

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

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



REF.....

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

Thème

Extraction, dosage et potentiel antioxydant des polyphénols et des polysaccharides des graines de *Pistacia lentiscus L.*

Présenté par :

CHIKH Sarah & ARIOUAT Faiza

Soutenu le : **16 Juillet 2022**

Devant le jury, composé de :

M^{me} C. Mehenni

MCB

Présidente

M^{me} N.DEBBACHE

MCA

Encadreur

M^{me} S.BENSALEM

MCA

Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

Dédicaces

Je tiens à dédier cet humble travail à :

Ma mère et mon père

Mes deux frères

Ma binôme ARIOUAT Faiza

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime

CHIKH Sarah.

Dédicaces

A l'aide du dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,

Je dédie humblement ce travail avec une grande fierté et comme

Geste de gratitude :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers frères : Mohamed, Youcef, Hani et Saber

A ma chère amie et binôme " Sarah " pour sa sympathie, son humeur, sa solidarité et son amitié sincère, et tous ces merveilleux souvenirs à ses côtés.

. A tous mes enseignants toute au long de mon parcours universitaire,

A toute la promotion de master 2 biochimie fondamentale

. Et à tous ceux, qui, de près ou loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

ARIOUAT Faiza.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice Madame

DEBBACHE Nadjet,

D'avoir accepté de nous encadrer en nous donnant confiance afin de réaliser ce modeste travail, dont tout le mérite lui revient. On l'a remercié pour sa disponibilité, sa compréhension, sa gentillesse son effort, son aide et ses remarques ainsi que tous les conseils qu'elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos grandes considérations et nos vifs remerciement aux membres de jury Mme BENSALÉM et Mme MEHANNI pour avoir accepté de juger ce modeste travail.

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
I.1 PISTACIA LENTISCUS L.....	2
I.1.1 DESCRIPTION BOTANIQUE DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	2
I.1.2 NOMS VERNACULAIRES	2
I.1.3 LA VARIABILITE MORPHO-ANATOMIQUE DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	3
I.1.4 CLASSIFICATION TAXONOMIQUE DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	4
I.1.5 HABITAT ET REPARTIONS GEOGRAPHIQUE	4
I.1.6 PRODUITS ET DERIVES DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	6
I.1.7. UTILISATION ET VERTUS DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	7
I.1.8 <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i> ET L'ECOLOGIE.....	8
I.2 ETUDE ANTERIEURS <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	8
I.2.1 ETUDE PHYTOCHIMIQUE DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	9
I.2.2 LES ACTIVITES BIOLOGIQUES DE <i>PISTACIA LENTISCUS L.</i>	11
II.1 MATERIELS ET METHODES	17
II .1.1 MATERIELS.....	17
II .1.1.1 APPAREILLAGES ET PRODUITS CHIMIQUES	18
II.1.2. METHODES	18
II.1.2.1 PREPARATION DES EXTRAITS	18
II.1.2.2 TAUX D'EXTRACTION ET LA COMPOSITION CHIMIQUE.....	21
II.1.2.3 LES ACTIVITES BIOLOGIQUES.....	22
DETERMINATION DU POUVOIR REDUCTEUR	22
TEST DE BLANCHISSEMENT DE B-CAROTENE	23
DETERMINATION DE LA CAPACITE ANTIOXYDANTE TOTALE (TAC).....	25

III.1 RENDEMENT DE L'EXTRACTION	28
III.2 DETERMINATION DU CONTENU PHENOLIQUE TOTAL ET POLYSACCHARIDIQUE	29
III.3 ACTIVITE ANTIOXYDANTE DES EXTRAITS <i>IN VITRO</i>	30
III.3.1 LE POUVOIR REDUCTEUR.....	31
III.3.2 TEST DE BLANCHISSEMENT DE B-CAROTENE.....	32
III.2.3 DETERMINATION DE LA CAPACITE ANTIOXYDANTS TOTALE (TAC)	35
CONCLUSION.....	38

Résumé

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Classification taxonomique de <i>Pistacia lentiscus</i> d'après Linné (L., 1753).	4
2	Liste des produits chimiques et appareillages utilisé.	18
3	Rendements en extraits obtenus à partir des fruits partis de la plante.	28
4	Teneur des polyphénols et des polysaccharides dans les fruits de <i>P.lentiscus L.</i>	30
5	Pouvoir réducteur des Polyphénols et polysaccharides des fruits de <i>P.lentiscus L.</i>	31
6	Les taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène % des extraits Polyphénols.	32
7	Les taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène % des extraits polysaccharides soluble et insoluble dans l'eau.	33
8	Capacité antioxydante totale (TAC).	36

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Image de <i>Pistacia lentiscus L.</i> (anonyme, 2022).	2
2	Les différents parties de <i>Pistacia lentiscus L.</i> (Anonyme, 2022).	3
3	Répartition géographique de <i>Pistacia lentiscus L.</i> (Belfadel, 2009).	5
4	Schéma récapitulatif des différentes étapes du plan de notre travail.	17
5	Localisation géographique de la région d'étude de la wilaya de Bejaia.	17
6	Extracteur Soxhlet.	22
7	Réduction du complexe Fe^{+3} -TPTZ en Fe^{+2} -TPTZ par un antioxydant (Toure, 2015).	23
8	Schéma illustratif du test pouvoir réducteur.	24
9	Schéma illustratif du test β -carotène.	26
10	Schéma illustratif du test La capacité antioxydant totale (TAC).	29
11	Gamme d'étalonnage de l'acide gallique.	31
12	Pouvoir réducteur de fer de l'acide ascorbique.	33
13	Courbe des Taux d'inhibition de blanchiment du -carotène % en fonction de la concentration g/mg des extraits polyphénoliques.	33
14	Courbe des Taux d'inhibition de blanchiment du -carotène % en fonction de la concentration g/mg des extraits Polysaccharides insoluble dans l'eau.	34
15	Courbe des Taux d'inhibition de blanchiment du -carotène % en fonction de la concentration g/mg des extraits Polysaccharides soluble dans l'eau.	35
16	Courbe qui représente capacité antioxydante totale de l'acide ascorbique.	35

Liste des abréviations

μl : Micro litre

AA : Acide ascorbique

Abs :Absorbance

AG : Acide gallique

BSA : Albumine de sérum bovin

C°: Degré Celsius

Ca : Calcuim

D.O : Densité optique

DPPH : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

EAG/g : Equivalent acide gallique/gramme

EP : Extrait phénolique

EPI : Extrait polysaccharidique insoluble

EPN : Extrait polysaccharidique non soluble

EPS : Extrait polysaccharidique soluble

EPS : Extrait polysaccharidique soluble

FRAP: Capacités réductrices ferriques d'antioxydants /Ferric reducing antioxidant power

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

H₂SO₄: Acide sulfurique

K₃Fe (CN) ₆: Hexacyanoferrate de potassium

LDL : Lipoprotéines de basse densité

M : Mol / litre

mg :Milligramme

mg EAA/ 100gMS : Milligramme d'équivalent acide ascorbique par 100 grammes de matières sèches.

mg EAA/g: Milligramme d'équivalent acide ascorbique par gramme

Mg : Magnésium

mg/ml: Milligramme par millilitre

min : Minute

ml : Millilitre

MS : Matière sèche

Na₂CO₃ : Carbonate du sodium

nm : Nanomètre

nm: Nanomètre

P: Poids

PBS : Tampon phosphate saline/ phosphate-buffered saline .

PPT: Poly phénol totaux.

TAC: Capacité antioxydant totale

UV: Ultra violet

v/v : Volume à Volume

Introduction

Les plantes ont existé sur la surface du globe terrestre depuis la vie sur terre, elles ont un rôle prépondérant dans l'évolution des sociétés humaines. Le végétal constitue la base de vie de l'être humain (Daaboul, 2004).

Durant ces deux dernières décennies, la recherche en phytothérapie devient une des plus grandes préoccupations scientifiques (Niyahnjike et al., 2005). Depuis toujours, les plantes médicinales ont été utilisées pour prévenir ou traiter diverses maladies. Selon des études pharmacologiques plus de 1200 plantes sont utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde pour leurs activités biologiques (Bisht et al., 2010). Le monde scientifique est envahi par un nouveau concept, celui du stress oxydant, une situation où la cellule ne contrôle plus la quantité de radicaux libres qu'elle produit, entraînant ainsi la plupart des maladies telle que les maladies cardiovasculaire, neurodégénérative et le cancer (Pincemail et al., 2002).

Le développement de nouveaux antioxydants d'une capacité antioxydant de meilleure qualité et de moindre toxicité s'avère indispensable pour lutter contre les phénomènes d'oxydation. Dans ce but, l'investigation des plantes représente un potentiel inestimable pour la découverte de nouvelles substances à caractère antioxydant, si l'on considère que ces plantes peuvent contenir des centaines, voir des milliers de métabolites secondaires. Ces derniers représentés actuellement par 100.000 substances identifiées, pourraient être utilisés dans la prévention de certaines maladies ou pour une meilleure conservation des aliments (Cowan, 1999).

L'Algérie, pays connu pour sa biodiversité, dispose d'une flore particulièrement riche et variée (Quezel et Santa, 1963) peu explorée du point de vue chimique et pharmacologique (Bencharif, 2014). C'est pourquoi nous sommes intéressées à étudier *Pistacia lentiscus* L. connue sous le nom Darou. Cette dernière est une espèce répandue dans le sud algérien. La présente étude, vise à évaluer l'activité antioxydante des extraits polyphénoliques et polysaccharidique des fruits de *Pistacia lentiscus* L.

Nous présenterons dans notre travail trois chapitres; Le premier portera sur une étude bibliographique de *Pistacia lentiscus* L. dans le second chapitre nous illustrons le matériel et les méthodes utilisées pour répondre à la problématique. Le dernier chapitre consiste à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions. Enfin, nous terminons par une conclusion.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I.1 *Pistacia lentiscus* L.

I.1.1 Description botanique de *pistacia lentiscus* L.

Le nom *Pistacia lentiscus* donné à cette plante lui vient de mot latin "*pistakia*" constitue une altération du mot "foustak", nom arabe de l'espèce principale, et *Lentiscus*, vient du mot latin "*lentiscus*" nom de l'arbre au mastic (**Garnier et al, 1961**).



Figure 1: Photo de la plante *Pistacia lentiscus* L.

Pistacia lentiscus L. est un arbre ou arbuste à feuilles de 1 à 8 m de hauteur dioïque, vivace, thermophile (**Lauk et al., 1961**), et aromatique à croissance lente (**Tassin, 2012**). Cette plante appartient à la famille des *Anacardiaceae* (**Steven, 2008**), très courante pour sa richesse en métabolites secondaires et sa forte odeur résineuse (**Chaabani, 2020**). Le pistachier lentisque est connu pour ses vertus médicinales (**Bensalem, 2014**).

I.1.2 Noms Vernaculaires

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)

Berbère : Tidekt, Tidekst

I.1.3 La variabilité morpho-anatomique de *Pistacia lentiscus L.*

Un tronc : court, de 1 à 3 mètres de hauteur et dégage une odeur résineuse très prononcée. Il peut cependant atteindre la taille d'un arbre lorsqu'il est dans des sites humides et protégés.

Les feuilles : sont Composées à folioles en nombre pair 6 à 12, C'est une espèce dioïque (qui possède des fleurs mâles et des fleurs femelles sur des pieds différents) de forme étroite, pointue et caduque en hiver (**Bensalem, 2014**) La couleur varie du vert en été au violet en plein hiver, il s'agit d'une adaptation aux basses températures. (**Stoutah, 2016**). La feuille dégage une odeur de térébenthine lorsqu'on la froisse et a une saveur amère et camphrée (**Ait Youssef, 2006**).

La résine appelée mastic : est obtenu, en été, par l'incision répétée des tiges. La production peut, de cette façon, atteindre 4 à 5 kg par arbre de couleur jaune claire, irritante, ce produit résineux transparent émet une odeur balsamique relativement forte (**Ait youssef, 2006**).

Les fleurs : de couleur rouge, sont regroupées en grappes à l'aisselle des feuilles. Elles n'ont pas de pétales La fleur mâle à un calice comportant 5 sépales au fond duquel sont insérées 5 étamines, à filets courts soudés à la base et anthères rouges, tétragones. La fleur femelle : à un calice comportant 3 ou 4 lobes et un 1 ovaire de 3 carpelles concrescents et 3 stigmates arqués en dehors (**Midani, 2018**).

Le fruit : est petit et globuleux d'environ 5mm de diamètre, les fruits sont d'abord rouges, puis noires à maturité en novembre, comestible, arrondie, d'environ cinq millimètres qui renferme un seul noyau à une seule graine (**Ait youssef, 2006**).

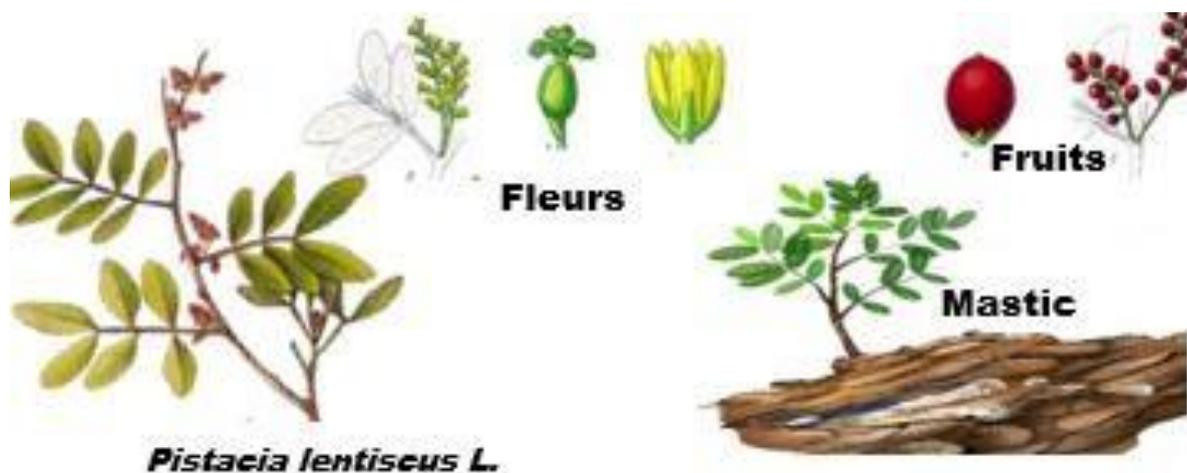


Figure 2 : Les différents parties de *Pistacia lentiscus L* (**Anonyme, 2022**).

I.1.4 Classification taxonomique de *Pistacia lentiscus L.*

Le genre *Pistacia* regroupe 10 autres espèces : *Pistacia mexicana* ; *Pistacia texana* ; *Pistacia saportae* ; *Pistacia weinmannifolia* ; *Pistacia atlantica* ; *Pistaci achinensis* ; *Pistacia khinjuk*; *Pistacia palaestina* ; *Pistacia terebinthus* (le pistachier térébinthe) et enfin *Pistaci avera*, le Pistachier vrai ou commun, la seule espèce cultivée pour l'alimentation humaine et la plus importante économiquement (Ghalem et Benhassaini, 2007).

Selon Linné (L., 1753), *Pistacia lentiscus* se classe comme suit :

Tableau 1: Classification taxonomique de *Pistacia lentiscus L.* d'après Linné (L., 1753).

	Termes scientifiques	Terme français
Régne	<i>Plantae</i>	plante
Embranchement	<i>Spermaphytina</i>	Spermaphyte
Sous-embranchement	<i>Magnoliophyta</i>	Angiospermes
Classe	<i>Dicotyledoneae</i>	Magoliopsida
Sous-classe	<i>Rosidae</i>	Rosidées
Série	<i>Disciflores</i>	Disciflores
Sous-série	<i>Diplostémones</i>	Diplostémones
Ordre	<i>Sapindales</i>	Sapindales
Famille	<i>Anacardiaceae</i>	Anacardiacées
Genre	<i>Pistacia</i>	Pistachiers
Espèce	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Pistachier lentisque

I.1.5 Habitat et repartions géographique

Pistacia lentiscus L. apparu il y'a plus de 80 millions d'années (Al saghir, 2009). Il se trouve dans les milieux à température élevée et résiste très bien à la canicule, et au vent et aux embruns en bord de mer, il est également capable de résister à des températures jusqu'à -7°C sur une courte durée (Stéphanie, 2014). Il pousse sur différents types de sols tels que le sablo-argileux-limoneux, argilolimoneux, sableux et argileux texture et il préfère les terrains siliceux pauvres en potassium et en phosphore (Doga et al., 2003).

Dans le monde

Natif de la région méditerranéenne et des Canaries. Il a été cultivé voire naturalisé ailleurs (**Quezel et Santa, 1926**). *Pistacia lentiscus L.* est largement distribué dans les écosystèmes de la région méditerranéenne, notamment en Grèce, Turquie, Italie, Espagne, Algérie, Tunisie, Maroc et France, s'étendant au Portugal et Canaries, a une large distribution géographique et bioclimatique, s'étendant des zones humides aux zones arides (**Benhammou et al., 2008; Harrat et al., 2018; Khiari et al., 2018 et Yildirim et al., 2019**). On le trouve aussi en Irak, l'Iran et l'Inde (**Hamlat et Hassani, 2008**).

En Algérie

Il se trouve au nord le long des régions côtières jusqu'à 700 m au-dessus du niveau de la mer ou dans les zones pierreuses en bord de mer, et tout au long du Tell et dans les zones forestières (**Boukeloua, 2009**). Il peut se trouver en forêt seule ou associé avec d'autres espèces d'arbres comme le térébinthe, les olives et la caroube, dans toutes zones (**Dahmoune et al., 2014**).

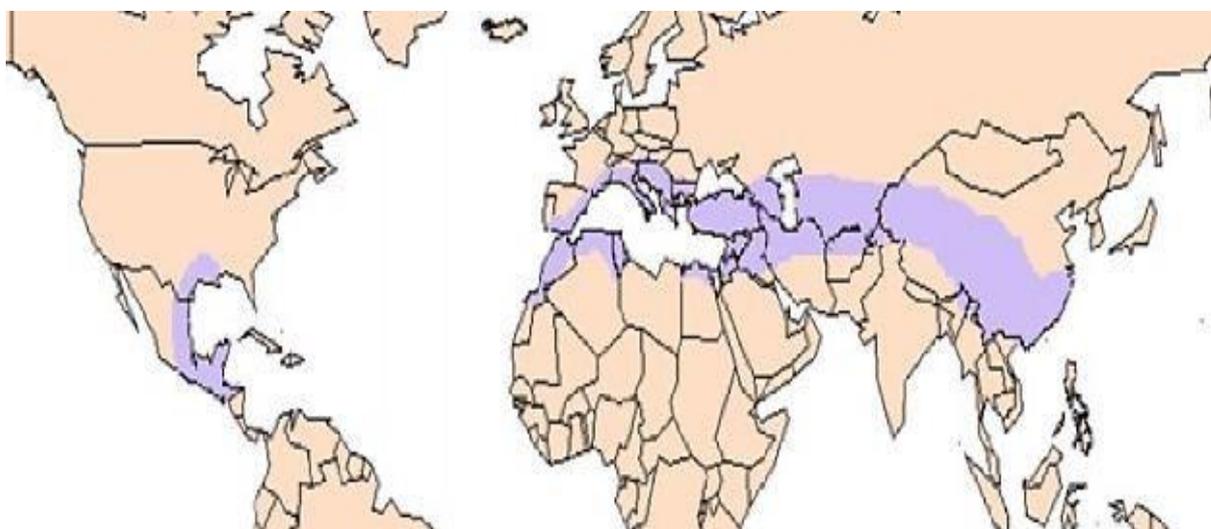


Figure 3: Répartition géographique de *Pistacia lentiscus L.* (**Belfadel, 2009**).

I.1.6 Produits et dérivés de *Pistacia lentiscus L.*

Le lentisque est une source de production et d'extraction de nombreux produits à différents usages bénéfiques pour l'homme :

Le bois de *Pistacia lentiscus L.* : Est utilisé en ébénisterie ou en menuiserie (**Boukeloua, 2009**), il produit du charbon de haute qualité et il donne un feu vif qui dure longtemps (**tela-botanica.com**), il est aussi utilisé pour fabriquer les cure-dents (**Rameau et al., 2008**), et les cendres de ce bois sont employées comme savon (**Ait Youssef, 2006**).

La résine : Appelée mastic, gomme mastic ou mastic de Chios. Utilisée comme arôme de certaines confitures (**Boukeloua, 2009**), et aussi comme « chewing-gum » pour rafraîchir l'haleine, fortifier les gencives et apporter un bien être digestif (**Bardeau, 2009**), en Egypte, elle est utilisée pour embaumer les morts (**Iserin, 2001**), en cosmétique la résine est utilisée comme ingrédient principal dans la production du dentifrice, du parfum et des lotions pour les cheveux et la peau (**hamad, h et al., 2011**). De plus, elle est utilisée aussi comme matériau de remplissage (**piccolella, s et al. 2016**).

Essence de mastic : Entre dans la confection de parfums, des produits cosmétologiques et pharmaceutiques, de vernis de grande qualité recherché par les peintres œuvrant à la peinture à l'huile et aussi dans l'industrie photographique (**Boukeloua, 2009**).

Essence des feuilles et rameaux : De ces parties est extraite une huile essentielle qui est utilisée en aromathérapie et en phytothérapie pour ses propriétés décongestionnantes, prescrite aussi pour traiter les problèmes veineux dont les hémorroïdes (**Seigue, 1985**).

L'huile de *Pistacia lentiscus L.* : Utilisée en alimentation, l'éclairage et la fabrication de savons (**Boukeloua, 2009**), et aussi comme un remède d'application externe locale sous forme d'onguent pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales (**bammou et al., 2015**).

Les feuilles : Sont utilisées pour teindre en noir la laine des tapis et pour tanner les peaux (**Rameau et al., 2008**).

I.1.7. Utilisation et vertus de *Pistacia lentiscus L.*

Pistacia lentiscus L. connue depuis l'antiquité pour ses propriétés médicinales (**Palevitch et Yaniv, 2000**), est utilisée traditionnellement dans diverses régions pour traiter plusieurs maladies (**Benhammou et al., 2008**) car elle possède plusieurs substances actives (**Ljubuncic et al., 2005**).

L'huile des fruits de *Pistacia lentiscus L.* : Est très utilisé comme médicament contre diverses maladies (**Abdelguerfi, 2003**) dans le traitement de la gale, des rhumatismes et de la diarrhée et de la toux (**El Hamrouni, 2001**), c'est aussi un remède d'application locale externe pour soigner les brûlures et les douleurs dorsales et l'eczéma (**Gardeli et al., 2008 ; Djerrou, 2013**), utilisée aussi pour lutter contre les hémorroïdes et les problèmes circulatoires comme les varices et le bourdonnement d'oreilles (**Cardena, 2016**). Cette huile est un décongestionnant veineux, lymphatique et prostatique puissant, elle est conseillée pour les troubles cardiovasculaires, et on peut aussi l'utiliser pour l'aérophagie, l'ulcère gastrique, la colite le diabète (**Bruno, 2015**).

La racine : Employée sous forme de décocté, est efficace contre l'inflammation intestinale et d'estomac ainsi que dans le traitement de l'ulcère (**Ouelmouhoub, 2005**), elle est utilisée pour le traitement de l'asthme, pour soigner les algies dentaires et les gingivites, comme cicatrisant et comme antirhumatismal (**Ait Youssef, 2006**).

La partie aérienne de *Pistacia lentiscus L.* : Utilisée pour le traitement de l'hypertension artérielle grâce à ses propriétés diurétiques (**Scherrer et al., 2005**), et la toux, les gorges endolories, l'eczéma et les maux d'estomac (**Benhammou et al., 2008**).

Les feuilles : elles ont une action anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépato-protective, expectorante et stimulante (**Kordali et al., 2003**), elles sont diurétiques et emménagogues (**Boullard, 2001**), utilisées dans le traitement de l'eczéma, infections buccales, diarrhées, lithiases rénales, jaunisse, maux de tête, ulcères, maux d'estomac, asthme et problèmes respiratoires (**Said et al., 2002**).

La résine : Agent anticancéreux, contre les tumeurs du sein, du foie, de la rate, et de l'utérus (Assimopoulou et Papageorgiou, 2005), et elle induit l'apoptose et dispose d'action anti-prolifératrice contre les cellules cancéreuses du côlon (Balan et al., 2005), elle soulage les maux gastriques, elle est utilisée aussi comme édulcorant de soufflé. En Iran, Bozorgi et al. (2013), la résine est appliquée pour ses propriétés calmantes et emménagogues, astringentes, carminatives, diurétiques et toniques (Boullard, 2001). Selon Chaviaras. (2006), le mastic de Chio est utilisé pour contrôler et réguler le cholestérol et la glycémie. Le mastic agit comme un antiseptique oral et resserre les gencives, et pour cette raison, il est utilisé pour les soins dentaires dans les dentifrices et le chewing-gums (Koutsoudaki et al., 2005).

I.1.8 *Pistacia lentiscus L.* et l'écologie

Pistacia lentiscus L. s'adapte et résiste à la sécheresse et aux perturbations, donc elle possède la capacité de pousser après les incendies et de protéger le sol de l'érosion dans les régions semi arides, elle a aussi une grande capacité de s'enraciner et la plasticité de contraster la disponibilité des nutriments, et répond aisément à la faible disponibilité de l'eau en modifiant en surface des spécificités morpho-fonctionnelles (cortina et al., 2008), facilite l'installation d'autres plantes vasculaires et fournissant un abri et de la nourriture pour la faune (Maestre & Cortina 2005), *P. lentiscus L.* a la capacité d'absorber et d'accumuler les métaux lourds dans ses parties aériennes et dans les racines et s'avère être une espèce appropriée pour la phytostabilisation et la restauration d'un environnement altéré (Elgubbi et al., 2017), cette espèce prend la première place dans la listes des programmes de reboisement (ostos et al., 2008; ozden-tokatli et al., 2010).

I.2 Etude antérieurs *Pistacia lentiscus L.*

Pistacia lentiscus L., une plante médicinale utilisée traditionnellement dans plusieurs pays de la zone méditerranéenne, certains de ses avantages ont été décrits dès les XVe-XVIe siècles, ce qui a poussé les chercheurs scientifiques à étudier les caractéristiques et les activités biologiques de cette plante.

I.2.1 Etude phytochimique de *Pistacia lentiscus L.*

Les différentes parties de *P.lentiscus L.* ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques à fin d'identifier leurs principes actifs. Chaque type d'extraction donnera des profils organoleptiques et des compositions chimiques différentes. Plusieurs études ont confirmé que la plante *P. lentiscus L.* est riche en composés phénoliques, cette richesse augmente au fur et à mesure que la polarité des solvants d'extraction utilisés augmente (**Bampouli et al., 2014; Botsaris et al., 2015., Zitouni et al., 2016**), des études récentes ont montré que les facteurs extrinsèques tels que les facteurs géographiques et climatiques, la saison de récolte et de la partie de la plante, et les facteurs intrinsèques tels les facteurs génétiques , les degrés de maturation de la plante et le temps de stockage ont tous une forte influence sur la teneur en composés phénoliques (**Falleh et al., 2008**).

Écorce de *Pistacia lentiscus L.*

Des études réalisées par **Samy Selim et al. (2022)** ont montré que l'extrait méthanolique d'écorce de *P. lentiscus.* comprenait des triterpènes, des glucides, des tanins, des alcaloïdes et des flavonoïdes et les principaux constituants de cette extrait comprend de l'acide gallique, de la quercétine, le gallate de méthyle, kaempférol, kaempférol 3-O- α -rhamnoside, kaempférol 3-O- β -glucoside et la quercétine-3-O- β -glucoside. D'autres études ont confirmé que *P. lentiscus* est composé d'un mélange de terpènes et de terpénoïdes, principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes, ce qui confère à la plante une odeur et un goût uniques (**Inbar et al., 2004 et Quartu et al., 2012**).

Fruits de *Pistacia lentiscus L*

Aissat et al. (2022) ont identifié 9 anthocyanes dans les Fruits *P. lentiscus L.* : 3 dérivés de cyanidines (cyanidine 3- O -galactoside, 3- O -glucoside et pentoside) et 6 dérivés de delphinidine (2 delphinidine dihexosides, 2 delphinidine pentosides, delphinidine 3- O -galactoside et 3- O -glucoside), les auteurs ont révélé aussi la présence d'acide 4-hydroxybenzoïque et d'acide protocatéchuique et la présence de Sept flavonols, principalement des dérivés de la quercétine (quercétine 3- O -rutinoside, quercétine 3- O -

galactoside, quercétine 3 - O -glucuronide, quercétine 3 - O -glucoside, quercétine 3 - O -rhamnoside, quercétine) et la myricétine. Une autre étude a montré que les fruits matures de *Pistacia lentiscus* L. sont riches en éléments minéraux. L'élément minéral le plus abondant est Na, suivi par K, Ca, Mg, Fe et Cu (Hamad et Hasan, 2011 et Dhifi, 2013). Récemment, il a été rapporté la présence des alcaloïdes dans les fruits et leur absence dans les feuilles et les rameaux (Mohammed et al., 2020).

L'huile fixe de *Pistacia lentiscus* L.

Les résultats de May et al. (2015) ont indiqué que les principaux acides gras insaturés contenus dans les huiles fixes de *Pistacia lentiscus* L. étaient les acides oléique, linoléique et palmitoléique, représentant plus de 70 % de la composition acide totale. La richesse de l'huile fixe de *P. lentiscus* L. en acides gras insaturés démontre une haute valeur nutritionnelle. D'autres études ont montré que le principal acide gras est l'acide oléique (50 -72%), suivie de l'acide palmitique (23,2%) et l'acide linoléique (21,7%). Les autres acides gras sont retrouvés en faible quantités acide palmitoléique (1,3%), stéarique (1,1%), linoléique (0,8%), gadoléique (0,2%) et arachidique (trace) et Quatre stérols ont été trouvés dans l'huile fixe, le β - sitostérol (90%), le camestérol, les stérols et le stigmastérol (Trabelsi et al., 2011).

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L

Des études chimiques réalisées par Gardeli (2008), ont montré que les principaux composants de l'huile essentielle de *P. lentiscus* L. étaient l' α -pinène (9,4–24,9 %) et le limonène (9,0–17,8 %), tandis que le germacrène D (2,7–13,5 %), le terpinène-4-ol (6,8–10,6 %), le p -cymène (0,5–7,5 %), le β -pinène (2,0–6,9 %), le sabinène (1,0–6,7 %), le γ -terpinène (3,1–3,6 %) et l' α -terpinéol (2,5–4,0 %) étaient également présents à des pourcentages relativement élevés. Le profil chimique de cette huile essentielle diffère d'une origine à une autre et il existe des différences quantitatives des composants individuels. Par exemple, l'espèce égyptienne était caractérisée par le δ -3-carène, le β -bisabolène et le β -bourbonène (Pooter et al., 1991), tandis que chez l'espèce sarde, le β -pinène était le composé majeur, ainsi que le β -caryophyllène et le β -phellandrène (Congiu et al., 2002). Enfin, dans l'huile tunisienne, l' α -pinène, le γ -terpinène et le terpinène-4-ol étaient les principaux constituants (Douissa et al., 2005), dans tous les cas, les différences sont directement liées à la localisation géographique,

alors que les variations observées dans la composition chimique de l'huile pourraient aussi s'expliquer par l'existence de chémotypes (**Congiu et al., 2002** et **Zrira et al., 2003**).

Les feuilles de *Pistacia lentiscus L*

Les résultats d'une étude ont révélé que les feuilles de *Pistacia lentiscus L.* sont très riches en composés phénoliques comparativement aux rameaux et aux feuilles de la même plante (**Mohammed et al., 2020**). Dans une étude phytochimique menée par **Kiveak et Akay. (2005)**, l'alpha-tocophérol a été identifiée dans l'huile des feuilles de *Pistacia*. Une étude montre que les feuilles de *P. lentiscus L.* sont riches en éléments minéraux, l'élément minéral le plus abondant est (Ca) 144400, suivi par Potassium (K) 127800 ; Magnésium (Mg) 30000 ; Fer (Fe) 2300 ; (Zn) 230,36 Manganèse ; (Mn) 226,49 ; Cuivre (Cu) 33,55 ; Plombe (Pb) 25,81 ; Zinc Sélénium (Se) 17,42 ; Lithium (Li) 41 ,68 ; Vanadium (V) 24,39 ; Lanthane (La) 14,09 ; Calcium Cadmium (Cd) 6 ,45 Chrome (Cr) 5,12 (**Aouinti et al., 2014**).

Mastic de *Pistacia lentiscus L*

Des études chimiques réalisées par **Baudoux (2003)** et **Grosjean (2007)**, ont isolé une huile essentielle de la résine de *P. lentiscus L.* Cette huile est riche en monoterpènes en plus grande quantité, des monoterpénols et des sesquiterpènes en quantité moyenne, et des esters terpéniques en petite quantité ; (a-pinène (40%), β-pinène (1,5%), B -myrcène (9%), le limonène (1,0%), et β -caryophyllène (5%)).

I.2.2 les activités biologiques de *Pistacia lentiscus L.*

Activité antioxydant

Shoaïb Ahmed et al. (2017) ont montré que l'extrait brut de *P. lentiscus L.* et ses fractions contenaient des composés phénoliques et flavonoïdes qui possèdent une activité antioxydante significative. D'autres études réalisées par **Abderrahmane Hadini et ses collaborateurs (2022)** sur les feuilles de *P. lentiscus L.* ont confirmé leur richesse en composés chimiques importants qui confèrent un important pouvoir antioxydant à la plante. **Umadevi et al. (1988)**, **Romani et al. (2002)** ont rapporté que *P. lentiscus L.* se caractérise par la présence d'acides phénoliques (tels que l'acide gallique) et de flavonoïdes (tels que les dérivés de la

myricétine). Un flavan-3-ol (catéchine) a également été détecté en petites quantités, contribuant également à l'activité antioxydante de l'extrait. Dans une autre étude réalisée par **Berboucha et al (2010)** les extraits des fruits de cette plante ont montré un pouvoir anti-radicalaire important notamment l'inhibition de certains enzymes comme la xanthine oxydase qui est une enzyme productrice des radicaux libres. Des résultats similaires ont été obtenus par **Benhammou et al. (2008)**. **Bampouli et al. (2014)** et **Mezni et al. (2015)**, ces derniers ont démontré que les extraits aqueux et éthanoliques possédaient un potentiel antioxydant. D'autres résultats ont révélé que les huiles essentielle à l'étape fleurissante contiennent la haute fraction hydrocarbure de monoterpène qui montre un fort pouvoir antioxydant (**Assimopoulou et al., 2005** et **Barra et al., 2007**, **Fillipos et al., 2009**). Les travaux réalisés par **Baratto et al. (2003)** ont conclu que les dérivés de galloyle isolés des feuilles de *P. lentiscus L.* étaient des piègeurs de radicaux libres très efficaces, tandis que l'acide quinique n'a montré aucune activité antioxydante **Gardeli (2008)**. D'après les résultats de **Mohammed et al. (2020)**, les extraits aqueux des feuilles *P. lentiscus* avaient les teneurs les plus élevées en composés phénoliques et en potentiel antioxydant à travers des tests de DPPH et TAC par rapport aux autres parties de la plante que les autres parties de la plante.

Activité anti-inflammatoire

Les extraits de feuilles du pistachier lentisque *in vivo* et *in vitro*, révèlent une activité anti-inflammatoire (**Giner-Larza et al, 2001; Maxia et al, 2001; Gardeli et al., 2008; Remila et al, 2015; Ait Idir et Bouyoucef, 2017**), notamment de l'inflammation intestinale (**Al-Said et al, 1986**). Les résultats de **Insaf-Meriem Boutemine et al. (2021)** ont montré qu'elles possèdent aussi des activités anti-inflammatoires systémiques et locales qui améliorent les signes cliniques de la colite aiguë. Une étude sur l'huile essentielle a rapporté que de *P. lentiscus L.* a retardé la migration des leucocytes vers les tissus endommagés et a présenté une activité anti-inflammatoire chez le rat (**Maxia et al., 2011**). L'administration quotidienne de 100 mg/kg de poudre de gomme *P. lentiscus* avait éventuellement diminué toutes les cytokines inflammatoires (facteur de nécrose tumorale- α (TNF- α), molécule d'adhésion intercellulaire-1 (ICAM-1), IL-6, IL-8,) dans des modèles de rats, suggérant le rôle thérapeutique dans la maladie de Crohn (**Maxia et al 2011**). La gomme de mastic de *P. lentiscus* (0,1 à 10 μ g/ml) pourrait inhiber l'activité de la protéine kinase C (PKC), ce qui réduit la production de superoxyde. En outre, la gomme a inhibé la production de H₂O₂ de manière dépendante de la dose dans les cellules musculaires lisses aortiques de rat traitées au TNF- α . ,en manipulant des NADPH oxydases (**Triantafyllou et al., 2011**), la mastic de *P. lentiscus L.* a

significativement diminué les taux plasmatiques d'IL-6 et de protéine C-réactive CRP chez les patients atteints de la maladie de Crohn légèrement à modérément active (**AC Kaliora et al., 2007**) .

Activité antimicrobienne

Samy Selim et ses collaborateurs (2022), ont montré que l'extrait au méthanol de l'écorce de *P. lentiscus* a une activité antimicrobienne importante avec des zones d'inhibition de largeur allant de 10 à 25 mm pour tous les micro-organismes étudiés *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella paratyphi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecalis*, *Serratia marcescens* avec un effet antibactérien plus important sur les bactéries à Gram positif par rapport aux bactéries à Gram négatif. Une autre étude a montré que les terpénoïdes de *P. lentiscus*, empêchaient la croissance de micro-organismes résistants aux médicaments qui sont difficiles à traiter même avec des antibiotiques classiques (**Raouf et al., 2017**). Certains travaux ont confirmé que les propriétés antibactériennes de l'extrait méthanol d'écorce de *P. lentiscus* pourraient être attribuées à la présence des composés phénoliques, flavonoïdes et terpénoïdes. Plusieurs études ont montré les propriétés antibactériennes de ces composants (**Mokale Kognou et al., 2011**) et (**Barbouchi et al., 2020**) et le même résultat a été rapporté par **Takó et al., 2020** qui ont confirmé la présence de composés phénoliques dans l'extrait de plante est principalement responsable de son effet antibactérien. Notamment, l'activité antibactérienne de l'huile extraite du mastic de *P. lentiscus* est très élevée contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* (**Koutsoudaki et al., 2005**). Cette l'huile a aussi une activité antibactérienne sélective contre *Porphyromonas gingivalis* et *Prevotella melaninogenica* et une activité anti plaque sur les dents en inhibant la croissance bactérienne dans la salive (**Sakagami et al., 2009**). Une étude randomisée a démontré l'effet de la résine de *P. lentiscus* sur *Helicobacter pylori* . L'administration de 350 mg trois fois par jour pendant 14 jours pourrait éradiquer l'agent pathogène chez certains patients. La posologie utilisée a été bien tolérée et n'a entraîné aucun effet indésirable. L'augmentation de la posologie ou l'association avec des médicaments pourraient avoir un meilleur effet (**Dabos et al., 2010**) . L'huile essentielle de feuilles de *P. lentiscus* a exercé une forte activité contre la pneumonie à *Klebsiella* (**Mharti et al., 2011**).

Activité antivirale

Une étude de modélisation moléculaire a montré que les constituants de l'extrait d'écorce de *P. lentiscus* L. ont des scores d'affinité de liaison élevés envers la protéine 3CL-protéase du virus SARS-COV-2, et suggère que cette extrait est une source bénéfique pour de nouveaux inhibiteurs de glycosides flavonoïdes contre l'infection par le SRAS-CoV-2 (**Samy Set al., 2022**). Dans une autre l'extrait au méthanol de la tige a démontré une activité contre le HSV-2 (**Lamjed B et al., 2020**)

Activité insecticide

Les résultats obtenus dans l'étude effectuée par **Ioanna Dasenaki et ces collaborateurs (2022)**, a démontré que l'extrait de fruit de *P. lentiscus* et les métabolites qu'il contient étaient toxiques pour les larves de *L. botrana.*, et confirme que les acides gras ; l'acide oléique et l'acide linoléique de cette extrait ont des propriétés insecticides sur les larves de *L. botrana.*

Activité neuroprotecteur

Dans une étude sur un modèle de reperfusion chez le rat, le traitement par voie orale avec l'huile essentielle de *P. lentiscus* a augmenté le niveau plasmatique de palmytoyléthanolamide et d'oléoyléthanolamide, ce qui a induit la biosynthèse de l'acide docosahexaénoïque (**Quartu et al., 2012**). Une étude récente de **Azib et al. (2019)** a montré l'effet neuro-protecteur des extraits de feuilles *P. lentiscus* in vivo contre la neurotoxicité induite par l'AlCl₃ chez les souris. L'administration des extrais de plantes ont inversé les troubles de comportement causés par l'aluminium en améliorant l'activité locomotrice et la mémoire des souris et en réduisant leur anxiété. En outre, les résultats ont aussi montré que les extraits ont réduit les altérations histologiques du cortex et ont inhibé le stress oxydatif et l'activité de l'acétylcholine estérase au niveau du cerveau des souris.

Activité Hépatoprotective

Janakat et Al-merie. (2002), ont signalé que l'extrait aqueux de Pistacia (bouilli et non bouilli) réduit l'activité de trois enzymes [Alcaline phosphatase ; Alanine amino transférase ; Aspartate amino transférase]. Les résultats précédents ont montré que l'extrait non bouilli était plus efficace que l'extrait obtenu après ébullition (**Mansoor et al., 1986**).

Activité anti-athéromatique et hypolipidémique

Une étude a montré que le traitement pendant 6 semaines avec l'extrait brut total de mastic sans polymère et de la fraction neutre a réduit de manière significative la taille de l'infarctus chez les lapins. Les deux extraits ont montré des activités anti-athéromatiques et hypolipidémiques significatives chez les lapins hypercholestérolémiques sans diminuer l'oxydation des LDL et la peroxydation lipidique lors de la reperfusion. Ils ont également rapporté une réduction significative des taux circulatoires de cholestérol total et de LDL chez des lapins nourris au cholestérol après administration des deux extraits (**Ioanna Andreadou et al., 2016**). Ce qui conforme les découvertes précédentes qui ont montré une action bénéfique de la poudre de gomme mastic sur le cholestérol total sérique et le LDL-cholestérol chez les sujets humains (**Triantafyllou et al., 2007**). D'après les résultats de **Cheurfa et Allem. (2015)**, les extraits de *P. lentiscus* ont montré des propriétés hypocholestérolémiques qui sont dûs à l'action individuelle ou synergique des composants phénoliques. Il a été documenté que les flavonoïdes peuvent améliorer la lécithine acyl transférase en augmentant leur activité, qui régule les lipides sanguins (**Yoo et al., 2008**). Les flavonoïdes pourraient représenter un autre groupe bénéfique de composés hypolipidémiques naturels (**Cook et Samman, 1996**).

Activité antimutagène

Les expériences effectuées par **Bozorgi, (2013)** ont démontré que l'acide gallique, l'acide digallique et 1, 2, 3, 4,6-pentagalloylglucose, polyphénols isolés des fruits de *Pistacia lentiscus*, ont induit une activité inhibitrice, contre les mutagènes dans des essais, *in vitro* et l'huile essentielle et les différents extraits des feuilles de *P. lentiscus* a induit un effet inhibiteur sur la mutagénicité, *in vitro*.

Récemment, Bouguellid et al. (2022) ont trouvé que le fruit de *P. lentiscus* L est une source prometteuse de composés anti-mutagénique.

Activité anticancéreuse

Merilan et al. (2006) ont rapporté l'effet anti-proliférative des cellules de LNCaP (ligne humaine sensible de cellules de cancer de prostate d'androgène) par l'intermédiaire d'AR (récepteur d'androgène) qui a été employé pour traiter le cancer de prostate. D'après **Sanz et al.** (1992), la résine a supprimé l'action négociée par l'AR et empêche l'expression au niveau transcriptionnel et la fonction de l'AR dans les cellules LNCaP. **Balan et ses collaborateurs** (2007), ont montré que 50% de l'extrait éthanolique de la gomme de mastic de *P.lentiscus L.* ont inhibé la prolifération et ont induit la mort des cellules cancéreuses humaines. **Dimas et al.** (2009), ont rapporté que l'extrait d'hexane du mastic peut être utilisé dans le traitement du cancer colorectal. **Charid et al.** (2019) ont montré la sensibilité des cellules ovarienne cancéreuse au traitement par l'extrait méthanolique à travers l'inhibition de la voie de signalisation PI3K/AKT et MAPK/ERK et une diminution de la libération des IL6 et VEGF par les cellules malignes.

CHAPITRE II

Matériels et Méthodes

II.1 Matériels et Méthodes

Le présent travail a été réalisé au niveau du laboratoire de Génétique de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia. Il porte sur l'étude des échantillons suivant: Extrait éthanolique et extrait de polysaccharides de *P. lentiscus L.* L'ensemble des paramètres physico-chimiques, biochimiques et activité antioxydante ont été déterminés.

Plan du travail

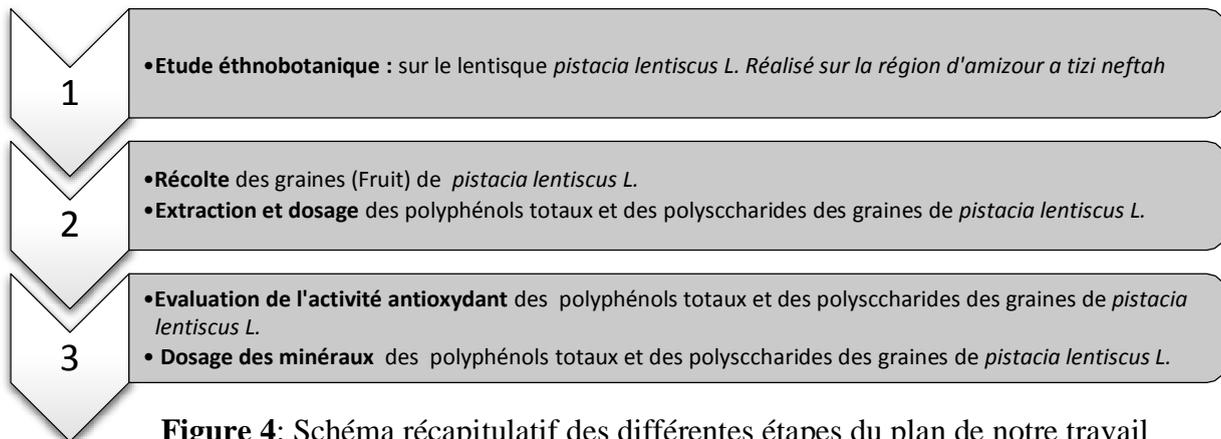


Figure 4: Schéma récapitulatif des différentes étapes du plan de notre travail

II .1.1 Matériels

Matériel végétal (biologique)

Le choix de la plante, *Pistacia lentiscus L.*, comme sujet d'étude dans le présent travail a été guidé non seulement par les nombreuses utilisations traditionnelles qui en sont répertoriées, mais aussi par le fait qu'il s'agit d'une plante très abondante localement et relativement très étudiée en Algérie. Sur cette base, nous avons utilisés les fruits (graines noirs) qui ont été récoltés au niveau du village de Tizi Neftah, commune d'Amizour située à l'est de Bejaia, loin de tout impact de pollution en novembre 2018.



Figure 5 : Localisation géographique de la région d'étude de la wilaya de *Bejaia* (*google map*).

II .1.1.1 Appareillages et produits chimiques

Tableau 2 : Liste des produits chimiques et appareillages utilisé.

Produits chimiques	Appareillage
Ether de pétrole	• Rota-vapeur
Ethanol	• Vortex
Eau distillée	• moulin à café
BSA	• Etuve
Folin-ciacalteu	• Spectrophotomètre UV
Acide gallique	• Balance électrique
phenol à 5%	• micropipette
glucose	• Réfrigérateur
Tampon phosphate	• Bain-marie
Hexacyanoferrate de potassuim $K_3Fe(CN)_6$	• sonicateur
Acide Trichloracetique	• centrifugeuse
Acide linoleique	• portoir
Chloroforme	• plaque chauffante
Tween 40	• tubes
PBS	• bécher
phosphate de soduim	• soxhlet
Acide sulfurique	• lyophilisateur
Molybdate d'ammonium	• microplaque

II.1.2. Méthodes

II.1.2.1 Préparation des extraits

Récolte du matériel végétal

Les fruits de *Pistacia lentiscus L.* ont été récoltées dans la forêt de la province de Tizi Neftah d'Amizour, Bejaia Algérie (l'emplacement du système de positionnement global (GPS) est 36.644 °N 4.921 °E).

Dans ces zones, le climat est méditerranéen (type Csa selon le système Köppen-Geigery) avec un sous-type subhumide selon la classification d'Emberger.

Pistacia lentiscus L. a été identifiée au laboratoire de Botanique, Université de Bejaia, Algérie. D'après un spécimen de référence répertorié dans l'herbier de l'Institut National d'Agronomie, Alger (Algérie), (N° 970704). Le matériel collecté a été séché à l'étuve à 40 ° C jusqu'à ce que le poids des graines soit stable, puis broyé à l'aide d'un broyeur commercial (KIKA Labortechnik, Staufen, Allemagne). Et délipidé avec de l'éther de pétrole.

Séchage

Les graines de *Pistacia lentiscus L.* fraîchement récoltées ont été lavées avec l'eau courante pour éliminer les impuretés moisies et éviter d'éventuelles contaminations. Ensuite, séchées à une température ambiante et dans un endroit aéré à l'abri de la lumière.

Broyage

Les graines séchées de *P. lentiscus* ont été broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à leur réduction en poudre et tamisées pour récupérer une poudre très fine et d'une pâte qui va constituer la matrice végétale qui va servir à l'extraction des composés phénoliques puis stockées dans des sacs en papier à l'abri de la lumière jusqu'à son utilisation.

Extraction

L'extraction conventionnelle par solvant et les paramètres d'extraction (le type et la concentration du solvant organique, la température, le temps d'extraction et le nombre de cycles d'extraction) ont été prises en compte. L'extraction par soxhlet a été sélectionnée, tenant compte de l'avantage que présente cette méthode. Dans cette méthode, l'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant.

L'extrait phénolique des fruits de *Pistacia lentiscus L.* a été obtenu en utilisant l'appareil de Soxhlet. Une quantité de 20 g a été introduite dans une cartouche en cellulose. Avant de placer cette dernière au niveau de l'extracteur de l'appareil. Un volume de 250 ml d'éther de pétrole a été mis dans un ballon à fond rond puis placé sur la plaque chauffante du Soxhlet à une température de 50-60 °C, jusqu'à l'épuisement de la coloration caractéristique de l'extrait. Une fois l'extraction terminée, le ballon à fond rond et la cartouche en cellulose ont été retirés et placés sous rota vapeur et hotte respectivement pour l'évaporation du solvant. L'extrait l'huileux a été conservé dans des flacons en verre ambré à -20°C jusqu'à utilisation. Par contre

la poudre délipidée par l'éther de pétrole a été utilisée pour l'extraction des polyphénols, Une quantité de 20 g de la poudre délipidée a été introduite dans une cartouche en cellulose mélangée à un volume de 250 ml d'éthanol à 80% est mis dans un ballon à fond rond puis placé sur la plaque chauffante du Soxhlet. Une fois l'extraction terminée, les extraits ont été lyophilisés et conservés à -20°C jusqu'à utilisation.

Extraction des polysaccharides

La richesse du fruit de *Pistacia lentiscus* en huiles, nous impose l'étape de délipidation qui consiste à éliminer le maximum des huiles contenues dans le fruit du pistachier afin d'utiliser les tourteaux délipidés pour l'extraction des métabolites secondaires.

L'huile contenue dans les fruits est extraite après délipidation, puis traitement à l'éthanol à 80%, et les pigments dans un appareil Soxhlet. Les résidus ont été séchés et une quantité de 10 g de la poudre sèche prétraitée a été extraits avec 200 ml d'eau distillée à 60°C sous agitation constante pendant 1h puis filtrés. Les extraits aqueux ont été concentrés dans un évaporateur rotatif à 50 °C, puis précipités en ajoutant 95 % d'éthanol à une concentration finale de 75 % (v/v), suivi d'une centrifugation à 4 800 g (20 min). Le précipité a été recueilli et lyophilisé.

Extraction des composés phénoliques

L'extraction des composés phénoliques à partir du végétal (tourteaux delipidés) passe par les étapes suivantes (**Revilla et al., 2001; Ojeil et al., 2010**).

Etape 1: La poudre végétale (tourteaux delipidés) et macérée dans de l'éthanol pendant une semaine.

Etape 2: Le macérât est ensuite filtré et pour une meilleure extraction la technique d'épuisement a été appliquée sur les tourteaux de fruits par deux macérations dans l'éthanol pendant 3 jours chacune.

Etape 3 : Le filtrat récupéré est soumis à une évaporation dans un rotavapor à 65°C jusqu'à l'élimination de l'éthanol.

L'extrait éthanolique est obtenu au fond du ballon sous forme d'extrait sec.

II.1.2.2 Taux d'extraction et la composition chimique

Le taux d'extraction

Le taux d'extraction est exprimé en (%) et a été déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'extraction (\%)} = [P1 / P0] * 100$$

P1 : poids de l'extrait sec exprimé en gramme.

P0 : poids initial de poudre végétale exprimé en gramme

Détermination du contenu phénolique total

La présence des polyphénols se caractérise par la formation d'une couleur bleue résultante de l'oxydation des ions phénolates par le réactif de folin-ciocalteu dont l'absorbance reflète la quantité de polyphénols présente dans l'échantillon. La couleur produite, dont l'absorption est comprise entre (725-750 nm) est proportionnelle à la quantité de polyphénols.

Un volume de 20ul du blanc, de l'extrait ou du standard est mis dans des puits d'une microplaque, puis 100ul de Folin ciocalteu dilué 10 fois a été ajouté. Après quelques minutes (2-3 min) avant d'ajouter 80ul de Na_2CO_3 (75g/L), la microplaque à 96 puits est incubée pendant 10 min à 37°C avant la lecture les absorbances à 735nm. La quantité de polyphénols a été exprimée en μg d'équivalent acide gallique par mg d'extrait (μg GAE/mg), en utilisant une courbe d'étalonnage avec l'acide gallique comme étalon.

Détermination de la teneur en carbohydrates

Dans cette méthode, 50 μl de sucre/standard ont été ajoutés à 150 μl de H_2SO_4 , 30 μl de phénol à 5% et ajoutés à chaque tube à hémolyse et la solution a été transférée vers les puits d'une microplaque incubée pendant 5 minutes à 90°C dans un bain marie. Une fois refroidie dans un bain à température ambiante. Un volume de 200 μl de la solution a été transféré vers des puits d'une microplaque. L'absorbance a été lue à 490 nm. Les courbes standard ont été réalisées en triplicata avec des valeurs d'absorbance corrigées pour le blanc. La quantité des

carbohydrates a été exprimée en μg d'équivalent glucose par mg d'extrait ($\mu\text{g Glu/mg}$), en utilisant une courbe d'étalonnage avec glucose comme étalon.

II.1.2.3 Les activités biologiques

Evaluation de l'activité anti-oxydante *in vitro*

Détermination du pouvoir réducteur

Principe

Le pouvoir réducteur est l'aptitude des antioxydants présents dans les extraits à réduire le fer ferrique du complexe ferricyanure en fer ferreux (Blazovics et al., 2003). La forme réduite donne une couleur verte qui est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait (Balasundram et al., 2005).

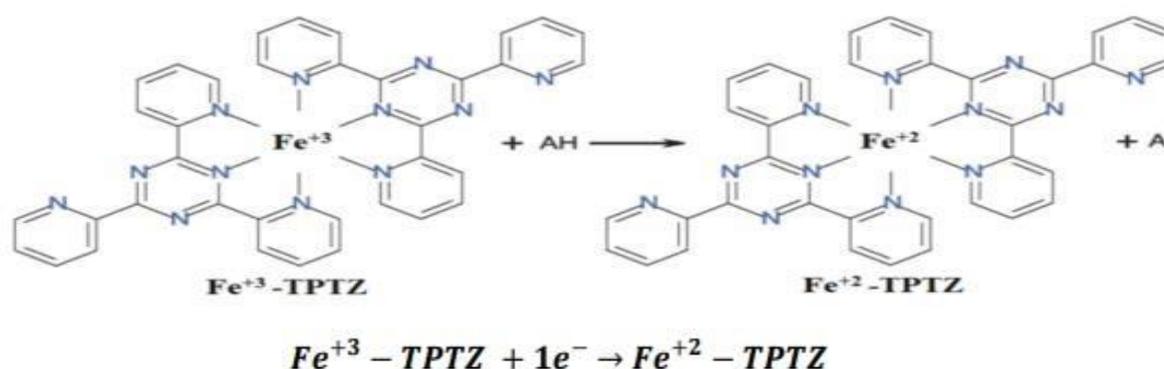


Figure 7 : Réduction du complexe Fe^{+3} -TPTZ en Fe^{+2} -TPTZ par un antioxydant (Toure, 2015).

Mode opératoire

Le pouvoir réducteur de tous les échantillons a été déterminé comme décrit dans un rapport de la littérature (Dorman, Kosar, Kah- los, Holm, & Hiltunen, 2003). En général, un millilitre de chaque échantillon dissout dans de l'eau distillée a été mélangé avec 1,0 ml de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et 2,5 ml d'une solution aqueuse d'hexacyanoferrate de potassium [$K_3Fe(CN)_6$] à 1%. Après une incubation de 30 minutes à 50 °C, ensuite 1,5 ml d'acide trichloroacétique à 10% a été ajouté, et le mélange a été centrifugé pendant 10 minutes. Enfin,

2,0 ml de la couche supérieure ont été mélangés avec 2,0 ml d'eau distillée et 0,5 ml de FeCl_3 aqueux à 0,1%, et l'absorbance a été enregistrée à 700 nm.

Les résultats ont été exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 g de matière sèche (mg EAA/ 100gMS) en se référant à la courbe d'étalonnage, L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des fractions testées.

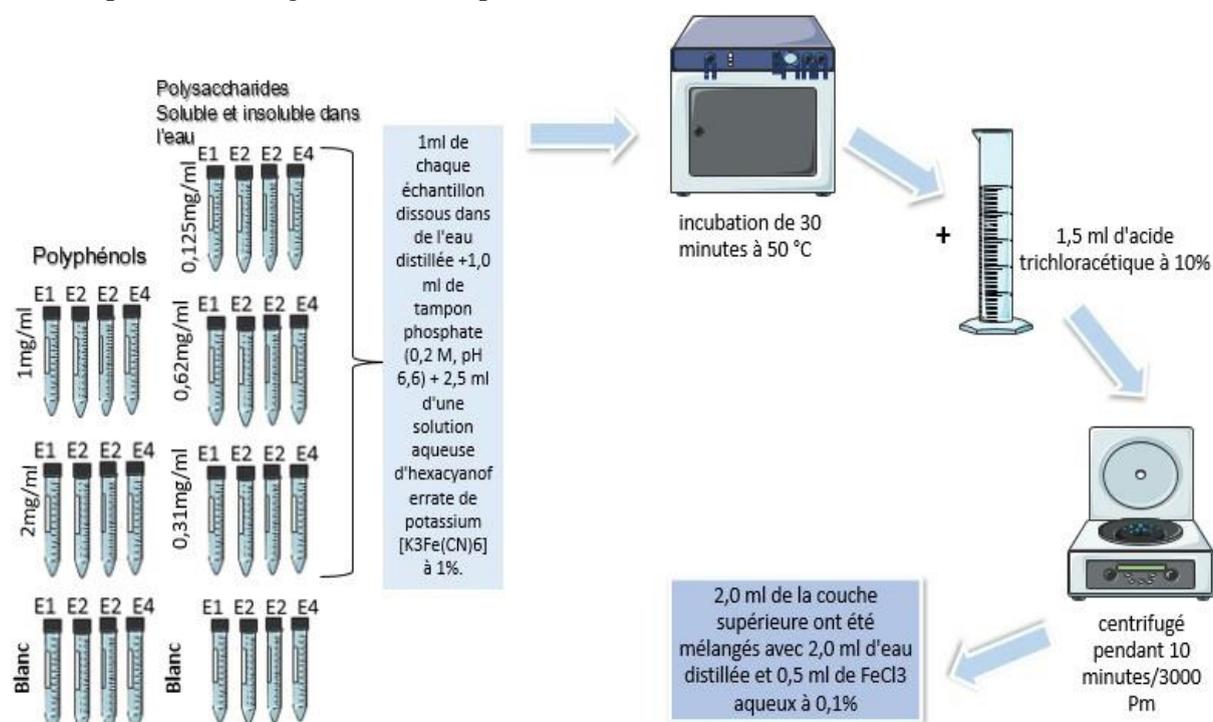


Figure 8 : Schéma illustratif du test pouvoir réducteur.

Test de blanchissement de β -carotène

Principe

L'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes, ces radicaux libres vont par la suite oxyder le β -carotène entraînant ainsi la disparition de sa couleur rouge, qui est suivie par spectrométrie 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. Dans ce test la capacité antioxydante est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydative du β -carotène (décoloration) par les produits d'oxydation de l'acide linoléique (Laguerre et al., 2007).

Mode opératoire

Préparation de l'émulsion : 4 ml d'une solution de b-carotène dans le chloroforme (1 mg/ml) ont été pipetés dans un flacon contenant 40 mg d'acide linoléique et 400 mg de Tween-40. Le chloroforme a été éliminé par évaporateur rotatif sous vide à 45°C pendant 4 min, et 100 ml d'eau distillée ont été ajoutés lentement au résidu semi-solide sous agitation vigoureuse pour former une émulsion. Une plaque de microtitration 96 puits (polystyrène) a été chargée avec 50 µl d'échantillon d'essai et 200 µl de l'émulsion, Un blanc contenant 50 µl de BPS pour les polysaccharides et 50 µl de l'éthanol pour l'extrait éthanolique et 200 µl de l'émulsion pour chacun et aussi le blanc de l'extrait contenant 50 µl de l'extrait de 50mg et 200 µl d'eau distillée ont été effectués en parallèle, et l'absorbance a été mesurée à 450 nm, immédiatement. L'assiette était posée à température ambiante (20–23 C), et les mesures d'absorbance ont été effectuées à nouveau à des intervalles de 30 min jusqu'à 420 min. Toutes les déterminations ont été réalisées en triple. L'activité antioxydante (AA) des extraits a été

évalué en termes de blanchiment du b-carotène en utilisant le formule suivante :

où A_0 et A'_0 sont l'absorbance des valeurs mesurées à l'instant zéro de l'échantillon et du témoin, respectivement, et A_t et A'_t sont les absorbances mesurées dans le test échantillon et le contrôle, respectivement, après 420 min.

$$AA = [1 - (A_0 - A_t)/(A'_0 - A'_t)] \times 100,$$

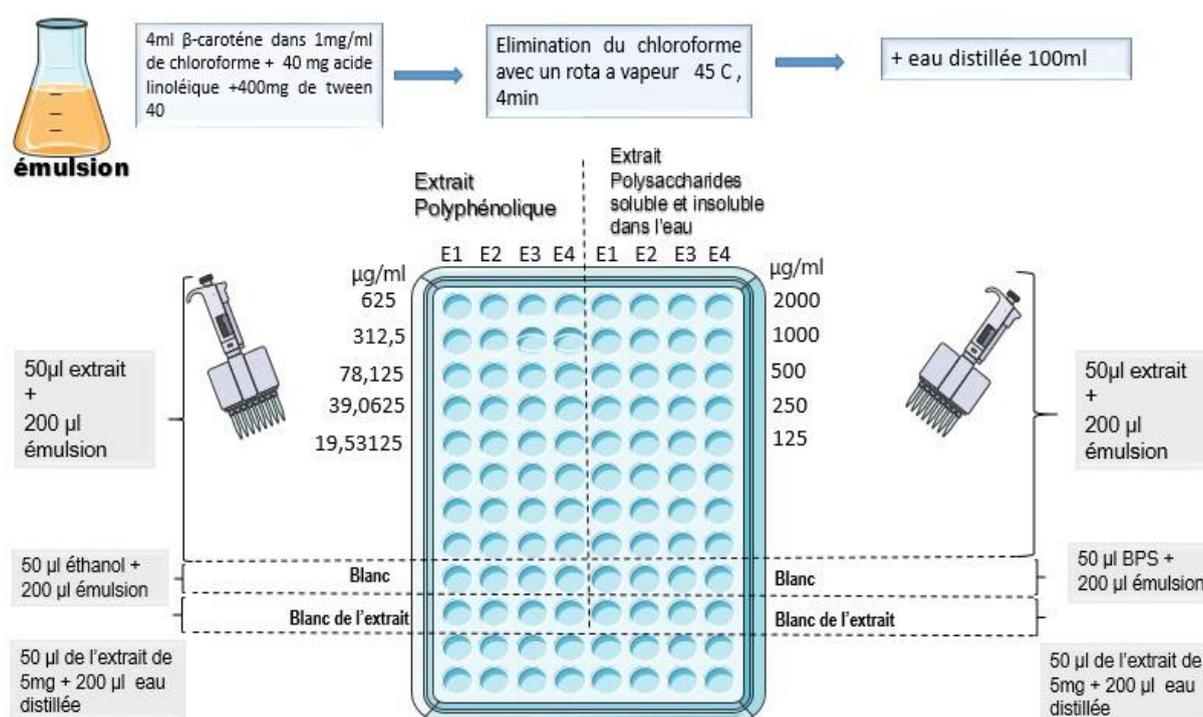


Figure 9 : Schéma illustratif du test β-carotène.

Détermination de la capacité antioxydante totale (TAC)

Principe

La capacité antioxydant totale (TAC) des extraits des plantes est évaluée par la méthode de Phosphomolybdène. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} à molybdène Mo (V) MoO_2^+ en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide (Prieto et al.,1999).

Mode opératoire

La capacité antioxydante totale des extraits de *P. lentiscus* L. a été déterminée en utilisant la méthode du phosphomolybdène telle que décrite par Prieto et al. (1999).

La solution de réactif a été préparée en mélangeant le phosphate de sodium 28 mM, acide sulfurique 0,6 M et molybdate d'ammonium 4 mM.

Chaque extrait de 300 μl est mélangé avec 3 ml de solution réactive. Le blanc contient 300 μl de BPS pour les polysaccharides et 300 μl de l'éthanol pour l'extrait éthanolique et 3 ml de la solution de réactif pour chacun. Le blanc de l'extrait contenant 300 μl de l'extrait de 50mg et 3ml d'eau distillée a été effectué en parallèle.

Les tubes ont été incubés pendant 90 min à 95 °C. Après refroidissement, l'absorbance est mesurée à 695 nm contre le blanc et le blanc de l'extrait et est incubé dans les mêmes conditions de base que les échantillons.

Une courbe standard d'acide ascorbique avec une concentration de (0-0,5 mg/mL) a été tracée et la capacité antioxydante totale a été exprimée en milligrammes d'équivalent d'acide ascorbique (mg AAE)/gramme d'extrait en utilisant l'équation suivante : 1

$$C \cdot 1 / 4 \cdot cV = m$$

C : Capacité antioxydante totale (mg AAE/g extrait de plante)

c : concentration équivalente à l'acide ascorbique (mg AAE/mL)

V : volume d'extrait (mL)

m : poids d'extrait (g)



La solution de réactif : le phosphate de sodium 28 mM + acide sulfurique 0,6 M + molybdate d'ammonium 4 mM

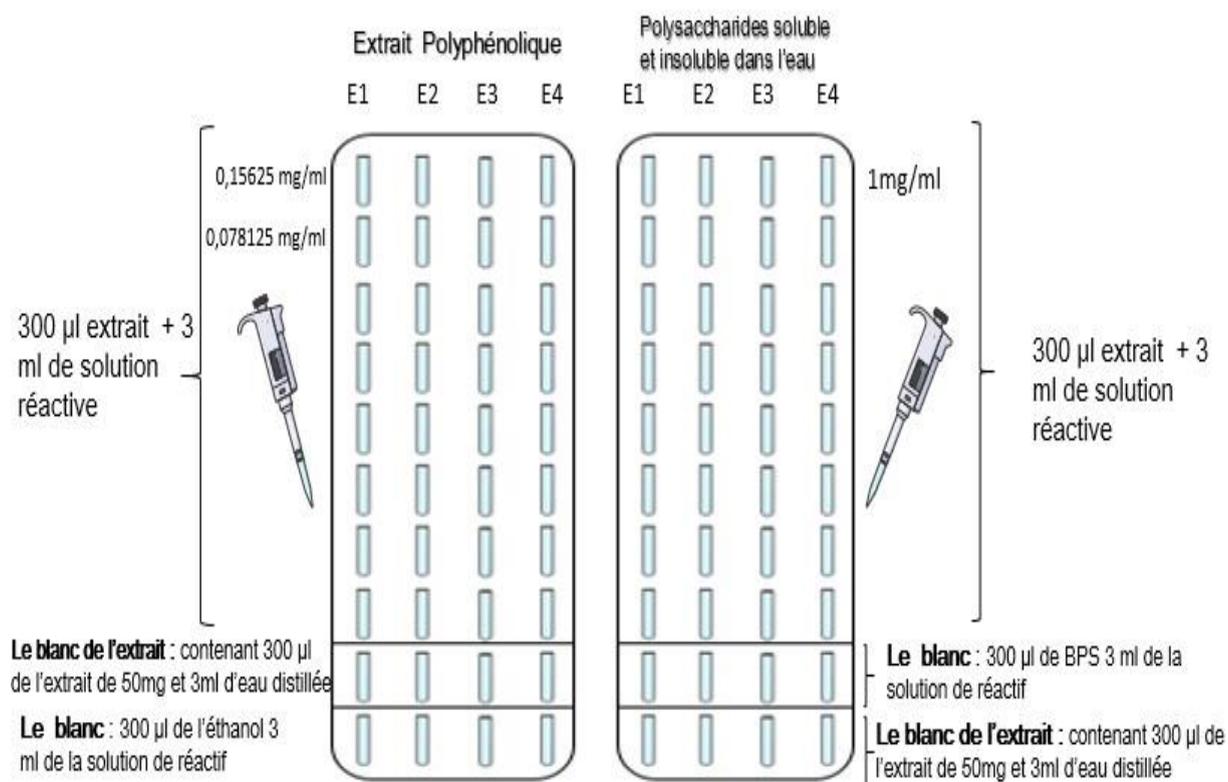


Figure 10 : Schéma illustratif du test La capacité antioxydant totale (TAC).

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1 Rendement de l'extraction

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction.

Le rendement d'extraction à partir des fruits de *Pistacia lentiscus L.* a été calculé et présenté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Rendements en extraits obtenus à partir des fruits partis de la plante.

Les extraits	Rendements (%)
EP	21,36 S
EPS	4,047 NS
EPN	3,09 NS

Les valeurs moyennes \pm écartype. (n=3). **EPS**: Extrait polysaccharidique soluble dans l'eau **EP**: Extrait phénolique ; **EPN**: Extrait polysaccharidique non soluble dans l'eau. La même lettre ne sont pas significativement différentes (P= 0,05) selon le test de Tukey. **NS** : non significative **S** : significative.

Les extractions des différents composés les plus abondants dans le fruit de la plante nous ont permis de calculer le rendement de chaque extrait.

D'après le **tableau 3** , il a été remarqué que le rendement le plus élevé était obtenu dans l'extrait polyphénolique (21,36 %), suivi par l'extrait des polysaccharidiques solubles dans l'eau (4,047 %) et de l'extrait de polysaccharides insolubles dans l'eau (3,09%). Ainsi, le taux d'extraction des polyphénols est beaucoup plus élevé que le taux d'extraction des polysaccharides solubles et insoluble dans l'eau.

Le résultat de rendement des polyphénols des fruits de *Pistacia lentiscus L.* (61,34 %) obtenu par **Arab et al. (2010)** est supérieur à celui obtenue dans notre étude. Alors que **Benrokia et Aouar. (2015)** ont rapporté un rendement de l'extrait éthanolique de *Pistacia lentiscus* (fruits) de la région de Tarik Ibn Ziade inférieur (12,5%) à celui enregistré dans cette étude.

D'après **Nazck et Shahidi. (2006)** et **Falleh et al. (2008)**, le rendement d'extraction des composés phénoliques est influencé par le type du solvant, le rapport solide-liquide, la granulométrie de la poudre végétale, le nombre d'extraction, la température et le pH du milieu...etc.

Il a été aussi prouvé que différents facteurs intrinsèques tel que les propriétés génétiques des plants et extrinsèques tels que l'origine géographique, les conditions et la durée de stockage du matériel végétal et aux conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée (Debbabi et al., 2017). Les résultats de Arab et Bouchenak (2014) ont montré que les feuilles de *Pistacia lentiscus* ont un meilleur rendement en composés phénoliques qui est presque l'équivalent du double du rendement en composés phénoliques des fruits, où les valeurs obtenues sont respectivement 116,49% et 61,34%. Le rendement de l'extraction varie également en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé dans l'extraction (Bruneton, 1993; Bennadja et al., 2013).

En plus, des études antérieures ont rapporté que les plantes ayant des rendements d'extraction élevés contiennent une forte teneur en composés phénoliques (Lehtinen et Laakso, 1998 ; Borneley et Peyrat-Maillard, 2000).

III.2 Détermination du contenu phénolique total et polysaccharidique

Les dosages des polyphénols et polysaccharides sont également réalisés afin de quantifier la concentration de ces derniers dans les fruits *Pistacia lentiscus* L.

La quantité en phénols totaux et en polysaccharides ont été exprimée en ($\mu\text{g/ml}$) et en équivalent de l'acide gallique.

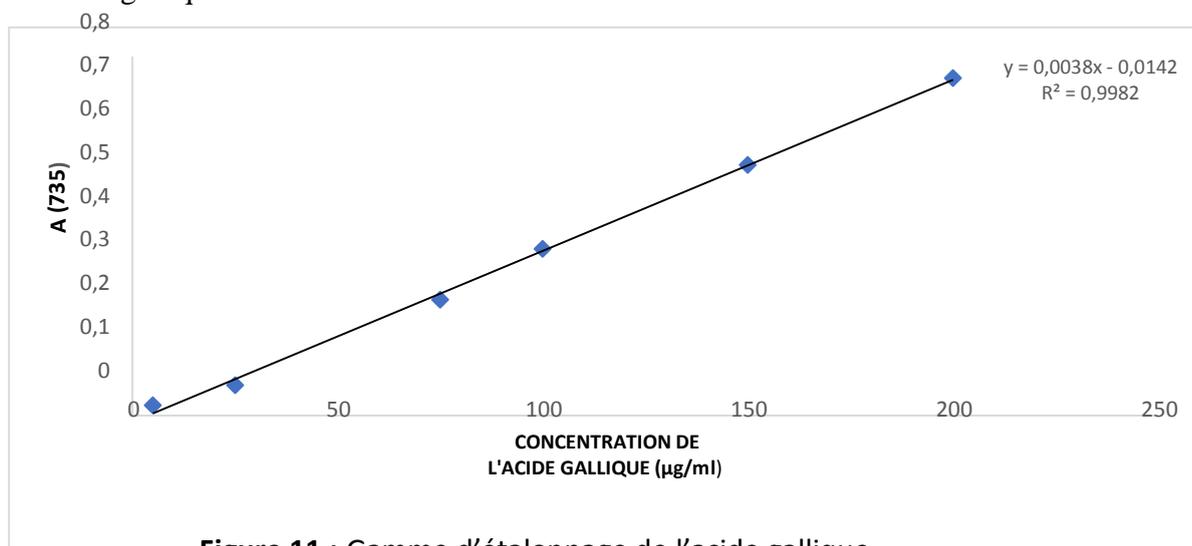


Figure 11 : Gamme d'étalonnage de l'acide gallique.

Tableau 4 : Teneur des polyphénols et des polysaccharides dans les fruits de *P.lentiscus L.*

Extrait	Moyenne et écartype	mg/ml Acide Galique
EPS	70,34 + 5,72 NS	
EP	194,98 ± 13,38 S	

Les valeurs moyennes ± écartype. (n=3). **EPS**: Extrait polysaccharidique soluble dans l'eau **EP**: Extrait phénolique ; **EPN**: Extrait polysaccharidique non soluble dans l'eau. La même lettre ne sont pas significativement différentes (P= 0,05) selon le test de Tukey. **NS** : non significative. **S** : significative

D'après les résultats obtenus (**Tableau 4**) , l'extrait de fruit de la plante *Pistacia lentiscus L.* possède une teneur en polyphénols totaux de l'ordre de 179,00±3,70 µg/mg équivalent de l'acide gallique et une teneur en polysaccharides de l'ordre de 160,20 ±3,01 µg/mg équivalent de l'acide gallique, ce qui nous permet d'avancer que la plante étudiée possède des fruits riches en polyphénols plutôt qu'en polysaccharides. **Bampouli et al. (2015)** ont obtenu une concentration de 31,81mg/ml pour l'extrait phénolique des fruits *P. lentiscus. L* et de 12,022 mg/ml pour les feuilles.

Chaher, (2006) a prouvé que les extraits des phases aqueuses des fruits *Pistacia lentiscus* présentaient un taux élevé en composés phénolique. La richesse du genre *Pistacia* en polyphénols a été également confirmée par autres travaux (**Goli et al., 2005**), où la teneur la plus élevée des phénols totaux est marquée chez *Pistacia vera* avec un taux de 34,7 mg équivalent d'acide tannique/g de plante. Tous comme le rendement, les variations dans la teneur en composés phénoliques dépendent de plusieurs facteurs essentiellement le climat, la localisation géographique (**Ryan et al., 1999**), la saison de culture, la saison de la récolte, la maturité, les conditions de stockage et les différentes maladies qui peuvent affecter la plante (**Poyrazoglu et al., 2002**). L'objectif principal du dosage de ces métabolites secondaires réside dans le fait que la majorité des propriétés antioxydantes des plantes sont attribués à leur présence (**Li et al., 2007**).

III. 3 Activité antioxydante des extraits *in vitro*

Des extraits des composés phénoliques de *Pistacia lentiscus L.* ont été évalués par trois tests *in vitro*, à savoir : le pouvoir réducteur, test de blanchissement de la β-carotène, la capacité antioxydante totale.

III.3.1 Le pouvoir réducteur

L'activité antioxydante des extraits polyphénoliques et polysaccharidique solubles et insolubles dans l'eau des fruits de *Pistacia lentiscus L.* a été évaluée en utilisant la méthode de FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible. Elle est universelle et peut être appliquée aussi bien chez les plantes que les plasmas et dans les extraits organiques et aqueux (Benzie et al., 1996). La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de Fe^{3+} / complexe ferricyanide à la forme ferreux. Par conséquent, Fe^{2+} peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de l'intensité de la couleur bleu dans le milieu réactionnel à 700nm (Chung et al., 2002). En d'autre terme, le système $\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ confère à la méthode la sensibilité pour la détermination « semiquantitative » des concentrations des polyphénols, qui participent à la réaction rédox (Amarowicz et al., 2004). Le pouvoir réducteur des extraits de la plante est dose dépendante, il est exprimé en (mg/ml) et en équivalent d'Acide Ascorbique.

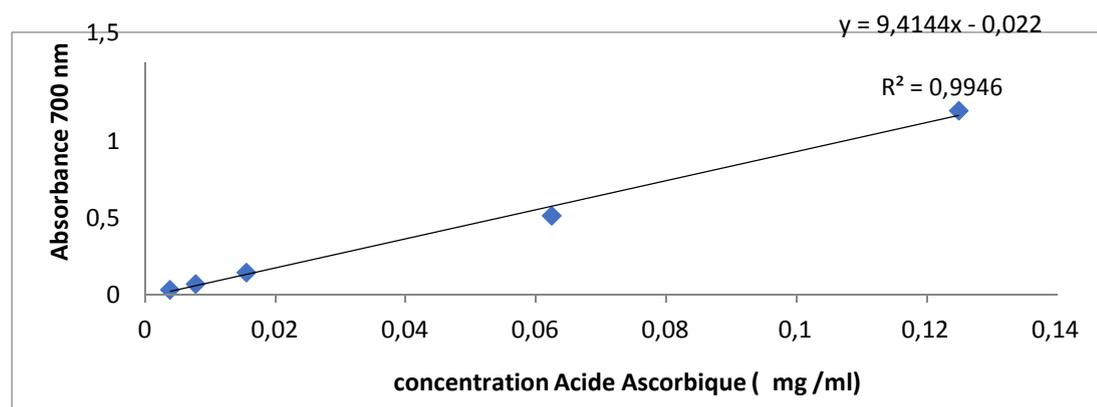


Figure 12 : Pouvoir réducteur de fer de l'acide ascorbique.

Tableau 5 : Pouvoir réducteur des Polyphénols et polysaccharides des fruits de *P.lentiscus L.*

Extrait	Moyenne et écartype (mg/ml) en équivalent d'Acide Ascorbique.
EPS	$8,115 \pm 0,478$ NS
EPN	$6,771 \pm 0,082$ NS
EP	$20,513 \pm 2,137$ S

Les valeurs moyennes \pm écartype. (n=3). **EPS**: Extrait polysaccharidique soluble dans l'eau. **EP**: Extrait phénolique ; **EPN**: Extrait polysaccharidique non soluble dans l'eau. La même lettre ne sont pas significativement différentes ($P= 0,05$) selon le test de Tukey. **NS** : non significative. **S** : significative.

D'après les résultats obtenus (**Tableau 5**), il a été constaté que la capacité réductrice est proportionnelle à l'augmentation de la concentration des extraits et que le pouvoir réducteur de l'extrait polyphénolique des fruits de *Pistacia lentiscus L.* est de l'ordre de $20,51 \pm 2,134$ mg/ml en équivalent d'acide ascorbique qui est largement supérieur par rapport à l'extrait polysaccharidique soluble et insoluble dans l'eau respectivement de l'ordre $8,11 \pm 0,488$ mg/ml et $6,77 \pm 0,08$ mg/ml respectivement et comparativement à celui de l'acide ascorbique qui a montré une activité réductrice maximale à 50mg/ml. Donc le pouvoir réducteur de l'extrait polyphénolique a montré une puissante activité réductrice. Ces résultats sont en corrélation avec la teneur en phénols qui était, selon nos résultats, plus élevée que teneur en protéines et polysaccharides dans les fruits de *pistacialentiscus L.*

Dans l'étude de **Dudonne et al. (2009)** il a été confirmé que l'activité antioxydante des écorces est plus élevée que celle des feuilles car l'écorce possède une teneur en polyphénols deux fois supérieure par rapport aux feuilles, ce qui confirme que les polyphénols ont une forte activité antioxydante qui argumente les résultats obtenus. **Djeridane et al. (2006)** ont constaté que la grande capacité de *Pistacia lentiscus* à réduire le fer ferrique en fer ferreux peut être due à la présence des polyphénols qui ont des propriétés redox qui leur permettent d'agir comme étant d'agents réducteurs et/ou donneurs d'électrons. **Sahreen et al. (2011)**, ont confirmé que l'activité antioxydante est due à la présence de différents composés phénoliques. Selon **Siddhuraju et Becker. (2007)**, l'activité antioxydante est probablement dû à la présence de groupements hydroxyles dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneur d'électron. Des études antérieures ont également montré que le pouvoir réducteur d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante (**Jeong et al., 2004 et Kumaran et al., 2007**).

III.3.2 Test de blanchissement de β -carotène

La présence d'antioxydants pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du β -carotène.

Tableau 6 : Les taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène % des extraits

Concentrations g/ml	19.53125	39.0625	78.125	156.25	312.5	625
Taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène % des EP	10,390632 ± 5,456832	31,04167 ± 2,525907	47,29167 ± 0,721688	79,34161 ± 0,492411	87,93613 ± 1,003581	94,32289 ± 0,625843

EP: Extrait polyphénoliques.

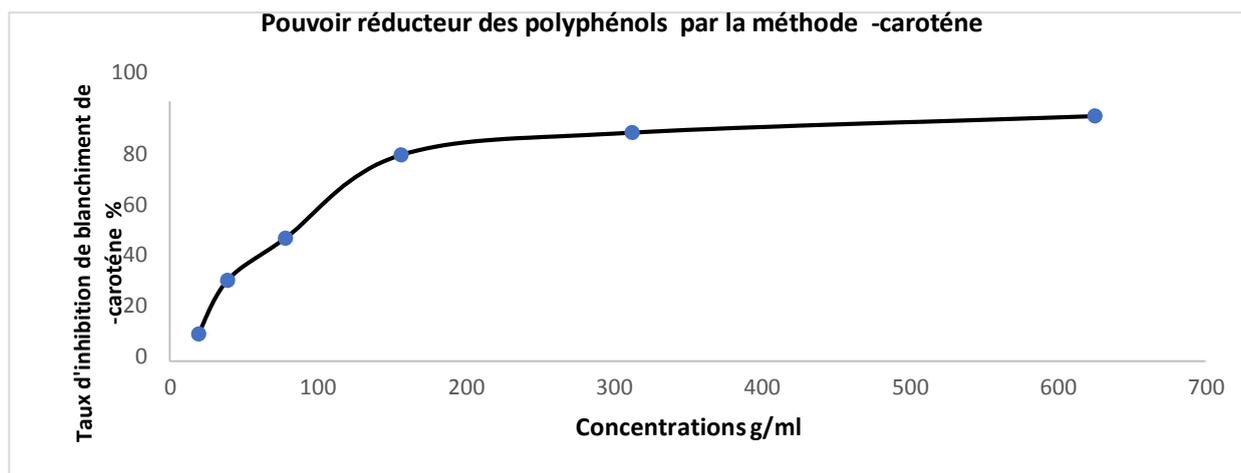


Figure 13 : Courbe des Taux d'inhibition de blanchiment du -carotène % en fonction de la concentration g/mg des extraits polyphénoliques.

Tableau 7 : Les taux d'inhibition de blanchiment de -carotène % des extraits poly-saccharides soluble et insoluble dans l'eau.

Concentrations g/ml	125	250	500	1000	2000
taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène % des EPN	39.51613 ± 1.612903	60.48387 ± 2.907703	73.99194 ± 0.285124	86.96237 ± 2.029525	90.5914 ± 1.416082
taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène% des EPS	53.90071 ± 1.671647	66.43026 ± 3.309693	72.26162 ± 1.519882	78.95981 ± 0.334329	82.0331 ± 4.510351

EPS: Extrait polysaccharidique soluble dans l'eau.; **EPN:** Extrait polysaccharidique non soluble dans l'eau .

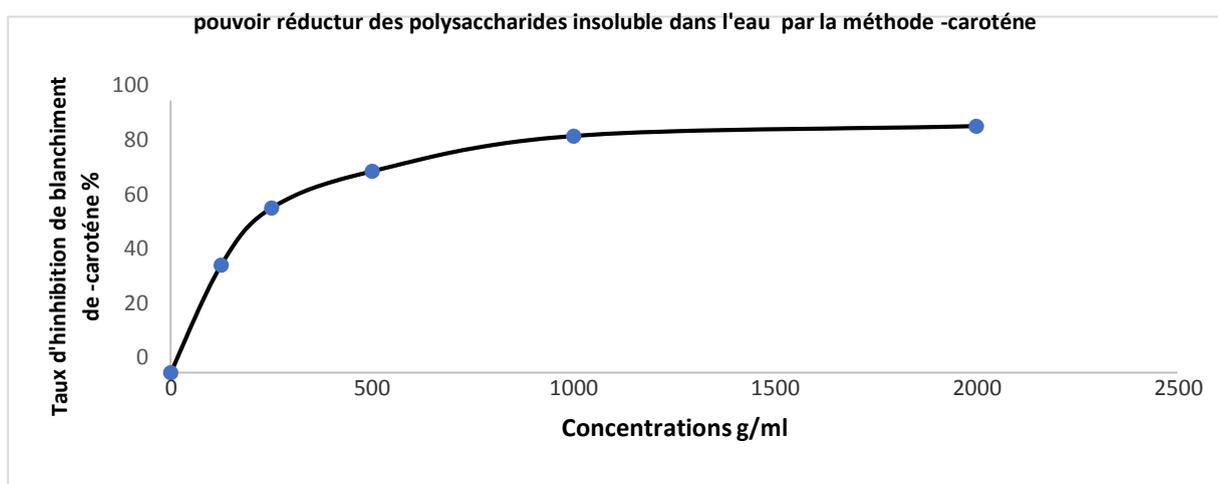


Figure 14 : Courbe des Taux d'inhibition de blanchiment du -carotène % en fonction de la concentration g/mg des extraits Polysaccharides insoluble dans l'eau.

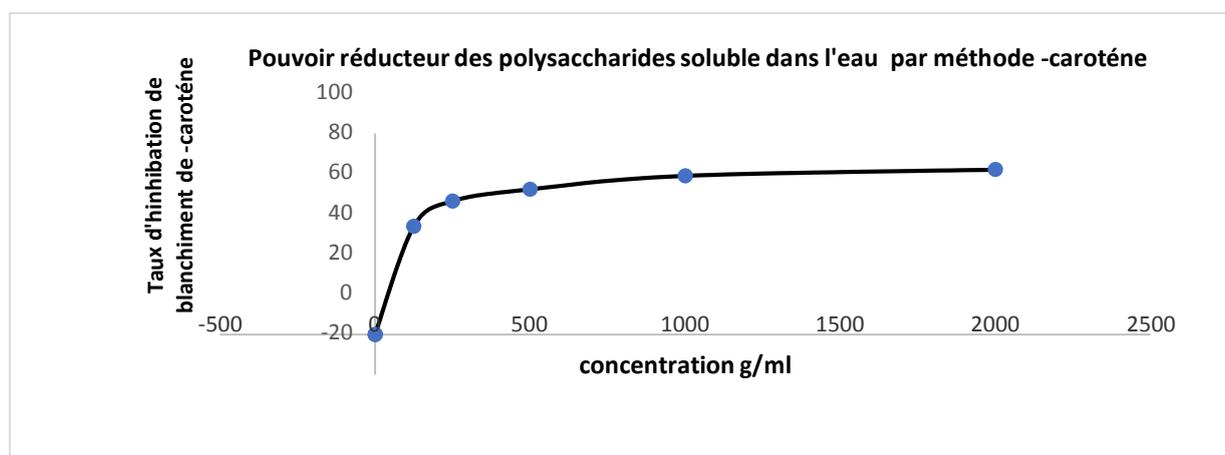


Figure 15 : Courbe des Taux d'inhibition de blanchiment du -carotène % en fonction de la concentration g/mg des extraits polysaccharides soluble dans l'eau.

Le pourcentage d'inhibition de l'activité antioxydante par le système β -carotène/ acide linoléique est proportionnel à la concentration. Tous les extraits des fruits de *Pistacia lentiscus* L. ont inhibé le blanchiment.

A des concentrations de 78,125 g/ml ,312.5 g/ml et 625 g/ml d'extraits avec des taux d'inhibition de blanchiment de β -carotène qui sont respectivement de $47,29 \pm 0,72\%$, $87,93 \pm 1,00\%$ et $94,32 \pm 0,62\%$ pour l'extrait de polyphénols (**Tableau 6 et Figure 13**), tandis qu'avec l'extrait polysaccharidique soluble dans l'eau et non soluble dans l'eau, les taux d'inhibition de blanchiment du β -carotène sont respectivement de $39,51 \pm 1,61\%$ et $53,90 \pm 1,67\%$ à des concentrations de 120g/ml, 2000 g/ml. Des taux de $90,59 \pm 1,41\%$ pour l'extrait polysaccharidique soluble dans l'eau et un taux de $82,03 \pm 4,51\%$ pour l'extrait polysaccharidique non soluble dans l'eau (**Tableau 7 et Figure 14, 15**). .

En comparant le taux d'inhibition de blanchiment du β -carotène des polyphénols et polysaccharides aux concentrations testées, on conclut que le potentiel des polyphénols à inhiber le blanchissement du β -carotène est plus élevé que celui des polysaccharides. **Daoued et al. (2015)** ont confirmé que l'activité des composants mineurs de l'huile de graines de *Pistacia lentiscus* peut être due à leurs teneurs élevées en antioxydants hydrophobes, tels que les tocophérols et les composés phénoliques. **Liyana Pathirana et Shahidi (2006)** ont rapporté,

également, que l'échantillon qui inhibe ou retarde le blanchissement du β -carotène peut être décrit comme un piègeur de radicaux libres et comme antioxydant primaire dont l'activité antioxydante peut être due à la présence des polyphénols ou des flavonoïdes. Ces derniers jouent un rôle très important dans la stabilisation de la peroxydation lipidique (**Baghiani et al., 2010**) où leurs activité antioxydante est largement prédite en fonction de leur structure chimique (**Rastija et Medic-Saric, 2009**). C'est pourquoi **Deba et al. (2008)** ont suggéré que l'activité antioxydante des extraits des plantes réside dans le fait que les polyphénols ont la capacité de donner des atomes d'hydrogène aux radicaux libres issus de l'oxydation de l'acide linoléique et, par conséquent, de stopper l'attaque radicalaire vis-à-vis de la β -carotène.

D'après **Tepe et al. (2005)**, la présence des antioxydants dans le mélange réactionnel pourrait inhiber relativement l'oxydation de β -carotène. Cette inhibition est due probablement, soit à l'inhibition de l'auto-oxydation de l'acide linoléique ou au piégeage des radicaux peroxydes formés durant leur oxydation.

III.2.3 Détermination de la capacité antioxydants totale (TAC)

La capacité antioxydant obtenus à partir des extraits polyphénolique et polysaccharidique soluble et insoluble dans l'eau a été estimée grâce à une courbe, réalisée avec un antioxydant de référence, l'acide ascorbique à différentes concentrations. Les résultats ont été exprimés en g équivalent en acide ascorbique par ml d'extrait (mg/ml d'extrait).

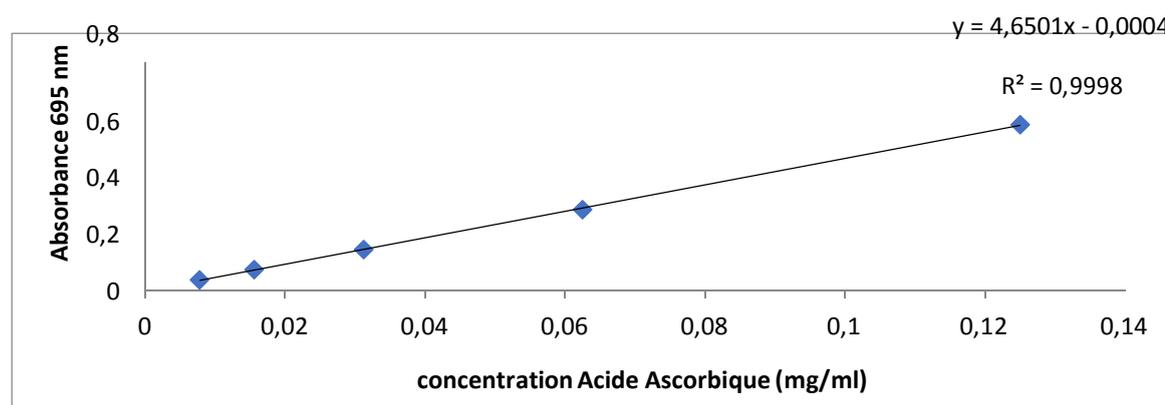


Figure 16 : Courbe qui représente la capacité antioxydante totale de l'acide ascorbique.

Tableau 8 : Capacité antioxydante totale (TAC).

Extrait	Moyenne et écartype (mg/ml) en équivalent d'Acide Ascorbique.
EPS	16,789 ± 4,557 NS
EPN	20,778 ± 2,408 NS
EP	39,885 ± 4,866 S

Les valeurs moyennes ± écartype. (n=3). **EPS**: Extrait polysaccharidique soluble dans l'eau. **EP**: Extrait phénolique ; **EPN**: Extrait polysaccharidique non soluble dans l'eau. La même lettre ne sont pas significativement différentes (P= 0,05) selon le test de Tukey. **NS** : non significative. **S** : significative.

La capacité antioxydante totale des extraits des plantes étudiées a été déterminée et comparée avec le standard, en l'occurrence l'acide ascorbique. Les résultats obtenus (**Figure 16 et tableau 8**), ont montrés que l'extrait polyphénolique (39,889 ± 4,866 mg/ml) a révélé capacité antioxydante significative par rapport aux autres extraits. La plus faible capacité antioxydante est obtenue par l'extrait polysaccharidique soluble dans l'eau (16,789±4,557mg/ml) puis celle de l'extrait polysaccharidique insoluble dans l'eau (20,778±2.408 mg /ml). Ces résultats sont en corrélation avec la teneur en polyphénols qui était, selon nos résultats la plus élevée. La capacité antioxydante totale des extraits testés sont différentes selon la nature des solvants extracteurs. Selon **Rice-Evans et al. (1997)** l'activité antioxydant dépend non seulement de la concentration mais aussi de la structure des molécules.

On classe ces capacités selon un ordre décroissant comme suit : L'extrait polyphénolique > de l'extrait polysaccharidique insoluble dans l'eau > l'extrait polysaccharidique soluble dans l'eau. **Rémila et al. (2015)** ont signalé que les feuilles de *Pistacia lentiscus* L. ont présenté une capacité antioxydante plus élevée (442,1 µmol TE/L) que les fruits (281,2 µmol TE/L). En effet, des études antérieures ont confirmé que la capacité antioxydante est liée à la présence des composés phénoliques et des flavonoïdes, connus pour inhiber les radicaux libres et l'activité antioxydante des composés phénoliques est principalement due à leurs propriétés redox, qui peuvent jouer un rôle important dans l'absorption et la neutralisation des radicaux libres (**Aliyu et al., 2011; Agbo et al., 2015**).

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours un domaine qui attire la curiosité des chercheurs. Dans le cadre de la mise en valeur des substances naturelles, nous avons tenté à travers notre thème d'étudier une espèce appelée : *Pistacia lentiscus L.*, qui présente de nombreuses vertus médicinales.

Notre étude a été consacrée aux dosages des polyphénols et polysaccharides des fruits la plante médicinale de la flore Algérienne *Pistacia lentiscus L.* suivie par l'évaluation de leurs activités antioxydantes.

Dans un premier temps, les résultats des rendements des extraits réalisés sur les fruits de *Pistacia lentiscus L.* sont relativement importants. Le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait polyphénolique (21,24%), suivi par l'extrait polysaccharide soluble dans l'eau (4,047%), et l'extrait polysaccharide insoluble dans l'eau (3,09%).

Les résultats du dosage des composés phénoliques et des polysaccharides, ont clairement montré que les fruits de *P. lentiscus L.* sont plus riches en composés phénoliques avec une teneur de $179,00 \pm 3,70 \mu\text{g}/\text{mg}$ qu'en polysaccharides.

Les différents résultats obtenus entre les deux extraits polysaccharidiques confirme que la nature du solvant utilisé affecte de façon significative dans le rendement, le dosage et l'activité antioxydante de l'extrait.

L'activité antioxydant des extraits Polyphénoliques est remarquable. Ces résultats sont confirmés par trois méthodes : la réduction du fer, le test le blanchissement du β -carotène et capacité antioxydant totale, Cette extraits pourrait donc être une source de molécules antioxydante naturelle comme alternative de l'utilisation des antioxydants synthétiques. Il est donc très intéressant de faire des recherches complémentaires pour identifier, isoler et purifier cette biomolécule.

Résumé

Résumé

Les antioxydants permettent de protéger notre organisme contre les radicaux libres et ainsi, ils permettent la prévention de nombreuses maladies. Par conséquent, la présente étude visait à tester l'activité antioxydante in vivo des extraits Polyphénoliques et polysaccharides des fruits d'une plante médicinale locale, *Pistacia lentiscus* L. par trois méthodes, après avoir effectué le rendement et le dosage des composés phénoliques et polysaccharides pour pouvoir faire une appréciation qualitative et quantitative, la mesure de l'activité anti-oxydante des extraits en réalisant trois tests : Le pouvoir réducteur, test de blanchissement de la β -carotène, la capacité antioxydante totale, les résultats expérimentaux ont révélé que les extraits de *Pistacia lentiscus* L. sont riches en polyphénols totaux et ils ont exhibé une teneur modérée en polysaccharide. Quant aux activités antioxydantes des fruits de la plante, l'extrait polyphénolique a présenté un fort pouvoir réducteur et une forte activité antioxydante par rapport à l'extrait polysaccharide. D'après ces résultats, on peut considérer le fruit de lentisque comme une source naturelle antioxydante à fort potentiel thérapeutique grâce à sa forte teneur en polyphénols.

Mots clés : *Pistacia lentiscus* L, Antioxydation, Polyphénols, Polysaccharides.

Abstract

Antioxidants allow to protect our body from free radicals and thus, they help the prevention of many diseases. Therefore, the present study aimed to test the in vivo antioxidant activity of polyphenolic and polysaccharide extracts from the fruits of a local medicinal plant, *Pistacia lentiscus* L. per three methods, after performing the yield and assay of phenolic compounds and polysaccharides to be able to make a qualitative and quantitative assessment, the evaluation of the antioxidant activity of the extracts by carrying out three tests: Reducing power, β -carotene bleaching test, total antioxidant capacity, the experimental results revealed that the extracts of *Pistacia lentiscus* L. are rich in total polyphenols and they exhibited a moderate content of polysaccharide. As for the antioxidant activities of the fruits of the plant, the polyphenolic extract showed a high reducing power and a high antioxidant activity compared to the polysaccharide extract. According to these results, the mastic fruit can be considered as a natural antioxidant source with high therapeutic potential due to its high polyphenol content.

Keywords: *Pistacia lentiscus* L, Antioxidation, Polyphenols, Polysaccharides.

Références bibliographiques

A

Abdelguerfi a. Mises en œuvre des mesures générales pour la conservation in situ et ex situ et l'utilisation durable de la biodiversité en Algérie. Alger, Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité 2003 ; p : 39.

Abderrahmane H, Amal A, Amine K, Khalid E, Ennoumane S. Valorization of Moroccan Pistacia lentiscus L. Leaves: Phytochemical and In Vitro Antioxidant Activity Evaluation Compared to Different Altitudes. The Scientific World Journal 2022 ; 6367663.

Agbo MO., Uzor P.F, Akazie-Nneji U.N., Eze-Odurukwe C.U., Ogbatue U.B ,Mbaoji E.C. Antioxidant, Total Phenolic and Flavonoid C Gupta guonent of Selected Nigerian Medicinal Plants. Journal of Pharmaceutical Sciences 2015; 14(1), 35-41.

AI-Saghir M.G. Evolutionary history of the genus Pistacia (Anacardiaceae). International Journal of Botany 2009 ;5: 255-257.

Ait youssef M. Plantes médicinales de la Kabylie. Paris : Edition Ibis Press 2006; 349 p.

Ait-Idir N, Bouygucef H. Etude de l'activité anti-inflammatoire, in vitro, des extraits des feuilles et des écorces des racines de PistacialentiscusL.sur la stabilité membranaire du globule rouge. Mémoire de Master, Université Abd Erhamen Mira de Bejaia ,2007 ; p :55.

Aliyu A.B., Ibrahim M.A., Musa A.M., Bulus T, Oyewale A.O. Phenolics content and antioxidantcapacity of extracts and fractions of Verniniab lumeoides (Asteraceae). International Journal of Biological Chemistry 2011; 5(6), 352-359.

Al-said M.S, Ageel A.M , Parmar N.S , Tarik M. Evaluation of mastic a crudedrugobtained from. Pistacia lentiscus for gastric and duodenal anti-ulcer activity. Journal of Ethnopharmacology 1986;15,271-278.

Amarowicz R, Estrella , Hernández T, Robredo S, TERO zynska A, Kosinska A, Pegg R.B. Free radical-scavengingcapacity, antioxidantactivity, and phenolic composition of green lentil (Lens culinaris). Food chemistry 2010; 121: 705-711.

Amarowicz R., Pegg R.B., Rahimi-Moghaddamc P, Barl , Weil J.A. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. Food Chemistry 2004; 84, 551–562.

Aouinti F , Zidane H , Tahri M , Wathelet J.P, El Bachiri A. Chemical composition, mineral contents and antioxidant activity of fruits of Pistacia lentiscus L. from Eastern Morocco. J. Mater. Environ. Sci 2014; 5 (1), 199-206.

Assimipoulou A. N, PapageorgiouV.P. GC-MSanalysisofpenta-and tetra cyclic triterpenes from resins of Pistacia species. Part I. Pistacia lentiscus var. chia. Biomedical Chromatography 2005; 19.pp. 285-311.

Assimopoulou A.N, Zlatanov S.N , Rapageorgeiou VP. Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oilsubstrate. Food chemistry 2005; 92 (4) : 721 -727.

B

Baghiani A, Boumerfeg S, Belkhiri F, Khennouf S, Charef N, Harzallah D, Arrar L , Abdel-Wahhab M.A. Antioxidant and radical scavengingproperties of Carthamuscaeruleus L extracts grow wild in Algeria flora. Comunicat a scientiae 2010; 1: 128-136.

Balan K.V, Demetzos C, Prince J, Dimas K, Cladaras M, Han Z, Wyche J.H, Pantazis P. Induction of apoptosis in human colon cancer HCT116 cells treated with an extract of the product. Chios mastic gum. *In Vivo* 2005; 19 : 93-102.

Bammou M , Daoudi A ,Slimani I, Najem M ,Bouiamrine E ,Ibimbijen J, Nassiri L. Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus L.*»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences* 2014 ; 86:7966- 7975.

Bampouli A, Kyriakopoulou k, Papaefstathiou G, Louli V, Aligiannis N , Magoulas K, Magdalini K. Evaluation of total antioxidant potential of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves extracts using UHPLC–HRMS. *J of Food Engineering*. 2015

Bampouli A, Kyriako Roulou k. Papaefstathiou G, Louli V, Aliciannis N, Magoulas K , Krokida M. Evaluation of total antioxidant potential of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves extracts using UHPLC–HRMS. *I. Food Eng* 2015; 167.25-31.

Bampouli A., Kyriakopoulou K., Papaefstathiou G., Louli V., Aligiannis N., Magoulas K., Magoulas K., Krokida M. Evaluation of total antioxidant potential of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves extracts using UHPLC–HRMS. *J. Food Eng* 2015., 167.25-31.

Barbouchi M, Elamrani K, El Idrissi M, Choukrad M. Screening, quantification of phenolic contents and antioxidant properties of different solvent extracts from various parts of *Pistacia lentiscus L* *Journal of King Saud University - Science* 2020 ; Volume 32, 1, Pages 302-306

Barbouchi, M.; Elamrani, K.; El Idrissi, M.; Choukrad, M. A comparative study on phytochemical screening, quantification of phenolic contents and antioxidant properties of different solvent extracts from various parts of *Pistacia lentiscus L*. *J. King Saud Univ. Sci.*; 2020; 32, pp. 302-306

Bardeau F. Les huiles essentielles, découvrir les bienfaits et les vertus d’une médecine ancestrale. Ed Lanore 2009 ; 315 p.

Barra A, Goroneo V, Dessi S, Cabras P, Angioni A. Characterization of the volatile constituent in the essential oil of *Pistacia lentiscus*. d- from different origin and its antifungal and antioxidant activity. *J Agri Food Chem.* 2007; 55 (77). 7093-7098.

Baudoux D. L’aromathérapie : Se soigner par les Huiles Essentielles, édition Amyris 2003 ; p 145-146.

Belfadel F.Z. Huile de fruits de *Pistacia lentiscus* .Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Université mentouri Constantine faculté des sciences exacte département de chimie 2009 ; p : 19-21.

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

Benhamou N, Atik Bekkara F, Kadifkova Panovska T. Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African I of Pharmacy and Pharmacology* 2008; 2 (2), 22-28.

Bensalem G. l’huile de lentisque (*pistacia lentisques L.*) dans l’est algerien : caracteristiques physicochimiques et composition en acides gras .Mémoire présenté en vue de l’obtention du diplôme Magister, en Sciences Alimentaires, constantine. 2014 ; pp. 26.

Benzie I.F.F, et Strain J.J. The ferric reducing ability of plasma as a measure of “antioxidant power” the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 1996; 239, 70– 76

Berboucha M, Ayouni K, Atmani D , Atmani D , Benboubetra M. 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* 2010; 13: 1-9.

Bisht, Kavita, Karl-Heinz Wagner, and Andrew C. Bulmer. "Curcumin, resveratrol and flavonoids as anti-inflammatory, cyto-and DNA-protective dietary compounds." *Toxicology* 2010; 278.1 : 88-100.
Borneley S, Peyrat-Maillard M.N. Antioxidant activity of malt root let extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2000; 48 (7): 2785-2792.

Boukeloua A, Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmaco-toxicologique d'une préparation topique à base d'huile de Pistacia Lentiscus L. (anacardiaceae), Thèse d'obtention du diplôme de Magister, 2009 ; p : 108.

Boullard B. Plantes médicinales du monde: croyances et réalités. Ed: FSTEM 2001 ; p : 636 .

Bouzlama L, Benzekri R, Nsaibia S, Papetti A, Limam F. Identification of an antiviral compound isolated from Pistacia lentiscus. *Arch Microbiol.* 2020 Nov; 202(9): 2569-2578.

Bozorgi M, Memariani Z, Mobli M., Salehi Surmaghi M. H. Shams-Ardekani, M. R., & Rahimi, R. 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 World Journal* 2013.

Brosse J. Larousse des arbres, dictionnaire des arbres et des arbustes. Ed Larousse 2005 ; p : 576 .

Bruneton, J. Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Technique et Documentation Lavoisier 1993; ISBN : 2743000287.

Bruno R. Mon Guide Huiles Essentielles. Chapitre 2. Paris. 3^{ème} édition 2015 ; p : 186.

C

Cardenas J. Huile essentielle de lentisque pistachier, doctissimo.fr [en ligne], <https://www.doctissimo.fr/sante/aromatherapie/guide-huiles-essentielles-/huile-essentielle-de-lentisque-pistachier> (2017).

Chaabani E. Eco-extraction et valorisation des métabolites primaires et secondaires des différentes parties de Pistacia lentiscus, Thèse d'obtention du diplôme de doctorat 2020 ; 134 p.

Cheraft N. Activité biologique in vitro des extraits de Pistacia lentiscus contre les radicaux ABTS•+, O₂•⁻ et •NO et caractérisation des fractions actives, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Références bibliographique 95 Magister En Biologie Option : Biochimie Appliquée aux Substances Végétales Bioactives. Université mentouri Constantine faculté des sciences exacte département de chimie (2011).

Chung Y-C, Chang C-T , Chao W-W, Lin C-F, et Chou S-T. Antioxidative activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by Bacillus subtilis IMR-NK1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002; 50, 2454–2458.

Congiu R , D. Falconieri B, Marongiu A, Piras S. Porcedda Extraction and isolation of Pistacia lentiscus L. essential oil by supercritical CO₂ Flavour and Fragrance Journal, 17 (2002), pp. 239-244

Cook, S. Samman Flavonoïdes — chimie, métabolisme, effets cardio protecteurs et sources alimentaires *J. Nutr. Biochimie.* , 7 (1996), p. 66 - 76

Cortina, J.; Green J.J.; Baddeley, J.A. and Watson, C.A. Root morphology and water transport of Pistacia lentiscus seedlings under contrasting water supply: A test of the pipe stem theory. *Environmental and Experimental Botany* 2008; , 62:343–350.

D

Daaboul, J. J., and J. H. Siverstein. "The management of type 2 diabetes in children and adolescents." *Minerva pediatrica* 56.3 (2004): 255-264.

Dabos K.J , Sfika E, Vlatka L.J, Giannikopoulos G. L'effet de la gomme mastic sur *Helicobacter pylori* : une étude pilote randomisée *Phytomedicine*, 17 (2010), pp. 296-299.

Dahmoune F, Spigno G, Moussia K , Remini H, Cherbal A., Khodir Madani K. Pistacia lentiscus leaves as a source of phenolic compounds: Microwave-assisted extraction optimized and compared with ultrasound-assisted and conventional solvent extraction. *Industria Crops and Products* 2014; 61, 31–40

Daoud. A. Les hypoglycémies. In: *Le diabète sucré*. 3eme Edition. Alpen 2009 ; P: 120- 129.

Dasenaki I, Petri-Christina Betsi Raptopoulos D, &Konstantopoulou M. Insecticidal Effect of Pistacia lentiscus (Anacardiaceae) Metabolites against *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae), 2022.

Deba F, Xuan T.D , Yasuda M., Tawat S. Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oil from *Bidens pilosa* L. Var. *Radiata*. *Food Control* 2008; 9 (4): 346-352

Debbabi H , Nemri K, Riahi H. Effets antimicrobiens des extraits foliaires de *Pistacia lentiscus* L. dans des escalopes de dinde. *Journal of new sciences* 2017, Volume 40(1).

Dhifi W , Jelali N , Chaabani E. Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *African Journal of Agricultural Research* 2013; Vol. 8(16):1395-1400.

Dimas K., Hatziantoniou S., Wyche JH., and Pantazis P. A mastic gum extract induces suppression of growth of human colorectal tumour xenografts in immunodeficient mice. *In vivo* 2009; 23 : 63-68.

Djeridane A, Yousfi M , Nadjemi B, Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N. Activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food chemistry* 2006 , 97: 654-660.

Doga Y, Baslar S, Aydin H, Huseyin M. H.A. study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. Distributed in the western Anatolian part of Turkey. Dokuz Eylül University. *Acta Bot. Croat* 2003; 62 (2), 73-88 (16 p).

Dudonne S, Vitrac X, Coutiere P, Woillez M, Merillon J-M. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *J. Agric. Food Chem* 2009; 57(5), 1768-1774.

E

El beyrouthy M. Contribution a l'étude de quelques familles médicinales de la flore libanaise. Université Saint-Esprit de Kaslik Faculté des Sciences Agronomiques 1999 ; pp : 47-59.

El gubbi H, Al fageih L, Zorab A, Elmeheshi F. Pistacia lentiscus tree and its role in did dance of environmental polluters. *EC Nutrition* 2017, 10(1): 08-14.

El Hamrouni A. Projet de conservation des Zones Humides Littorales et des Ecosystèmes côtiers du Cap-Bon (2001).

F

Falleh H, Ksouri R, Chaieb K, Karray-Bouraoui N, Trabelsi N, Boulaaba M, and Abdelly C. Phenolic composition of *Cynaracardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies* 2008; 331: 372–379.

Feidemann J. *World Spices Plants: Economic Usage, Botany, Taxonomy* Springer Verlag, Berlin Heidelberg, European Union 2005; p: 196

Fillipos K. Koliakou K , Stefans KP. Jannis K , Theodora CP. Effect-of mastic gum Pistacia lentiscus var. chia on innate cellular immune effectors. European I of gastroenterology and hepatology 2009; 21 (2): 143-149.

FZ Mharti , B. Lyoussi , A. Abdellaoui Activité antibactérienne des huiles essentielles de Pistacia lentiscus utilisées en médecine folklorique marocaine Nat. Prod. Commun., 6 (2011), p : 1505-1506

G

Gardeli C, Vassiliki P, Athanasios M, Kibouris T, Komaitis M. Essential oil composition of Pistacia lentiscus L. and Myrtus communis L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. Food chemistry 2008; 107(3), 1120-1130.

Gardeli C, Vassiliki P , Athanasios M , Kibouris. T, Komaitis M. Essential oil composition of Pistacialentiscus L. and MyrtuscommunisL.i Evaluation of antioxidantcapacity of methanolicextracts. Food chemistry 2008; 107(3), 1120-1130.

Gardeli C, Papageorgiou V, Mallouchos A, Theodosis K .Essential oil composition of Pistacia lentiscus L. and Myrtuscommunis L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, chimie alimentaire 2008; Pages 1120-1130

Garnier, G, Bézanger-Beauquesne L , Debraux G. Ressources médicinales de la flore française. Edition, VigotFrèresEditeurs 1961 ; p :665-666.

Ghalem B.R., Benhassaini H. Etude des phytostérols et des acides gras de Pistachia atlantica. Afrique Science 2007 ; 3(3) 405 – 412.

Giner-Larza E.M, Manez S, RecioM. C, Giner-Pons R, Prieto J.M, Cerda-Nicolas M, | Oleanolic acid, a 3-oxotriterpene from Pistacia, inhibits leukotriene synthesis and has anti- inflammatoryactivity. European Journal of Pharmacology 2001; 428,137-143.

Goli, A.H , Barzegar M., Sahari M.A. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (Pistacia vera) hullexttracts. Food Chem 2005; 92: 521–525

Grosjean N.L'Aromathérapie, édition Eyrolles 2007 ; p 163.

H

Hamad H, Hasan I , Habib H , Mariam H. Gonaid and Mojahidul. Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plants growing in al jabal al-akhdar. J Nat Prod Plant Resour 2011 ; 1 (1), 15-23.

Hamad H.H , Habib I.H, Gonaid M.H, Mojahidul I. Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plants growing in Al Jabal Al-Akhdar. Scholars Research Library 2011; 1 , 15-23

Harrat M, Benaliab M, Gourine N, Yousfi M. Variability of chemical composition of fattyacids, tocopherols and the antioxidant activity of the lipids from the leaves of Pistacia lentiscus L. from Algeria .Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism 2018; 10 , 2-16

I

Insaf-Meriem B, Manel A, Karim D, Zine-Charaf A, Sara B, Fahima A, Karim L, Hans Y, Chafa T. Beneficialrole of Pistacia lentiscus aqueous extract in experimental colitis: anti-infammatory and potential therapeutic effects. Infammo pharmacology 2021; 29: 1225–1239.Int. J. Pharmacogne. Phytochem. Rés. , 8 (2016) , p. 627 - 633

Isrin P, Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soin. Ed : Larousse/ VUEF 2001 ; 336 .

J

Janakat S , and Al-Merle H. Evaluation of hepatoprotective effect of *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia* and *Nicotiana glauca*. *Journal of Ethnopharmacology* 2002 . 83 : 135-138.

Jeong S.M , Kim S.Y., Kim D.R., Jo S.C., Nam K.C., Ahn D.U., et Lee S.C. Effects of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 52, 3389–3393.

K

Kaliora A.C, Stathopoulou MG , Triantafyllidis JK , Dedoussis G.V.Z , Andrikopoulos N.K .Traitement au mastic de Chios des patients atteints de la maladie de Crohn active *Monde J. Gastroenterol.* , 13 (2007) , p. 748 - 753

Khiari M.b , Kechrid Z, Klibet F, Elfeki A ,Shaarani M.d.S , Krishnaiah D. Preventive effect of *Pistacia lentiscus* essential oil. *Toxicology reports* 2018; 549 , 1-29.

Kivçak B., Akay S. Quantitative determination of α -tocopherol in *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. *chia*, and *Pistacia terebinthus* by TLC-densitometry and colorimetry, *Fitoterapia* 2005; 76, 62- 66.

Kognou A.L, Ngonon Ngane R.A , Kuate J.R, Koanga M.L, Tchinda Tiabou A, Mouokeu R.S , Biyiti L, Amvam Zollo P.H. Antibacterial and Antioxidant Properties of the Methanolic Extract of the Stem Bark of *Pteleopsis lyodendron* (Combretaceae). *Chemother. Res. Pract.*; 2011; 218750.

Kordali S, Cakir A, Zengin, H, Duru M.E. Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in turkey. *Fitoterapia* 2003; 74 : 164-167.

Koutsoudaki C, Krsek M, rodger A. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil and the Gum of *Pistacia lentiscus* Var. *chia*. *Agricultural and food chemistry* 2005; 53 , 7681-7685.

Koutsoudaki C, Krsek M, Rodger A. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005; . 53. 7681-7685.

Kumaran, A. et Karunakaran, R.J.(2007) In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 2004 . 40, 344–352.

L

Lauk L, Ragusa S, Rapisarda A, Franco S, Nicolosi V.M. In vitro antimicrobial activity of *pistacia lentiscus* L. extracts: Preliminary report. *Journal of Chemotherapy* 1996; 8(3) : 207-209.

Lehtinen P, Laakso S. Effect of extraction conditions on the recovery and potency of antioxidants in O at fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1998; 46 (12): 4842-4845.

Lengyel S, Aaron D. Gove Andrew M. Latimer, Jonathan D. Majer, Robert R. D. "Convergent evolution of seed dispersal by ants, and phylogeny and biogeography in flowering plants: a global survey." *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12, no. 1 (2010): 43-55.

Leonti M, Casu L, Sanna F, Bonsegno L. A Comparison of Medicinal Plant Use in Sardinia and Sicily ,Italy, *De Materia Medica* 2001 ; 72, 09122.

Li, Hua-Bin, et al. "Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae." *Food chemistry* 102.3 (2007): 771-776.

Ljubuncic P, Azaizeh H., Portnaya I, Cogan U, Said O, Abu-Saleh A , Bomzon. antioxidant activity and cytotoxicity of eight plants used in traditional Arab medicine in Israel. *J. Ethnopharmacol* 2005; 99 (1), 43–47.

Luque-García J.L, Luque de Castro M.D. Comparison of the static, dynamic and static dynamic pressurized liquid extraction modes for the removal of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons from soil with on-line filtration-preconcentration. *Journal of Chromatography A* 2003 ; 1010, 129-140.

M

M. Quartu , MP Serra , M. Boi , G. Pillolla , T. Melis , L. Poddighe . Effet de l'administration aiguë d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. sur le cortex cérébral de rat suite à une occlusion bilatérale transitoire de l'artère carotide commune *Lipides Santé Dis. ,* 11 (2012), p. 8

Maestre F. T, Cortina J, Bautista S. Mechanism underlying the interaction between *Pinus halepensis* and the native late succession shrub *Pistacia lentiscus* in a semiarid plantation. *Ecography* 2004 ; 27 : 776-786.

Mansoor S, Al-Said A.M, Ageel N, Parmar S, Tariq M. Evaluation of mastic, a crude drug obtained from *Pistacia lentiscus* for gastric and duodenal anti-ulcer activity. *Journal of Ethno pharmacology* 1968 ; 15 (3): 271-278.

Marzouk B, Ben Hadj fredj M, Mastouri M, Boukef k, Mazouk Z. Chemical Composition and antimicrobial activity of essential oils from Tunisian *menthapulegium* L. *Journal of food , agriculture & Environment* 2008 ;6:78-82P .

Maxia A, Sanna C, Frau M.A, Piras A., Karchuli M.S, Kasture V. Anti-inflammatory activity of *Pistacia lentiscus* essential oil: involvement of IL-6 and TNF-alpha. *Natural product communications* 2011 ; 6(10), 1543-1544

Medini H,Elaiissi A, Khoujad F.F.M. ,Chemli R, Harzallah-Skhiri F. Seasonal and geographical influences on the chemical composition of *Juniperus phoenicea* L. Essential oil leaves from the Northern Tunisia. *Chemistry & Biodiversity* 2009; 6,1378-138P .

Meir S, Kanner J, Akiri B, Hadas S.P. Determination and involvement of aqueous reducing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves. *J. Agric. Food Chem* 1995; 43, 1813-1821.

Midani M. Caractérisation biochimique des feuilles de *Pistacia Lentiscus* L., Mémoire d'obtention du diplôme de Master 2018 ;p : 81 .

Mohammad S, Abu-Darwish, Abu-Dieyeh Z.H. Essential oil content and heavy metals composition of *Thymus vulgaris* cultivated in various climatic regions of Jordan. *Int. J. Agric. Biol* 2009 ;11 (1).59-63.

Naczka, M. and Shahidi, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2006; 41: 1523-1542.

O

Ostos, J.C.; Lopez-Garrido, R.; Murillo, J.M. and Lopez, R. . Substitution of peat for municipal solid waste- and sewage sludge-based composts in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. *Bioresource Technology* 2008; 99:1793–1800

Ouelmouhoub S. Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier casdes subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie) , 2005.

Ozden-Tokatli, Y.; Akdemir, H.; Tilkat, E. and Onay, A. Current status and conservation of Pistacia germplasm. *Biotechnology Advance* 2010; 28 : 130–141

P

Palevitch D, Yaniv Z. Medicinal plants of the Holy Land. Modan Publishing House, Tel Aviv, Israel. (2000).

Péroumal A. Caractérisation des fruits et de la pulpe de six accessions de *Mammea americana* : Aptitude à la transformation des fruits et caractérisation des composés phénoliques de la pulpe, Université des Antilles-et de la Guyane 2014 ; 83 p.

Perva-Uzunalic A, Skerget M., Knez Z., Weinreich B, Ott F, Gruner S. Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chemistry* 2006 ; 96(4): 597-605.

Piccolella S, Nocera P, Carillo P, Woodrow P, Greco V, Manti L, Fiorentino A., Severina Pacifico S. An apolar Pistacia lentiscus L. leaf extract . *Food and Chemical Toxicology* 2016; 95, 64-74.

Pincemail, Joël, Karine Bonjean, Karine Cayeux, and Jean-Olivier Defraigne. "Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante." *Nutrition clinique et métabolisme* 2002 ; 16, no. 4 : 233-239.

Poyrazoğlu E, Gökmen V, Artk N. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punicagranatum L.*) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis* 2002; 15 (5): 567-575.

PRIETO, P., PINEDA, M., ANGUILAR, M., Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a Phospho molybdenum Complex: Specific application to the determination of Vitamin E. *Anal. Biochem* 1999 ; 269, 337-341.

Q

Quezel P., et Santa S. Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Tome 1, Centre Nationale de la Recherche Scientifique 1962 ; P: 611.

R

Rameau J.C, Mansion D, Dumé G, Gauberville C. Flore forestière française, guide écologique illustré 3 régions méditerranéennes. Ed IDF 2008 ;p: 2426 .

Rastija V, Medic-Saric M. QSAR study of antioxidant activity of wine polyphenols. *European journal of medicinal chemistry* 2009; 44: 400-408.

Rauf A , Patel S, Uddin G, Siddiqui B.S, Ahmad B , Muhammad N, Mabkhot Y.N, Hadda T.B. Phytochemical, ethnomedicinal uses and pharmacological profile of genus Pistacia. *Biomed. Pharmacother.*; 2017; 86, pp. 393-404

Remila S; Atmani-Kilani, D, Delemasure S, Connat J.L, Azib L, Richard T, Atmani D. Antioxidant, cyto protective, anti-inflammatory and anti-cancer activities of Pistacia lentiscus (*Anacardiaceae*) leaf and fruit extracts. *Eur. J. Integr. Med.* 2015; 7, 274–286.

Revilla E, Garcia-Beneyter E, Gabello F., Marti Ortega M., Ryan J M. Value of high-performance liquid chromatography analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them, *Journal of chromatography* 2001; 915, p.53-60.

Rice-Evans C.A, Sampson J, Brameley P.M., Holloway D.E . Why do we expect carotenoids to be antioxidants in vitro? *Free Radical Res* 1997; 26: 381-398.

Ryan M.T., Muller H., Pfanner N. Functional staging of ADP/ATP carrier translocation across the outer mitochondrial membrane. *The Journal of Biological Chemistry* 1999; 274 (29): 2061920627.

S

Saad U.R.M , Kamran S.H, Mobasher A, Akhtar U. Anti-diabetic activity of crude Pistacia lentiscus in all oxan-induced diabetes in rats. *Journal of the Bangladesh Pharmacological Society* 2015; 10 , 543-547.

Sahreem S., Khan M. R. and Khan R. A. Phenolic compounds and antioxidant activities of Rumex hastatus D. Don. Leaves. *Journal of Medicinal Plants Research* 2011; 5: 2755- 2765

Said O, Khalil K, Fluder S , Azaizeh H. Ethno pharmacological survey of medicinal herbs in Israel the Golan Heights and the West Bank region. *Journal of Ethno pharmacology* 2002;83:251-265.

Sakagami H , Kishino K , Kobayashi M , Hashimoto K , Iida S , Shimetani A, Satoh K. Selective antibacterial and apoptosis-modulating activities of mastic. *In vivo.* 2009; 23(2), 215-223.

Samy S, Mohammed S, Mohammed T, Soad K , Afaf A, Basel A, Mervat A, Amnah M, Mona Wa,1 Khaled R. Insights into the Antimicrobial, Antioxidant, Anti-SARS-CoV-2 and Cytotoxic Activities of Pistacia lentiscus Bark and Phytochemical Profile; In Silico and In Vitro Study Antioxidants (Basel). 2022 ; 11(5): 930

Sanz MJ, Terencio MC, Paya M. Isolation and hypotensive activity of a polymeric procyanidin fraction from Pistacia lentiscus L. *Pharmazie* 1992; 47 (6): 466-467.

Scherrer A.M , Motti R, Weckeerie C.S. Traditional plant use in the areas of Monte Tevose and Ascea, Cilento national park (company, southern Italy). *Journal of Ethnopharmacology* 2005; 97 :129-143.

Seigue A. La Forêt Circum-méditerranéenne et ses Problèmes. 2eme Edition. Maisonneuve & Larose 1985 ; PP: 22- 27,P: 137-139.

Shalev A. Hope for insulin mimetic oral antidiabetic drugs. 3th Edition. Ellebore 1999;

Shtayehali MS., and Abughdeib IS. Antifungal activity of plant extract against dermatophytes. *Mycoses* 1999; 42 (11-12): 665-672.

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

Stéphanie M L ,aromatologue , Le lentisque ds vertus multiples (2014).

Stoutah F. Etude de la variabilité morpho-anatomique des teneurs en pigments photosynthétiques de quelques populations de Pistacia Lentiscus L. en Algérie, Thèse d'obtention du diplôme de Magister 2016 ; p :80 .

T

Takó M , Kerekes E.B, Zambrano C , Kotogán A, Papp T, Krisch J, Vágvölgyi C. Plant Phenolics and Phenolic-Enriched Extracts as Antimicrobial Agents against Food-Contaminating Microorganisms. *Antioxidants*; 2020; 9, 165.

Tassin C. Paysage des végétaux du domaine méditerranéen. Marseille : Ed IRD, 2012, p:421 .

Tela Botanica. (2011). Pistacia lentiscus. Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France par Benoît Bock. BDNFF v4.02 <http://www.tela-botanica.org>.

Tepe B , Daferera D, Sokmen A , Sokmen M., Polissiou M. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). *Food chemistry* 2005; 90: 333-340.

Torkelson A. R. -The Cross Name Index to Medicinal Plants, CRC Press 1996; p 1160.

Trabelsi, Hajer, et al. "Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia." *Food chemistry* 131.2 (2012): 434-440

Triantafyllou A , Bikineyeva A , Dikalova A , Nazarewicz R , Lerakis S , Dikalov S. L'activité anti-inflammatoire de la gomme mastic de Chios est associée à l'inhibition du stress oxydatif induit par le TNF-alpha *Nutr. J.*, 10 ,2011 ; p. 64,

Umadevi I, Daniel M, Sabnis S. D. Chemotaxonomic studies on some members of Anardiaceae. In *Proceedings of the Indian Academy of Sciences – Plant sciences* 1998; 98(3), p: 205–208.

Viuda-Martos M , Fernández-López J, Pérez-Álvarez J.A. Pomegranate and its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2010; 9 (6): 635-654.

Y

Yildirim H, Onay A, Gunduz K , Ercisli S , Karaat E.F. An improved micropropagation protocol for lentisk (*Pistacia lentiscus*). *Folia Horticulturae* 2019 ; 31 , 61-69

Z

Zrira S , Elamrani A, Benjilali B. Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Morocco – A seasonal variation *Flavour and Fragrance Journal*, 18 (2003), p: 475-480