 727-747.
53. Manthey, J. A., 2000: Biological properties of flavonoids pertaining to inflammation. *Microcirculation*, **7**(S1).
54. Matés, J., Perez-Gomez, C. Nunez Castro, I. 1999: Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical Biochemistry Journal* **32**, 595-603
55. Midoun, T. (2011). Extraction Des Composés Phénoliques Et Etude Leurs Activités Antioxydante Par La Voltamétrie Cyclique. Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Master, Spécialité : *chimie appliquée*. Université Kasdi Merbah Ouargla. p 53.
56. Mohemmedi Z., 2006 : Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen .Thèse pour l'obtention du diplôme Magister (Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen). p28
57. Molyneux, 2004. The Use of Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, **26**, 211-219.
58. Morena M., Martín-Mateo, M., Cristol, J. p & Canaud, B., 2002: Stress oxydant, hémoincompatibilité et complication de la dialyse au long cours. *Néphrologie*. **5**: 201-208.
59. Nakayama, T. 1994. Suppression of hydroperoxyde-induced cytotoxicity by polyphenols. *Cancer Research*, **54**, 1991-1993.
60. Nkhili, Ez-zohra. 2004 : Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat, Spécialité: Sciences des Aliments. Université Cadi Ayyad. Marrakech Université D'avignon Et Des Pays De Vaucluse Ecole Doctorale 306 – SPSA, Montpellier. p378.
61. Oould, S., 2016 Contribution à l'évaluation de l'activité antioxydante intersaisonnière des extraits bruts d'une plante endémique et de l'effet hémolytique de l'extrait optima. Mémoire pour l'obtention du diplôme master académique. P13.
62. Park, P. J., Jung, W. K., Nam, K. S., Shahidi, F., Kim, S. K., 2001: purification and characterization of antioxidant peptides from protein hydrolysate of lethin free egg yolk. *Journal of the American oil chemists society*, **78**(6), 651-656

63. Pincemail, J., Bonjean, K., Cayeux, K., Defraigne, J.O., 2002 : Mécanismes physiologiques de la défense anti-oxydante. Physiological action of antioxidant defences. *Nutrition clinique et métabolisme* **16**, 233-239.
64. Popovici, C., Ilonka, S., Bartek, T., 2009 : Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel* : **4**, 25-39,
65. *Quezel P. et Santa S., 1962-1993* : Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S., 2 volumes. P 1170
66. Romani, P., Pinelli, C., Galardi, N., Mulinacci, M and Tattini. 2002: Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *Pistacia lentiscus* L. *Phytochem Anal.* **13(2)**, 79-86.
67. Sathiya,J., Ananthalakshmi,R., Rajkumari,S., Ramesho MandKrishenan,R. 2015: Enzymatic antioxidants and its role in oral disease, *Journal of pharma bio allied science*, **7(2)**, 331-333.
68. Scalbert, A., Morand, C., Manach, C., and Remesy, C. (2002). Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed. Pharmacother.* **56**,276-282.
69. Seigue A., 1985 : La Forêt Circumméditerranéenne et ses Problèmes, Maisonneuve & Larose, p22-27, p137 – 139.
70. Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., RiznerHras, A., Simonic, M. and Knez, Z., 2005: Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, **89**, 191-198.
71. Torkelson A.R.1996,The Cross Name Index to Medicinal Plants, CRC Press, p1160.
72. Trabelsi, H., Olfa, A., Cherif, F., Sakouhi, P.V., Justin, R., Nathalie, B., and Paul, M. 2011: Total lipid content, fatty acids and 4- desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*. Epub.
73. Turkmen N., Sedat Velioglu Y., Sari F. et Polat G. 2007. Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenols Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Food chem.* **12**:484-496.
74. Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M. et Mazur M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions.* **160**:1-40.
75. Xie, L., Yang, Z. Y., Wen, J., Li, D. Z., & Yi, T. S., 2014. Biogeographic history of *Pistacia* (Anacardiaceae), emphasizing the evolution of the Madrean-Tethyan and the eastern Asian-Tethyan disjunctions. *Molecular phylogenetics and evolution*, **77(1)**, 136- 146
76. ZaoualiY.,Bel Hadj Yahya I., Jaouadi R., Messaoud C. et Boussaid M. 2018:Sex-related differences in essential oil composition, phenol contents and antioxidant activity of aerial parts in *Pistacia lentiscus* L. during seasons.*Industrial Crops & Products*, **121**,151-159.
77. Zerargui, F, 2015.Activité antioxydante des extraits de racines *Tamus communis* L. et caractérisation des substances bioactives. Thèse pour l'obtention du diplôme doctorat en Sciences.



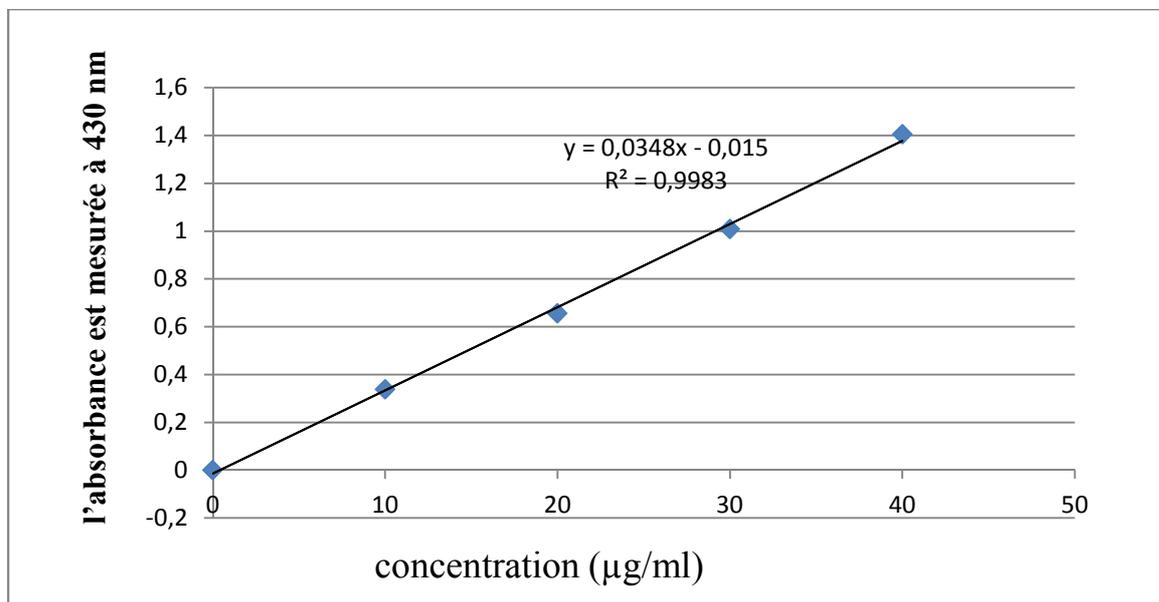
Annexes

Annexe 1:



Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols

Annexe 2 :



Courbe d'étalonnage avec la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

Annexe 3:Liste des Appareils et réactifs utilisés au cours de l'expérimentation.

Appareils	Réactifs
<ul style="list-style-type: none">-Agitateur- Balance- Barreau magnétique- Béchers- Broyeur électrique- Tubes à essais- Cuve- Micropipettes- Papier aluminium.- Papier filtre Wattman.- Spectrophotomètre UV visible	<ul style="list-style-type: none">- Eau distillé(H₂OD) ;- Diphénilepicryl-hydrazyle(DPPH) ;- Méthanol- Ethanol- Quercétine- FolinCiocalteu- Acide gallique- Trichlorure d'aluminium AlCl₃- Carbonate de sodium

Résumé

L'objectif du travail consiste à évaluer l'activité anti-oxydante des feuilles et des tiges d'une plante médicinale (*Pistacia lentiscus*). Au cours de cette étude, nous avons déterminé les teneurs en polyphénols totaux et les flavonoïdes et nous avons évalué l'effet anti radicalaire par le DPPH. Le dosage des polyphénols a révélé une teneur de $339,51 \pm 2,67$ mg EAG/g de matière sèche pour les feuilles et $50,77 \pm 3,32$ mg EAG/g de matière sèche pour les tiges. Les feuilles montrent une teneur en flavonoïdes d'environ $45,02 \pm 3,32$ mg EQ/g de matière sèche, tandis que la teneur est de $11,49 \pm 0,57$ mg EQ/g de matière sèche pour les tiges. L'évaluation de l'activité anti-oxydante (DPPH) a révélé un pourcentage d'inhibition de $70,83 \pm 7,22\%$ pour les feuilles et de $45,83 \pm 7,22\%$ pour l'extrait des tiges. Les résultats obtenus révèlent que la plante *Pistacia lentiscus* est une bonne source d'anti-oxydants naturels et que les feuilles de cette plante représentent la partie la plus riche en ces éléments.

Mots clés : *Pistacia lentiscus*, polyphénols, flavonoïdes, DPPH, activité anti-oxydante.

Abstract

The objective of this work is to evaluate the antioxidant activity of the leaves and stems of a medicinal plant (*Pistacia lentiscus*). In this study, we have determined the levels of total polyphenols and flavonoids and evaluated the anti-radical effect by DPPH. The determination of polyphenols revealed a content of 339.51 ± 2.67 mg EAG / g dry matter for leaves and 50.77 ± 3.32 mg EAG / g dry matter for stems. The leaves show a flavonoid content of about 45.02 ± 3.32 mg EQ / g dry matter, while the content is 11.49 ± 0.57 mg EQ / g dry matter for stems. The evaluation of the antioxidant activity (DPPH) revealed a percentage inhibition of $70.83 \pm 7.22\%$ for the leaves and $45.83 \pm 7.22\%$ for the extract of the stems. The results reveal that the plant *Pistacia lentiscus* is a good source of natural antioxidants and that the leaves of this plant represent the richest part.

Key words: *Pistacia lentiscus*, polyphenols, flavonoids, DPPH, antioxidant activity.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تقييم نشاط مضادات الأكسدة في أوراق وسيقان النبات الطبي الضرو .

في هذه الدراسة حددنا مستويات متعدد الفينول الكلي والفلافونويد وقمنا بتقييم مضاد للجذر DPPH حيث كشف تحديد مادة متعدد الفينول عن محتوى جاف يبلغ 339.51 ± 2.67 مغ مكافئ حمض الغاليك / غ مادة جافة للأوراق و 50.77 ± 3.32 مغ مكافئ حمض الغاليك / غ مادة جافة لسيقان ، كما أظهرنا لأوراق محتوى فلافونويد حوالي 45.02 ± 3.32 مع مكافئ كارستين / غ مادة جافة ، في حين أن المحتوى 11.49 ± 0.57 مع مكافئ كارستين / غ مادة جافة لسيقان .

حيث كشف تقييم نشاط مضادات الأكسدة DPPH عن نسبة تثبيط قدرها $70.83 \pm 7.22\%$ و $45.03 \pm 7.22\%$ لمستخلص السيقان، وقد أظهرت النتائج المتحصل عليها أن نبات الضرو هو مصدر جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية وإن أوراق هذا النبات تمثل أغنى جزء في هذه العناصر .

الكلمات المفتاحية: الضرو ، متعدد الفينول ، الفلافونويد ، DPPH، نشاط مضاد الأكسدة.