

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



Réf :

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

Thème

**Activité antioxydants de l'huile
Végétale extraite des fruits de *Pistacia lentiscus***

Présenté par :

AMIROUCHE Sabrina & AREZKI Amina

Soutenu le : **15 septembre 2022**

Devant le jury, composé de :

M^{me} YOUS F.	MAB	Présidente
M^{me} MOULAOUI K.	MCB	Encadreur
M^{me} MEHENNI C.	MCA	Examinatrice

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force et les moyens et qui nous a aidé à élaborer cet humble travail.

Un mémoire, tant nominatif soit-il, est un travail de réflexion collective, donc au terme de ce travail, il nous est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation.

*Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement notre promotrice **Mme MOULAOUI Kenza**, Maitre de conférence "B" qui nous a permis de bénéficier de son encadrement, ses conseils qu'elle nous a prodigués, sa patience, sa confiance ; qu'elle nous a témoignés et qui ont été déterminantes dans la réalisation de notre mémoire de fin d'étude.*

Nos sincères remerciements s'adressent aux membres de jury qui ont bien voulu juger ce travail :

***Mme MEHENNI C.** Maitre de conférence "A" qui nous a fait l'honneur et le privilège de présider ce jury. **Mme YOUS F.** Maitre de conférence "B" d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

On vous transmet notre profonde gratitude pour le temps que vous avez consacré à la lecture de ce travail ainsi que vos remarques.

*Merci à tout le personnel du laboratoire Génétique de l'université de Bejaïa, à **Mme Kadi R.** et **Mme SAIDANE N.** ainsi que toute personne de près ou de loin, qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.*

Finalement, nous exprimons nos sincères reconnaissances à tous les enseignants de la biochimie appliquée pour leurs efforts fournis tout au long de notre cursus.

Dédicaces

A Dieu, le tout puissant merci pour tout.

*A ma très chère mère, **Samia** ma raison d'être, ma raison de vivre, Tu Représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices et les efforts que tu n'as jamais cessé de me donner.*

*A Mon très cher père, **Karim** en signe d'amour, de reconnaissance et de Gratitude pour tous les soutiens, les sacrifices, la tendresse et les prières tout au long de mes études, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon Éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que Vous m'avez donné pour mon éducation et ma formation.*

Que Dieu vous protège et vous garde pour moi.

*A ma moitié, ma chère sœur, **Sarah** et mon beau-frère, **Rida** pour leur grand amour, leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.*

*A Mes deux grandes familles **AMIROUCHE & BAZIZI**, mes chers grands parents, mes chers oncles, tantes, leurs époux et épouses, à mes chers cousines et cousins pour votre présence à mes coté dans les bons comme dans les moments les plus difficile.
Vous êtes une famille incroyable.*

*A mes chères copines que j'aime beaucoup: **Dahbia, Hannane, Houda, Thimouzgha, Sara et Souhila.***

*A mon binôme **Amina** pour tous les instants inoubliables que j'ai passé avec elle, pour sa présence et responsabilité durant ce travail. Dieu la protège pour moi sa famille.*

*A mon pilier **Mehdi**, pour son soutien, son encouragement et sa bienveillance. Merci infiniment.*

A toute la promotion de Biochimie Fondamentale, pour ces merveilleuses années qu'on a passées ensemble.

Sabrina

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*A ceux qui m'ont encouragé et soutenue dans les moments les plus pénibles
A mes **chers parents** vous représentez pour moi le symbole de bonté par excellence, la source
d'espoir et de tendresse*

*Votre prière et votre bénédiction m'ont été d'une grande secoures pour mener à bien mes
études.*

*A ma chère sœur : **Kenza**, A mon très cher frère : **Abderrahmane***

*A mon fiancé : **Yanis Djellouli***

*A mon bras droit, mon pilier, à celui qui ma épauler et encourager durant mon parcours à toi
mon « **Mari Yanis** » je te dédie ce modeste travail qui n'aurais pu être Achevé son tes efforts
ton soutiens et ton encouragement éternel **Merci !***

*Ainsi qu'à ma belle-famille (père **Mokhtar**, mère **Zolikha** et mes sœurs **Nedjema** et **Yasmine**).*

*Sans oublier mon adorable grand-père **Hadj Hachemi***

*Et ma regretter **grand-mère Zohra** (Allah yerhamha)*

*A mon chère oncle **Djamel** ainsi que sa famille (tata **Hayette**, mes sœurs (**Sabrina** et
Yasmine)).*

*A mon chère regretter oncle **Abd Krim** et sa femme **Farida** et ses **enfants**.*

A mes chères tantes paternelles

***Hassiba**, **Karima**, **Nadira**, **Akila**, **Rabha** et la regretter **Fadila** et leurs **Maris** et **enfants**.*

*A ma tante maternel **Lila** et son mari **Mohamed** et ses **enfants***

A mes oncles maternels

***Harfi Arezki**, **zahir**, **Abd nour**, **Abd madjid**, et leurs **femmes** et leurs **enfants**.*

A mes très chères cousins et cousines chacun par son nom en particulier

***Manel** et **Ryma**.*

*A ma tendre Binôme **Sabrina***

*A mes adorables copine **Mouzgha** et **Dalia**.*

Amina

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I. Etude caractéristique de <i>Pistacia lentiscus</i> L	2
I.1. Généralités	2
I.2. Classification de la plante	2
I.3. Description botanique de la plante.....	3
I.4. Répartition géographique du pistachier	4
I.5. Etude chimique de l'espèce	5
I.5.1. Fruits :	5
I.5.2. Feuilles :.....	5
I.5.3. Résines :	6
I.6. Effets thérapeutiques traditionnelles et aspects pharmacologiques	6
I.7. Propriétés biologiques et pharmacologiques	6
I.8. Huiles végétales	7
I.8.1. Définition	8
I.8.2. Composition de l'huile végétale	8
I.9. Huile de fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	8
I.9.1. Définition	8
I.9.2. Composition chimique	8
I.10. Composition saponifiable de l'huile de lentisque	9
I.10.1. Acides gras.....	9
I.10.1. Triglycérides	9
I.10.2. Phospholipides	10
I.11. Composition en insaponifiable de l'huile de fruit de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	10
I.11.1. Tocophérols.....	10
I.11.2. Phytostérols.....	10
I.11.3 Composés phénoliques.....	10

I.11.3.1. Acide phénolique simple.....	11
I.11.3.2. Les flavonoïdes	11
I.11.3.3. Les tanins	11
I.11.3.4. Les anthocyanes	11
I.11.4. Minéraux	12
I.12. Utilisation et aspects pharmacologiques de l’huile de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	12
I.13. Stress Oxydant	12
I.13.1. Définition	12
I.13.2. Origine du stress oxydant.....	13
I.14. Les radicaux libres	13
I.14.1. Définition	13
I.14.2. Principaux radicaux libres.....	13
I.14.3. Mécanismes d’action et rôles des radicaux libres.....	14
I.14. Antioxydants	15
I.14.1. Antioxydants enzymatiques	15
I.14.2. Antioxydants non enzymatiques	16
I.15.3. Mécanisme antioxydant	16
I.15.3.1. Effet scavenger des composés phénoliques	16
I.15.3.1.1. Les groupements hydroxyles	16
I.15.3.1.2. La O-méthylation et la glycosylation.....	17
I.15.3.1.3. La double liaison entre C2-C3 et la fonction 4-oxo	17
I.15.3.2. Chélation des métaux	17
I.15.3.3. Inhibition enzymatique	17

Chapitre II

Matériels et méthodes

II. Matériel :.....	19
II.1. Matériel végétal :.....	19
II.1.1. Zone d’étude et période de récolte :	19
II.1.2. Préparation du matériel végétal :	20
II.2. Matériel biologique :	20
II.2. Préparation de l’huile végétale du fruit de Lentisque :.....	21
II.2.1. Extraction par Soxhlet	21
II.2.2. Calcul du rendement d’extraction.....	22
II.3.1. Dosage des tocophérols totaux	22

II.3.2. Analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge	23
II.4. Evaluation de l'activité antioxydante :	23
II.4.1. Activité scavenging du radical DPPH	23
II.4.2. Le test de blanchissement du β -carotène	25
II.4.3. Capacité antioxydante totale (CAT)	26

Chapitre III

Résultats et discussions

III. Résultats et discussions	27
III.1 Rendement de l'extraction	27
III.2. Etude phytochimique de l'huile de <i>Pistacia lentiscus L</i>	28
III.2.1. Dosage des tocophérols totaux	28
III .2.2. Spectre infrarouge de l'huile végétale extraite avec soxhlet.....	29
III.3. Evaluation de l'activité antioxydante <i>in vitro</i>	30
III.3.1. Piégeage du radical libre DPPH●.....	30
III.3.2. Le test de blanchissement du β -carotène.....	32
III.3.3. Capacité antioxydante totale (CAT).....	34
Conclusion et perspective	37

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des tableaux

Tableau I : Classification botanique de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	2
Tableau II : Activités biologiques et pharmacologiques de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	7
Tableau III : Effet de la structure sur l'activité antioxydante des flavonoïdes	18
Tableau IV : Matériel de laboratoire utilisé lors des expériences.	20
Tableau V : Rendements et les caractéristiques de l'huile végétale obtenus à partir des fruits <i>Pistacia lentiscus L.</i>	27
Tableau VI : Taux d'inhibition du blanchiment du β -carotène de HE et Vit-E.....	32
Tableau VII : Capacité antioxydante totale (CAT) du standard.....	34

Liste des figures

Figure 01 : Arbuste de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	3
Figure 02 : Différentes parties de la plante. (A) : Fruits rouges et noirs ; (B) : résine ; (C) : fruits rouges ; (D) : Feuilles.	4
Figure 03: Distribution géographique de <i>Pistacia lentiscus L.</i> dans le monde.....	4
Figure 04 : Les trois acides gras dominants dans l'huile de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	9
Figure 05 : Structure générale du noyau des flavonoïdes.	11
Figure 06 : L'origine des différents radicaux libres et des espèces réactives d'oxygène	14
Figure 07 : Les endommagement oxydatifs induits par les EOR.....	15
Figure 08 : La complexation métallique par les flavonoïdes.	17
Figure 09 : Localisation géographique de la zone de récolte des fruits de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	19
Figure 10 : Les fruits noirs de <i>Pistacia lentiscus L.</i> (A) : fruits séchés ; (B) : fruits broyés(Original).	20
Figure 11 : Schéma représentant le montage de l'appareil Soxhlet	21
Figure 12 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (A-H)	24
Figure 13 : Courbe d'étalonnage de la vitamine E (α -Tocophérol).	28
Figure 14: Spectre infrarouge de l'huile végétale récupéré par l'hexane.	29
Figure 15 : IC50 de la vitamine E et l'huile des fruits de <i>Pistacia L.</i>	31
Figure 16 : Taux d'inhibition de blanchissement du β -carotène en fonction de la concentration mg/ml du standard (Vit-E) exprimée en pourcentages d'inhibition.	33
Figure 17 : Droite d'étalonnage de la vitamine E pour la mesure de la capacité antioxydante totale.	35

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique.

ERO : Espèces réactives de l'oxygène.

FTIR : La Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (Fourier Transformed Infra Red spectroscopy).

g: Gramme.

HE : Huile végétale.

LDL : Lipoprotéine de faible densité (Low Density Lipoprotein).

LLL: Trilinoleoyl-glycérol.

ml: millilitre.

NADPH: Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate.

OLLn: Oleyl-dilinoleoyl-glycérol.

OOL: Oleyl-dilinoleoyl- glycerol.

OOO : Trioleylglycero.

PA : Acide phosphatidique.

PE : Phosphatidyléthanolamine.

PG : Phosphatidylglycérol.

PI : Phosphatidylinositol.

PLL: Palmitoyl-dilinoleoyl-glycérol.

POL: Palmitoyl-oleyl- linoleoylglycérol.

POO: Palmitoyl-dioleoylglycérol.

PPL: Dipalmitoyllinoleoylglycérol.

PPO: Dipalmitoyl-oleylglycerol.

SLL: Stéaroyl-dilinoleoylglycérol.

SOL : Stéaroyl-oleyl-linoleoylglycerol.

Introduction

Dans les dernières décennies, l'étude des plantes médicinales et leur utilisation traditionnelle dans différentes régions du monde connaissent un regain d'intérêt. Cette utilisation demeure le recours principal pour une grande majorité des populations pour résoudre leurs problèmes de santé, non seulement du fait qu'elles constituent un élément important du patrimoine culturel, mais aussi pour les raisons de moyens financiers limités (**El Yahiaoui et al., 2015**).

Les radicaux libres, les espèces réactives de l'oxygène (ERO), le stress oxydant et les antioxydants, deviennent des termes de plus en plus familiers pour les spécialistes de la santé et même pour le large public. Ces dernières années, de nombreuses informations ont été rassemblées sur le rôle du stress oxydatif dans l'induction d'un certain nombre de maladies graves, telles que certains cancers, les maladies cardiovasculaires et dégénératives associées au vieillissement (**Charef et al.,2008**).

Les recherches actuelles ont montré que les plantes sont une source efficace d'antioxydants naturels tels que les polyphénols et les vitamines, qui peuvent être impliqués dans le maintien de la santé humaine grâce à leurs différentes propriétés. Les compétences des polyphénols à piéger ces radicaux libres, précurseurs du stress oxydatif, a fait l'objet de nombreuses études. L'intérêt porté sur ces composés s'est accentué aujourd'hui en raison de leur implication dans le domaine thérapeutique (**Arab et al.,2014**).

Notre étude consiste en une contribution à la valorisation de *Pistacia lentiscus L*, très répandu dans l'Afrique du Nord et particulièrement en Algérie. Cette enquête a concerné l'utilisation de l'huile végétale à partir des fruits de cette plante concrète en médecine traditionnelle. Ce travail s'est intéressé par la suite d'une part, à l'étude phytochimique et à l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus* par trois tests, notamment l'activité scavenging du radical DPPH, le test de blanchiment de β -carotène et la capacité antioxydant totale.

Chapitre I
Synthèse bibliographique

I. Etude caractéristique de *Pistacia lentiscus L*

I.1. Généralités

Le genre botanique *Pistacia* (les pistachiers) regroupe neuf espèces d'arbustes appartenant à la famille des Anacardiaceae. Cette famille regroupe 600 espèces réparties en 70 genres selon la classification de Watson et Dallwitz. D'origine asiatique ou méditerranéenne, les pistachiers sont des arbustes dioïques (fleurs mâles et femelles poussant sur des arbustes différents) (Bougherara, 2015).

P. lentiscus L. est un arbuste caractérisé par une odeur forte, sa hauteur variée d'un à huit mètres, ou il contribue à la formation de forêts, broussailles, maquis et garrigues. Il est largement utilisé dans la région méditerranéenne et pousse sur tous types de sols (Bachrouh et al., 2015).

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica* et *Pistacia lentiscus* (Quezel et Santa, 1962).

I.2. Classification de la plante

La systématique de *Pistacia lentiscus* est décrite dans le Tableau ci-dessous :

Tableau I : Classification botanique de *Pistacia lentiscus L.* (Nahida et al., 2012)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta
Super-division	Angiospermae
Division	Magnoliophyta
Classe	Dicotyledones
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia lentiscus L</i>

Pistacia lentiscus L. est marquée par des carences en nutriments et en eau, ainsi que par le rayonnement solaire et des températures élevées prolongées (Bhourri et al., 2010). Quant à la nomenclature de *Pistacia lentiscus*, le nom du pistachier vient du grec pistaké « pistachier » qui signifie cet arbrisseau, et le nom lentisque vient du latin « lentus » qui signifie visqueux. Il

est connu aussi par d'autres appellations comme : Darou, dherou ou drou en arabe local, thidekt en kabylie, lentisque et arbre au mastic en français et lentisk en anglais.



Figure 01 : Arbuste de *Pistacia lentiscus L.* (Original).

I.3. Description botanique de la plante

C'est une espèce qui se caractérise par : une écorce qui est rouge sur les jeunes branches et devient gris avec le temps. Une fois coupée, la plante libère une résine incolore piquante avec une forte odeur ; les branches tortueuses et pressées, forment une masse serrée ; les feuilles sont persistantes, paripennées, de 4 à 10 folioles elliptiques, coriaces et pulpeuses, et le pétiole est un peu ailé. Au mois de mai, on peut voir des pieds mâles et femelles séparés qui fleurissent en grappes denses (Hans, 2007). Les fleurs sont strictement unisexes, regroupées en panicules formées sur les branches de croissance de la saison précédente. Les fleurs mâles (8-10 par inflorescence) ont 1-2 lobes de périanthe et 8-10 étamines aux anthères rouge foncé. Les fleurs femelles (4-20 par inflorescence) sont verdâtres avec deux bractéoles, 2-5 lobes périanthes, et un ovaire uniloculaire contenant un ovule. La période de floraison a lieu entre mars et fin avril (Zaouli et al., 2018) ; les fruits du lentisque sont de petites drupes d'environ 3 mm de long, de forme globuleuse, à noyau unique contenant une pulpe savoureuse à l'odeur agréable (Ait youssef, 2006). Ils changent de couleur à différents stades de maturation ; initialement, ils sont verts, virant au rouge à mi- maturité, et enfin noircissent à maturité.

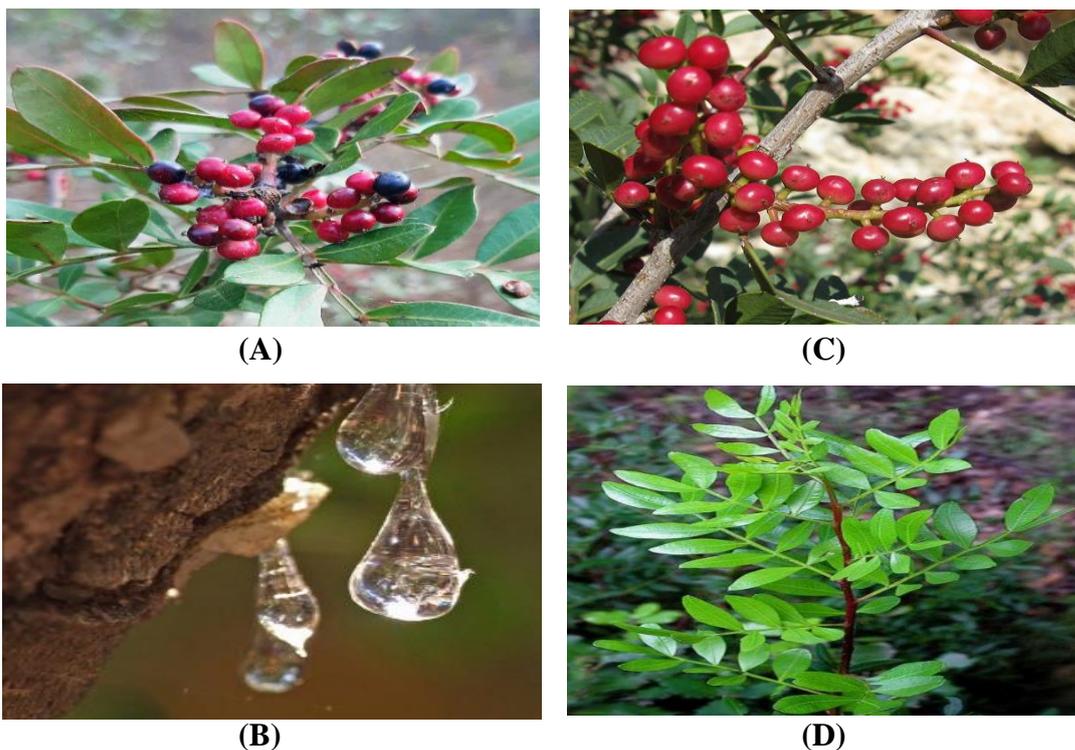


Figure 02 : Différentes parties de la plante. (A) : Fruits rouges et noirs ; (B) : Résine ; (C) : Fruits rouges ; (D) : Feuilles (Belfadel et al.,2009).

I.4. Répartition géographique du pistachier

Pistacia lentiscus L. est une plante médicinale, largement diffusé à l'état sauvage dans les écosystèmes de la région méditerranéenne : en Algérie, en Tunisie, au Maroc, mais aussi en Turquie, en France, en Espagne, en Italie et en Grèce jusqu'aux îles des caraïbes (Khiari, et al., 2018). Turquie, en France, en Espagne, en Italie et en Grèce jusqu'aux îles des caraïbes (Khiari, et al., 2018).

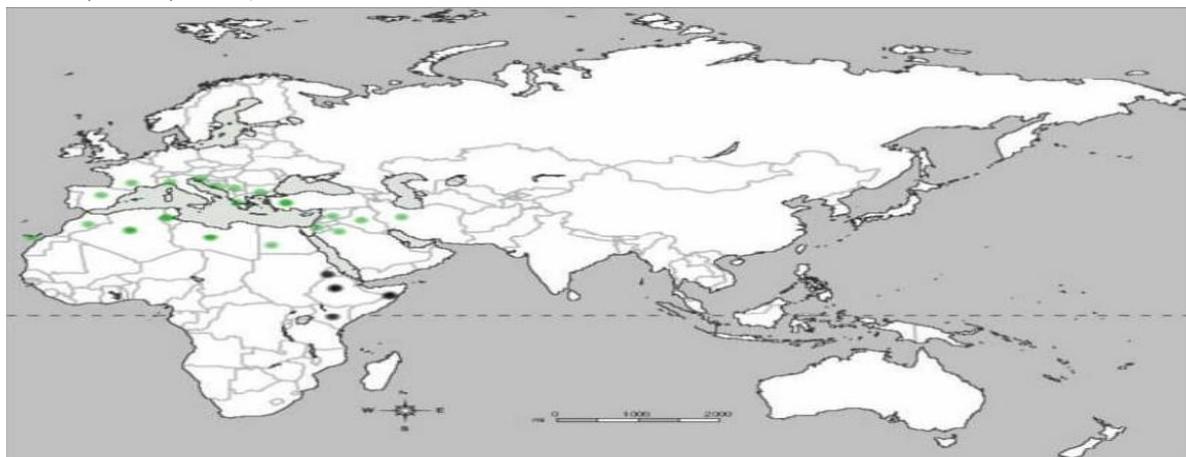


Figure 03: Distribution géographique de *Pistacia lentiscus L.* dans le monde (Al-Saghir, 2006).

En Algérie, il s'étend des zones humides aux zones arides, présent en forêt, seul ou associé à d'autres espèces d'arbres comme le térébinthe, l'olivier et le caroubier, dans toutes les zones côtières ou dans les zones pierreuses du bord de mer (**Harrat et al., 2018**).

I.5. Etude chimique de l'espèce

Plusieurs études, dont le but était d'identifier et de caractériser des molécules biologiquement actives, ont révélé que des extraits des différentes parties de *Pistacia lentiscus L.* comprennent des composés responsables d'une variété d'activités biologiques. Ces dernières impliquent des composés phytochimiques bioactifs, notamment phénoliques (**Boudieb et al., 2019**).

I.5.1. Fruits :

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

Des études menées par **Hamad et al. (2011)** ont montré que les protéines représentaient 5 % du poids des fruits de *Pistacia lentiscus*. Les principaux composants des extraits des fruits de *Pistacia lentiscus L.* sont les flavonoïdes, les tanins et les triterpènes, ainsi que les stérols et les tocophérols. La composition minérale de ces fruits montre que la teneur en potassium est la plus élevée (2,67 alors que celles du sodium, calcium et phosphore sont de : 0,46, 0,37 et 0,004 % respectivement (**Chaabani et al., 2019**).

I.5.2. Feuilles :

La composition chimique des feuilles de *Pistacia lentiscus L.* est caractérisée par la présence de glycosides de flavonoles comme la quercétine, la myricétine, la lutéoline ainsi que l'isoflavone génistéine. Elles contiennent 6 à 7 % de gallotanins de faible poids moléculaire, comme l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3, 4,5-O-trigalloyl, l'huile essentielle des feuilles contient de la β -caryophyllène (31,38%), du germacrène (12,05%) et du γ -cadinène (6,48%). Ainsi de la longifolène, le α -pinène, le β -pinène, le γ -cadinène, le trans- β -terpinéol, le α -acomeol, le γ -muurolène, la sabinène et le terpinén-4-ol (**Romani et al., 2002**), ainsi que des stérols, des triterpènes et des saponosides (**Bammou et al., 2015**).

I.5.3. Résines :

L'étude chimique du mastic a révélé la présence de polymère insoluble (1, 4-poly- β -myrcène) à 30% (**Derong et al., 2016**), des triterpénoïdes (qui sont les composants les plus abondants), des phytostérols et des composés volatils (**Pachi et al., 2020**).

De plus, la composition d'eau de mastic (un arôme commercial obtenu au cours de la distillation à la vapeur de la résine de mastic pour la production d'huile de mastic) a été analysé par GC-MS, les principaux composés identifiés étaient la verbénone, du terpinéol, du linalol et le trans-pinocarveol (**Paraschos et al., 2011**).

I.6. Effets thérapeutiques traditionnelles et aspects pharmacologiques

En fait, la valeur médicinale de *Pistacia lentiscus. L* dans la médecine populaire couvre un large éventail de maladies, comprenant principalement les processus inflammatoires, hépatiques, urinaires et neurologiques ainsi que les infections et les troubles gastro-intestinaux, la cicatrisation des plaies (**Leonti et al., 2015**). En plus d'être utilisé pour traiter l'hypertension, le diabète, les maladies cardiaques, la toux, les maux de gorge et l'eczéma (**Milia et al., 2021**).

- ◆ Les feuilles tendres et l'écorce sont administrées sous forme de fumée obtenue en les brûlant ou en les faisant bouillir, en particulier dans le cas d'arthrose, de bronchite et d'allergie. Et comme remède contre les maux de dents et les inflammations gingivales en les administrant en bain de bouche, en boisson ou en mâchant directement (**Di Rosa, 2018**).
- ◆ Les fruits peuvent être consommés crus mais on les emploie plutôt sous forme de préparations alimentaires. Les fruits non comestibles fournissaient une huile claire pouvant servir à l'éclairage ; Ses fruits sont consommés en Tunisie pour apaiser le pyrosis (reflux du liquide acide gastrique de l'estomac vers l'œsophage) (**Boukef, 1986**).
- ◆ La résine est utilisée depuis environ 5000 ans pour différentes affections gastriques et également comme encens, conservateur et édulcorant de l'haleine (**Bozorgi et al., 2013**).

I.7. Propriétés biologiques et pharmacologiques

De nombreuses études pharmacologique ont rapporté que les molécules contenues dans les différentes parties (feuilles, fruits, partie aérienne) de cette plante ont de multiples activités biologiques résumées dans le tableau II suivant :

Tableau II : Activités biologiques et pharmacologiques de *Pistacia lentiscus L.*

Activités biologiques	Partie de la plante	Extrait / composés	Références
Anti-oxydante	Feuilles	Fraction aqueuse du chloroforme et hexane	Atmani et al., 2009
		Acide digallique	Bhourri et al., 2010
	Résine	Extrait aqueux	Sakagami et al., 2009
		Triterpènes	Assimopoulou et al., 2005
Anti-inflammatoire	Feuilles	Extraits aqueux, chloroforme, ethyl acétate et méthanol	Dellai et al., 2013
	Fruits	Huile végétale	Ben Khedir et al., 2016
Antifongique	Feuilles	Huile essentielle	Ismail et al., 2013
Antimicrobienne et Antivirale	Feuilles	Extrait méthanolique	Chrysaavgi et al., 2008
	Fruits	Extrait phénolique	Mezni et al., 2015
		Huile végétale	
Antidiabétique	Feuilles	Extrait éthanolique, fractions aqueuse et organique	Mehenni et al., 2016
	Fruits	Huile végétale	Djerrou et al., 2011
Hépatoprotective	Feuilles	extrait éthanolique	Dellai et al., 2013
Anticancéreuse	Feuilles	Extrait hydro-alcoolique	Remila et al., 2015
	Résine	Extrait éthanolique	Balan et al., 2007
Antimutagène	Feuilles	Extrait enrichi en flavonoïdes	Hayder et al., 2005
	Fruits	Acide gallique et 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose	Abdelwahed et al., 2007
Anticholinestérasique	Feuilles	Extrait aqueux	Benamar et al., 2010
Antigénotoxique	Fruit	acide digallique	Bhourri et al., 2010
Pro-apoptotique	Résine	Huile de résine	Loutrari et al., 2006
Anti-ulcère	Fruits	Huile végétale	Naouar et al., 2016
Cicatrisation	Fruits	Huile végétale	Boukeloua et al., 2016
			Djerrou et al., 2010

I.8. Huiles végétales

Les corps gras sont des esters naturels, formés à partir d'acides gras et de glycérol. C'est une classe essentielle de notre alimentation, comprenant les huiles et les graisses qui s'accumulent dans certains tissus animaux et végétaux. Ce sont des biomolécules caractérisées

par leur insolubilité dans l'eau et solubilité dans les solvants organiques (éthers, hexane, benzène) et leur touché onctueux (huileux) (**Mohtadji, 1989**).

I.8.1. Définition

Les huiles végétales sont des corps gras liquides à la température 15°C ; de substances majoritairement hydrophobes, solubles dans les solvants organiques apolaires ou peu polaires, non volatiles (**Lecerf, 2011**) ; on parle alors d'huile fixe ou grasse (**Karleskind, 1992**). Ces huiles se trouvent enfermées dans les cellules oléifères sous forme de petites gouttes, et s'extraient naturellement par compression à froid ou à chaud des matières qui les contient (**Salas et al., 2009**).

I.8.2. Composition de l'huile végétale

Une huile végétale se compose principalement de triglycérides et d'acides gras, ainsi que d'autres substances lipidiques auxiliaires non glycéridiques, comme les hydrocarbures saturés ou insaturés, des phytostérols, des alcools terpéniques, des alcools gras, des vitamines (vitamine E). A côté de ces lipides simples, on retrouve aussi une quantité de lipides complexes, comme les phospholipides et les glycolipides (**Guichard, 1967**). Les huiles végétales n'ont cependant pas une composition fixe, car elles varient selon les arrivages, la génétique, la culture des plantes et les saisons (**Evrard et al., 2007**).

I.9. Huile de fruits de *Pistacia lentiscus L.*

I.9.1. Définition

L'huile du fruit de *Pistacia lentiscus L.* est un liquide épais de couleur jaune vert ; récupéré par décantation (**Boukeloua, 2009**). Elle n'est entièrement liquide qu'aux températures qui varie de 32 et 34 C° ; au-dessous, elle laisse déposer une matière blanche, susceptible de se cristalliser, qui bientôt envahit la totalité de l'huile et la solidifie complètement (**Leprieur, 1860**).

I.9.2. Composition chimique

La fraction saponifiable de l'huile de lentisque est constituée majoritairement par des acides gras (mono et poly) insaturés ainsi que des acides gras saturés. D'autres substances lipidiques auxiliaires constituent la fraction insaponifiable tels que : les tocophérols, les phytostérols et des composés phénoliques (**Dhifi et al., 2013**).

I.10. Composition saponifiable de l'huile de lentisque

I.10.1. Acides gras

La classe la plus importante des acides gras dans l'huile de *Pistacia lentiscus L* est représentée par les acides gras mono-insaturés (52,4%), suivie par les acides gras saturée (21,18%) et les polyinsaturés 11% (Dhifi et al., 2013).

Le principal acide gras est l'acide oléique (50 -72%), suivi de l'acide palmitique (23,2%) et l'acide linoléique (21,7%) (Figure 4) (Djerrou et al., 2014). Les autres acides gras retrouvés en faible quantités sont l'acide palmitoléique (1,3%), l'acide stéarique (1,1%), l'acide linoléinique (0,8%), l'acide gadoléique (0,2%) et l'acide arachidique (trace). Quatre stérols ont été trouvés dans l'huile fixe, le β -sitostérol (90%), le camestérol, le cholestérol et le stigmastérol (Trabelsi et al., 2011).

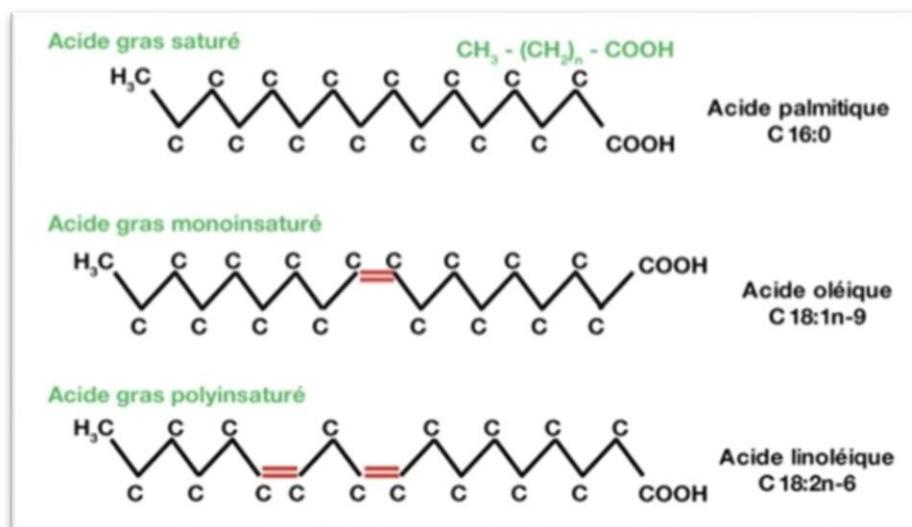


Figure 04 : Les trois acides gras dominants dans l'huile de *Pistacia lentiscus L* (Colette et Monnier, 2011).

I.10.2. Triglycérides

Les triglycérides représentent 95 à 98 % de lipides simples apolaires, ce sont des triples esters d'acide gras et de glycérol. La majorité des triglycérides de l'huile de *Pistacia lentiscus L* sont des formes mono et polyinsaturées (Cuvelier et Maillard, 2012).

Les principaux constituants sont le stéaroyloleoyl-linoleoylglycérol (SOL) et le palmitoyl-dioleoylglycérol (POO) suivie par le stéaroyl-dilinoleoylglycérol (SLL) et le palmitoyl-oleoyl-linoleoylglycérol (POL) avec des quantités moindres le trioyleglycéro (OOO), l'oleoyl-dilinoleoyl-glycérol (OLL), le dipalmitoyl-oleoylglycérol (PPO), le palmitoyl-

dilinoleoyl-glycérol (PLL), l'oleyl-dilinoleoyl-glycérol (OLLn), le dipalmitoyllinoleoylglycérol (PPL) et le trilinoleoyl-glycérol (LLL) (Dhifi et al., 2013).

I.10.3. Phospholipides

Les phospholipides sont des esters du glycérol dont les positions sn-1 et sn-2 sont estérifiées par des acides gras et la fonction alcool en sn-3 est naturellement estérifiée par un acide phosphorique lui-même associé à un sucre (inositol) ou une amine (choline, éthanolamine, sérine) (Belfadel, 2009). Quatre classes de glycérophospholipides ont été détectées sur les fruits de *Pistacia lentiscus L* : l'acide phosphatidique (PA), la phosphatidyléthanolamine (PE), le phosphatidylglycérol (PG) et le phosphatidylinositol (PI) (Trabelsi et al., 2012).

I.11. Composition en insaponifiable de l'huile de fruit de *Pistacia lentiscus L*.

I.11.1. Tocophérols

Les tocophérols, ce que l'on appelle habituellement la vitamine E, constituent les antioxydants liposolubles naturels (Iserin, 2005). L'alpha-tocophérol représente à lui seul 90% de la totalité des tocophérols, mais on trouve également un peu de beta et gamma tocophérols, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (Sherwin, 1976).

I.11.2. Phytostérols

Les stérols végétaux, également connus sous le nom de phytostérols, sont des graisses communes à toutes les plantes supérieures (Bouic et Lamprecht, 1999). L'huile de lentisque contient le β -sitostérol comme constituant majeur, suivi du cholestérol. Cependant, le stigmastérol et d'autres stérols n'ont pas été détectés. Le β -sitostérol est reconnu par son activité anticholestérolémique et dans le traitement de l'hyperplasie de la prostate (Dhifi et al., 2013 et Trabelsi et al., 2012).

I.11.3 Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires végétaux présentant un ou plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. Les plus représentés sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tannins et les anthocyanes, ils jouent un rôle très important dans la caractérisation des huiles et l'évaluation de l'intérêt nutritionnel, malgré leurs faibles teneurs (Urquiaga et Leighton, 2000).

I.11.3.1. Acide phénolique simple

Les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être estérifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et d'acide cinnamique (Collin et Crouzet, 2011).

I.11.3.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des substances très répandus dans le règne végétal, elles ont en commun la structure du diphenylpropane (C6-C3-C6), les trois carbones servant de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné C (Kahlouche, 2014) (Figure 05).

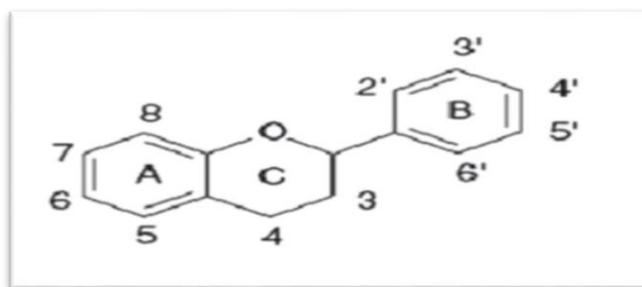


Figure 05 : Structure générale du noyau des flavonoïdes (Pyrzynska et Biesaga, 2009).

I.11.3.3. Les tanins

Ce sont des composés organiques complexes. Ils sont souvent contenus dans l'écorce ou dans les feuilles, ils sont solubles dans l'eau, avec des poids moléculaires compris entre 500 et 3000 Dalton, d'après leurs structures et leurs propriétés, deux types de tannins sont distingués ; les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bruneton, 1999).

I.11.3.4. Les anthocyanes

Selon l'étude de Djedaia (2016), Les fruits de *Pistacia lentiscus* présentent de fortes teneurs en polyphénols (154,34 mg équivalent acide gallique/g de matière sèche), en flavonoïdes (75,2 mg équivalent catéchine/g de matière sèche), en tanins (51,5 mg équivalent catéchine/g matière sèche). Ceci permet d'expliquer l'utilisation de cette plante en médecine traditionnelle.

I.11.4. Minéraux

Les fruits matures de *Pistacia lentiscus* sont riches en éléments minéraux. L'élément minéral le plus abondant est Na, suivi par K, Ca, Mg, Fe et Cu (**Annexe 1**).

Ces minéraux sont essentiels et indispensables pour l'organisme humain ; ils interviennent dans la transmission nerveuse, l'équilibre osmotique et acido-basique du fluide corporel, comme cofacteur dans plusieurs réactions du métabolisme des glucides, substances essentielles dans la structure du squelette et des dents et la coagulation du sang (**Hasan et al., 2011**).

I.12. Utilisation et aspects pharmacologiques de l'huile de *Pistacia lentiscus* L.

Les propriétés potentielles de *Pistacia lentiscus* ont attiré beaucoup d'attention dans la région méditerranéenne. Cette huile verte est utilisée en médecine traditionnelle pour les diabétiques, pour le traitement des douleurs de l'estomac et en cas de circoncision ; pour soigner les douleurs dorsales (**Hmimsa, 2004**). Ainsi elle est en grande partie employé dans le traitement des troubles respiratoires et les brûlures cutanées (**Djerrou et al., 2011**).

L'huile végétale de *Pistacia lentiscus* est conseillée en médecine traditionnelle pour traiter les troubles hépatiques, comme antidiarrhéique en Algérie (**Trabelsi et al., 2012**). Elle sert d'éclairage dans la maison et est préférée à l'huile d'olive à cet effet en Orient. En outre, elle est caractérisée par sa bonne qualité nutritive, comme il a été montré que cette huile possède des propriétés anti-hyperlipidimique en réduisant les taux de LDL-cholestérol et des triglycérides totaux (**Djerrou, 2014**).

I.13. Stress Oxydant

I.13.1. Définition

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre entre les processus biochimiques de production des espèces réactives de l'oxygène (EROs) et ceux qui sont responsables de leur contrôle et de leur élimination (**Sayre et al., 2008**). Ce déséquilibre peut se produire quand le système de défense antioxydant est surmené par l'augmentation des oxydants ou lorsque les défenses sont affaiblies par une carence d'apport et/ou de production d'antioxydants. L'équilibre ou homéostasie redox est perturbé et les cellules deviennent vulnérables aux attaques par les EROs (**Pizzino et al., 2017**).

I.13.2. Origine du stress oxydant

L'une des sources majeures de la production des ERO sont les différents mécanismes physiologiques tels que la chaîne respiratoire mitochondriale et l'intervention du complexe enzymatique NADPH oxydase des cellules phagocytaires (**Forrester et al., 2018**). Cette production peut provenir également de notre mode de vie (tabagisme, alcoolisme, obésité, mauvaises habitudes alimentaires, exercice physique inexistant), des irradiations ou de la pollution (**Islam et al., 2019**).

I.14. Les radicaux libres

I.14.1. Définition

« Un radical libre est une espèce chimique possédant un électron célibataire sur sa couche périphérique. Dans les phénomènes de stress oxydant, les radicaux libres qui interviennent ont une propriété caractéristique commune, celle d'avoir un électron célibataire sur un atome d'oxygène ». De par sa structure particulière il a tendance à attirer les électrons d'autres atomes et molécules pour gagner sa stabilité, ceci leur confère la dénomination d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**Bouhajra et al., 2011**).

I.14.2. Principaux radicaux libres

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) (figure 7) sont une famille d'entités chimiques regroupant les dérivés non radicalaires qui ne possédant pas d'électron célibataire comme l'anion peroxyde ($O_2^{\bullet-}$) et le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et les radicaux libres oxygénés, qui sont des espèces chimiques possédant un électron célibataire non apparié comme le monoxyde d'azote (NO^{\bullet}) et le radical superoxyde $O_2^{\bullet-}$ (**Chehrit, 2016**) ; ce dernier est produit lors du transfert d'un électron à l'oxygène ; transformé sous l'action de la superoxyde dismutase (SOD) en H_2O_2 . Par addition de nouveaux électrons, le H_2O_2 donne naissance au radical hydroxyle (OH^{\bullet}). Ce dernier, hautement réactif, peut s'attaquer à la plupart des macromolécules (glucides, protéines, acides nucléiques et lipides), désorganisant leur structure chimique et altérant leurs fonctions biologiques.

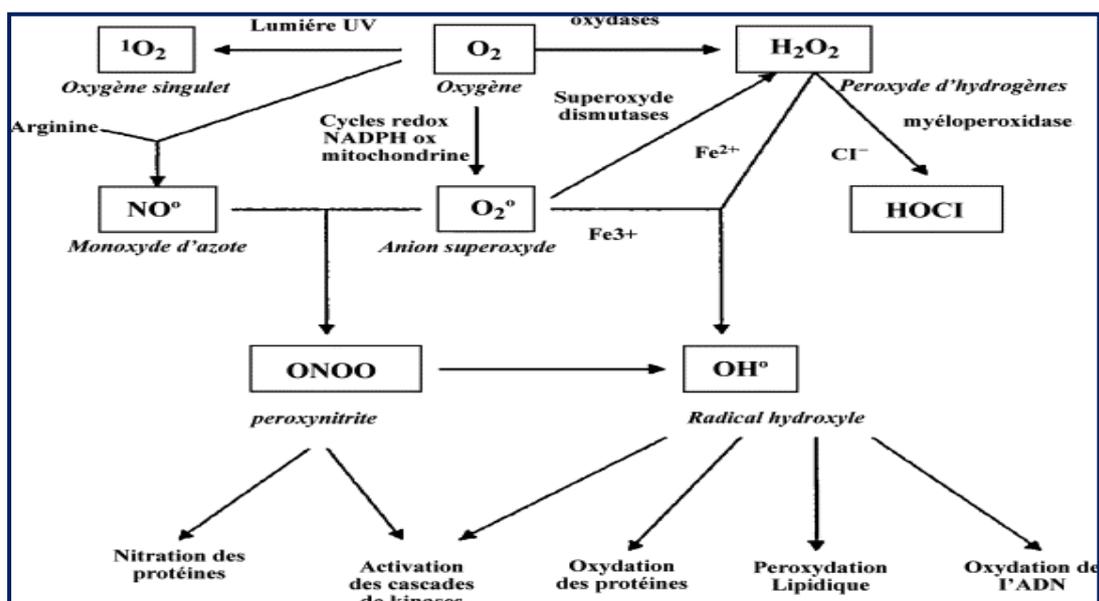


Figure 06 : L'origine des différents radicaux libres et des espèces réactives d'oxygène (Favier, 2006).

D'autres réactions chimiques conduisent enfin à la formation d'acide hypochloreux et d'oxygène singulet ($^1\text{O}_2$) sous l'action de la myéloperoxydase granulocytaire, ou encore à la formation de dérivés complexés à des catabolites du monoxyde d'azote (NO^\bullet), le peroxyde d'azote (ONOO^\bullet). Le monoxyde d'azote, quant à lui, est produit sous l'action de l'oxyde nitrique synthase (NOS), en particulier de sa forme inducible (iNOS) au cours des phénomènes inflammatoires aigus ou chroniques, à partir d'arginine, d'oxygène et de NADPH (Reimund, 2002).

I.14.3. Mécanismes d'action et rôles des radicaux libres

Les ERO sont impliquées dans les réponses immunitaires, notamment en agissant contre les antigènes au cours de la phagocytose, dans les signaux cellulaires ou dans la biogenèse des cellules car elles peuvent servir de messagers cellulaires ou modifier le statut d'oxydoréduction (Linnane *et al.*, 2002).

Elles ont également d'autres rôles comme dans l'activation enzymatique et la désintoxication des médicaments et dans la contraction musculaire (Coombes *et al.*, 2001), ce rôle a été souligné car l'inhibition de la production des ERO entraîne une perte de la force contractile des fibres musculaires. Du fait de leur haute réactivité, elles régulent le phénomène d'apoptose, en entraînant la mort de cellules évoluant vers un état cancéreux (Reid, 2001).

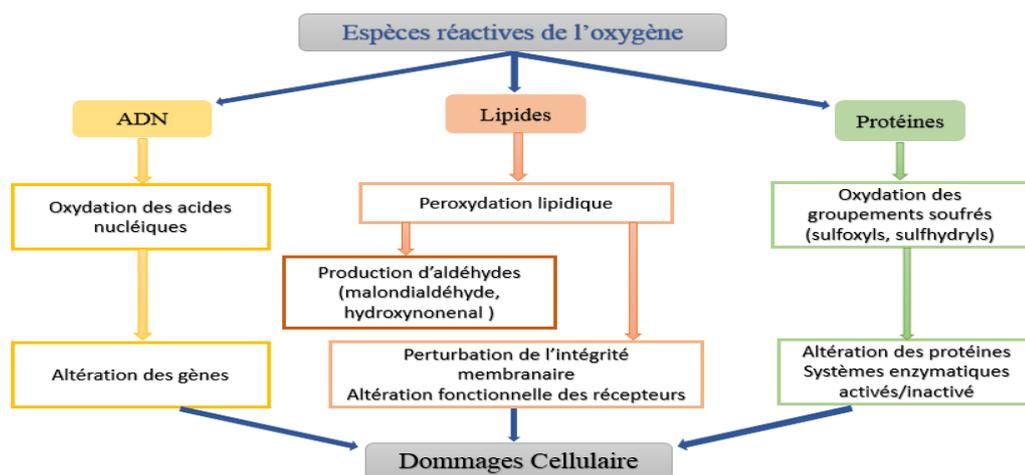


Figure 07 : Les endommagement oxydatifs induits par les EOR (Loft et al., 2008).

Ces ERO s'attaquent à la plupart des molécules organiques et inorganiques présentes dans les cellules (figure 8), parmi lesquelles l'ADN, les protéines, les lipides, les sucres et les métaux. Ils agissent selon trois modes d'actions : en arrachant soit un électron, soit un atome d'hydrogène ou encore en s'additionnant sur les doubles liaisons. Les ERO induisent des atteintes oxydatives sur des composés cellulaires et extracellulaires en général proches de leur site de production du fait de leur demi-vie relativement courte (Koechlin-Ramonatxo et al., 2006).

I.15. Antioxydants

Un antioxydant peut être défini comme une substance qui aide à réduire la gravité du stress oxydatif soit en formant un radical moins actif, soit en désactivant la réaction des ERO nuisibles sur des substrats et par conséquent, la prévention des différentes maladies (Charles et al., 2013). Selon leurs modes d'actions, les antioxydants peuvent être classés : en systèmes enzymatiques et systèmes non enzymatiques (Pieme et al., 2017).

I.15.1. Antioxydants enzymatiques

Les cellules sont disposées d'un système antioxydant enzymatique qui joue un rôle important dans l'inactivation des ERO et le contrôle du stress oxydatif. Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutase (Catalyse la dismutation de l'anion superoxyde), de catalase (Métabolise le H_2O_2) et de glutathion peroxydase (Action réductrice sur H_2O_2 et assure la transformation des hydroperoxydes organiques, lipidiques notamment, de type ROOH en ROH. De ce fait elles préviennent la formation de radicaux libres organiques à partir des lipides membranaires et contribuent donc à la protection des membranes de la peroxydation lipidique (Rudneva, 2014).

I.15.2. Antioxydants non enzymatiques

Contrairement aux enzymes antioxydants, cette seconde ligne de défense comprend des composés pour la plupart apportés par l'alimentation et dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des ERO, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire (**Koehler-Ramonatxo et al., 2006**). Comme les vitamines E (α -tocophérol) et les vitamines C (Acide ascorbique) et les polyphénols issus des végétaux (**Bendif et al., 2017**).

Les polyphénols attirent de plus en plus l'attention des chercheurs et des industriels en raison de leur importance. En effet, jusqu'à maintenant, on considérait ces molécules comme intéressantes pour l'organisme, tant au niveau nutritionnel que pour la santé (**Charrouf et al., 2007**).

I.15.3. Mécanisme antioxydant

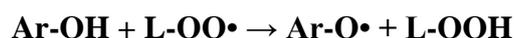
Les polyphénols sont parmi les divers agents antioxydants dotés de pouvoirs qui les rendent capable d'éliminer les radicaux libres (**Balsundram et al., 2006**). L'activité antioxydante des composés phénoliques est attribuée à leur effet scavenger des radicaux libres, leur pouvoir chélateur des ions métalliques, leur pouvoir réducteur et leur capacité d'inhiber des enzymes productrices de radicaux libres (tableau III) (**Geckil et al., 2005**).

I.15.3.1. Effet scavenger des composés phénoliques

Les antioxydants scavenger éliminent rapidement les radicaux libres avant que ces derniers attaquent les molécules biologiques. Les composés phénoliques et les amines phénoliques agissent principalement comme des antioxydants scavenger des radicaux libres (**Rudneva, 2014**).

I.15.3.1.1. Les groupements hydroxyles

Les polyphénols possèdent des groupes hydroxyles phénoliques (Ar-OH). Ils peuvent donc fournir des hydrogènes aux radicaux peroxydes L-OO• (très instable) et les neutraliser. Le radical ArO• étant assez stable et moins réactif va briser la chaîne :



Les composés phénoliques peuvent transférer un hydrogène du noyau phénol à un radical de haute énergie, comme par exemple les radicaux peroxydes, produits lors de l'auto- oxydation des lipides (**Dangles et al., 2001**). Le composé phénolique « radicalaire » résultant est stabilisé par la délocalisation des électrons sur le cycle benzénique. Cette réaction entraîne donc la conversion d'un radical peroxyde très réactif en un radical phénoxyde moins réactif. Cette

capacité antioxydante (capture des espèces réactives de l'oxygène) est encore accrue, pour les composés phénoliques possédant deux groupes hydroxyles. Ces groupements sont, par ailleurs, de bons donateurs d'hydrogènes pour la formation de liaisons hydrogènes. De nombreux composés phénoliques sont également chélateurs d'ions métalliques (**Bors et al., 1990**).

I.15.3.1.2. La O-méthylation et la glycosylation

La substitution des groupements hydroxyles du noyau B par des groupements O-méthyle supprime l'activité antioxydant et la glycosylation des flavonoïdes diminue leur **activité** (**Heim et al., 2002 ; Cia et al., 2006**).

I.15.3.1.3. La double liaison entre C2-C3 et la fonction 4-oxo

Des études ont indiqué que la double liaison C2-C3 et la fonction 4-oxo sont nécessaires pour l'activité inhibitrice des flavonoïdes. La présence du groupe 3-OH en combinaison avec la double liaison C2-C3 a un effet positif sur l'activité (**Heim et al., 2006**).

I.15.3.2. Chélation des métaux

Chélation des métaux de transition Le pouvoir antioxydant des composés phénoliques peut s'exercer par la complexation des métaux de transition (exemple : le cuivre et le fer). En effet, ces derniers accélèrent la formation des ERO. Pour les flavonoïdes, les deux points d'attache des ions de transition sont le groupe O-diphénolique dans la position 3', 4' dihydroxy du cycle B (Figure 08 a), et entre la fonction 4 cétone et l'hydroxyle 3 (Figure 08 b) ou la fonction cétone et l'hydroxyle 5 du cycle A (Figure 08 c) (**Laguerre et al., 2007**).

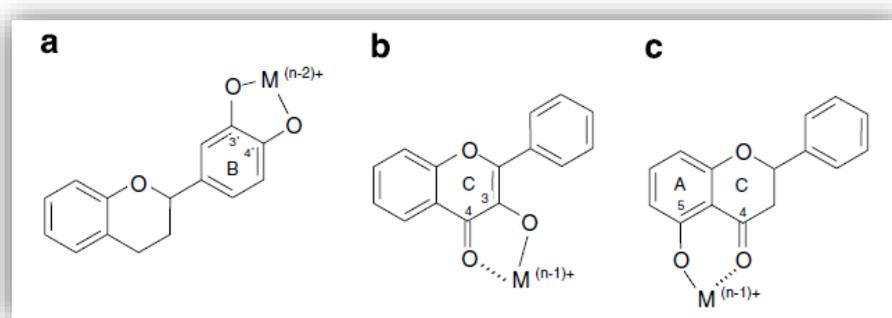


Figure 08 : La complexation métallique par les flavonoïdes (**Laguerre et al., 2007**).

I.15.3.3. Inhibition enzymatique

Les flavonoïdes sont connus par leur pouvoir d'inhibition d'enzyme, en particulier, les oxydo-réductases qui font intervenir au cours de leur cycle catalytique des espèces radicalaires

(lipoxygénase, cyclo-oxygénase, monoxygénase, xanthine oxydase, phospholipase A2, protéine kinase) (Ghedira, 2005).

Tableau III : Effet de la structure sur l'activité antioxydante des flavonoïdes (Sghaier et al., 2011).

Activité	Facteurs améliorant le pouvoir antioxydant
Anti-radicalaire	<ul style="list-style-type: none"> - Le nombre de groupements OH disponibles. - La double liaison C2-C3 et un seul OH en position 4'. - Une fonction catéchol sur le cycle B. - La présence du C4'-OH. - La méthylation a des effets variables.
Complexations aux métaux	<ul style="list-style-type: none"> - La fonction carbonyle en C4 et de groupe hydroxyle en C5 et/ou C3. - La présence d'une partie catéchol. - La présence d'un sucre a peu d'effet.
Inhibition de la peroxydation des lipides	<ul style="list-style-type: none"> - La présence d'une fonction catéchol. - Le groupement carbonyle en position 4 du cycle C. - La présence de groupement hydroxyle en position C5, C7, C3', C4', C3.

Chapitre II
Matériels et méthodes

Les plantes ont été une source inépuisable de produits pharmaceutiques, et dernièrement, la recherche se concentre sur la découverte de nouveaux antioxydants naturels, notamment ceux d'origine végétale, et cette tendance devrait se poursuivre. *Pistacia lentiscus* L. est utilisé depuis longtemps en médecine traditionnelle pour traiter diverses maladies, et son importance a été reconnue médicalement grâce à ses différentes parties, qui contiennent une variété de constituants chimiques (Benalia et al., 2015).

En plus des études précédentes, le présent travail avait pour but d'évaluer l'étude phytochimique de l'huile des fruits de *Pistacia lentiscus* L. de la région de Bejaia (Amizour) en se basant sur le dosage des tocophérols totaux et l'analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge ; ainsi que l'évaluation in vitro de l'activité antioxydante en utilisant différents tests parmi eux, le test de piégeage du radical libre, le test de blanchissement du β -carotène et le test de la capacité antioxydante totale (CAT).

II. Matériel :

II.1. Matériel végétal :

II.1.1. Zone d'étude et période de récolte :

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 très étudiée en Algérie. Sur cette base, nous avons utilisé l'huile fixe des fruits. La sélection des fruits a été basée sur des arbustes à pigmentation semi-noire ou noire des baies, évitant la pigmentation verte et rouge. Cette collecte s'est faite en période automnale entre le mois de novembre et le mois de décembre 2021, au niveau du village Tizi N'ftah situé à Amizour, dans la wilaya de Bejaia. Cette zone est caractérisée par un climat méditerranéen avec un sous-type subhumide.

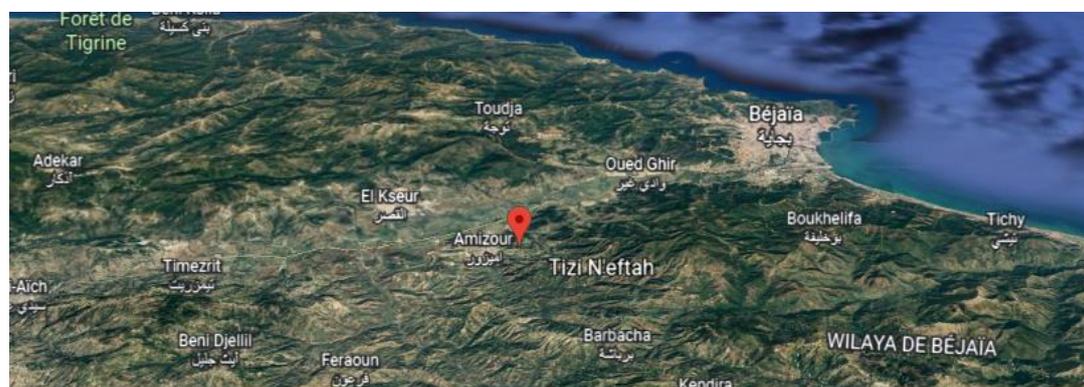


Figure 09 : Localisation géographique de la zone de récolte des fruits de *Pistacia lentiscus* L.

II.1.2. Préparation du matériel végétal :

◆ Séchage et broyage

Les fruits de *Pistacia lentiscus L.* fraîchement récoltés ; ont été séchés à l'air libre et à l'obscurité pendant 2 à 3 semaines dans une pièce aérée. Ils ont été broyés à l'aide d'un moulin à café pour les transformer en une pâte.

La pâte obtenue a été ensuite conservée hermétiquement dans des récipients en verre fermés et stockés au frais à l'abri de la lumière pour des utilisations ultérieures.



(A)



(B)

Figure 10 : Les Fruits noirs de *Pistacia lentiscus L.* (A) : Fruits séchés ; (B) : Fruits broyés (Original).

II.2. Matériel biologique :

Tableau IV : Matériel de laboratoire utilisé lors des expériences.

Produits chimiques	Appareillage et accessoires
<ul style="list-style-type: none"> • Ethanol • Hexane • DPPH • Chloroforme • B- carotène • Acide linoléique • Tween 40 • Réactif phénantroline • Trichlorureferrique • Vitamine E commerciale 	<ul style="list-style-type: none"> • Balance électrique • Soxhlet • Rotavapeur • Réfrigérateur • Incubateur • Spectrophotomètre UV • Agitateur magnétique • Vortex • Etuve • Spatules et verre à montre

<ul style="list-style-type: none"> • Phosphate de sodium • Acide sulfurique • Molybdate d'ammonium 	<ul style="list-style-type: none"> • Micropipettes • Tubes à essai • Erlenmeyer et Bécher • Eprouvette graduée • Fiole jaugée
---	--

II. Méthodes :

II.2. Préparation de l'huile végétale du fruit de Lentisque :

L'huile végétale des Fruits de *Pistacia lentiscus L* a été obtenue à l'aide d'un extracteur Soxhlet (Figure 11), à partir de la pâte obtenue, en utilisant un solvant organique (hexane).

II.2.1. Extraction par Soxhlet

La méthode d'extraction et la nature des solvants sont étroitement liées à la qualité et la quantité de l'huile. Pour extraire les huiles à partir d'un échantillon humide il est conseillé d'utiliser des mélanges de solvants polaires et hydrophiles par contre l'extraction des huiles à partir d'échantillons secs sont favorisés en utilisant les solvants apolaires comme l'éther de pétrole (Kim et al., 2002).

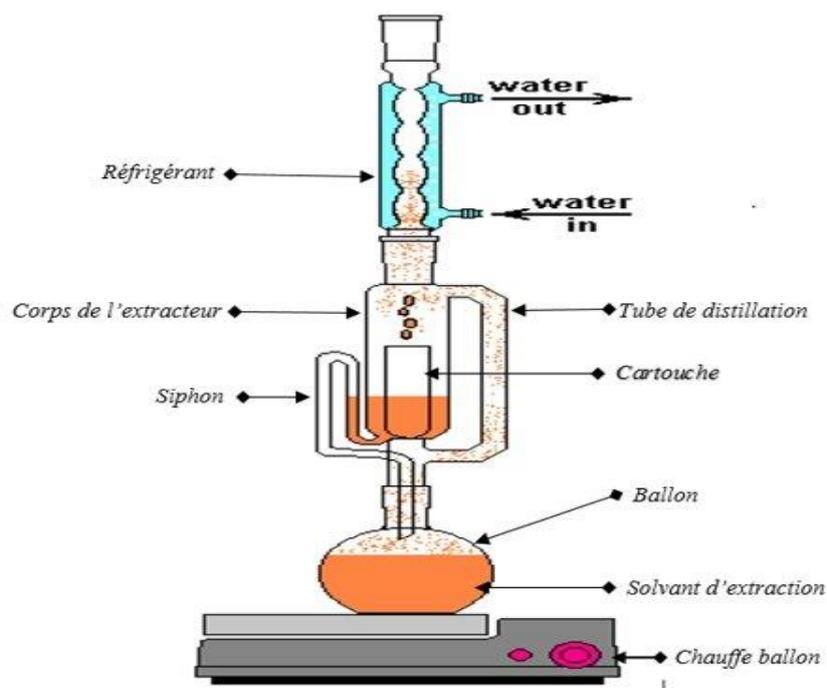


Figure 11 : Schéma représentant le montage de l'appareil Soxhlet (Hamidi, 2013).

→ Mode opératoire

60 g de la pâte des Fruits de *Pistacia lentiscus L.* sont placés dans une cartouche en cellulose, un ballon est rempli avec 200 ml d'hexane. A l'aide d'un chauffe ballon, le solvant est porté à ébullition. Ce dernier est condensé par le réfrigérant puis tombe alors dans le réservoir contenant la cartouche et solubilise les substances à extraire. Après une extraction de 6 cycles de siphon, le solvant riche en substances extraites, est évaporé à sec sous pression réduite dans un évaporateur rotatif (Rota-vapeur).

II.2.2. Calcul du rendement d'extraction

Le taux d'extraction est calculé comme suit :

$$\text{Le taux de matière extraite (\%)} = [(P_1 - P_0) / E] \times 100$$

P_0 : Poids du ballon vide (g).

P_1 : Poids du ballon après évaporation du solvant (g).

E : Poids de l'échantillon (pâte) (g).

II.3. Etude Phytochimique

Dans le but de quantifier les composés bioactifs de l'huile végétale des fruits de *Pistacia lentiscus L.*, un dosage en teneur en vitamine E (α -tocophérols) et une analyse par spectrophotomètre d'infrarouge (IR) ont été réalisées.

II.3.1. Dosage des tocophérols totaux

→ Principe

Le dosage des tocophérols totaux a été effectué selon la méthode de dosage colorimétrique d'**Emmerie et Engel (1939)**. Cette méthode est basée sur la réaction d'oxydoréduction entre les tocophérols et le fer ferrique (Fe^{3+}) qui est réduit en fer ferreux (Fe^{2+}). Ce dernier, en présence de réactifs spécifiques comme l'orthophénantroline, forme un complexe rouge-orangé absorbant à 510 nm.

→ Mode opératoire

Dans cette méthode, 1 ml d'une solution éthanolique de l'huile végétale a été mélangé avec 1 ml d'une solution éthanolique à 0,4% d'orthophénantroline ($C_{12}H_8N_2$) et 0,5 ml d'une solution éthanolique à 0,12% de chlorure ferrique ($FeCl_3$). Le mélange est maintenu à

l'obscurité pendant 5 minutes. Les absorbances ont été mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre à 510 nm. Les quantités des tocophérols totaux ont été calculées à l'aide d'une courbe d'étalonnage de l' α -tocophérols (vitamine E) traité de la même façon que celle de l'huile. Les résultats sont exprimés en mg équivalent en α - tocophérols par gr d'huile végétale *Pistacia lentiscus L.*

II.3.2. Analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge

La Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (ou FTIR : Fourier Transformed Infra Red spectroscopy) est basée sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par l'échantillon analysé. Elle permet, via la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer l'analyse des fonctions chimiques présentes dans l'échantillon. Lorsque la longueur d'onde (l'énergie) apportée par le faisceau lumineux est voisine de l'énergie de vibration de la molécule, cette dernière va absorber le rayonnement et une diminution de l'intensité réfléchi ou transmise est enregistrée. Le domaine de fréquence le plus couramment utilisé s'étend de 4000 à 400 cm^{-1} et correspond à des transitions entre niveaux vibrationnels.

L'appareil manipulé dans cette analyse est du type IR, pour la mise on marche de l'appareil et l'ordinateur, après rinçage des cellules, on place quelques gouttes d'huile végétale des fruits de *Pistacia lentiscus L* dans les cellules introduites dans l'appareil, et finalement la lecture (scan).

II.4. Evaluation de l'activité antioxydante :

Trois différents tests ont été choisis dans notre étude pour évaluer le pouvoir antioxydant, *in vitro*, de l'huile végétale issue des fruits de *Pistacia lentiscus L.* : le piégeage du radical libre DPPH, le test de blanchissement du β -carotène et la capacité antioxydante totale (CAT).

II.4.1. Activité scavenging du radical DPPH

→ Principe

Ce test est basé sur l'utilisation du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) par une réaction d'oxydoréduction, pour déterminer la capacité antioxydante d'un antioxydant (Rohman et al., 2019).

La réduction du radical libre DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV-visible. Le DPPH est initialement violet, se décolore en jaune pâle lorsque l'électron célibataire s'apparie (Figure 12). Cette décoloration est représentative de la

capacité de l'antioxydant à piéger ce radical libre. Plus la chute de l'absorbance du DPPH est importante plus le pouvoir antioxydant est élevé.

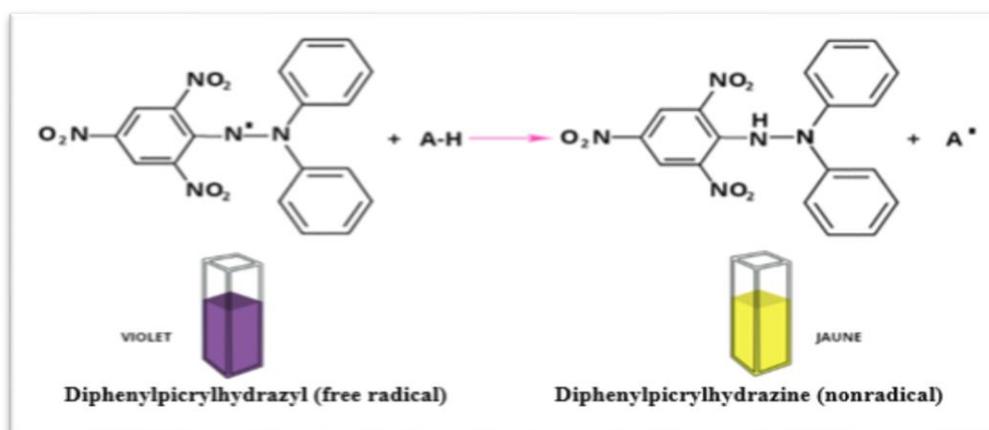


Figure 12 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (A-H) (Molyneux, 2004).

→ Mode opératoire

La capacité de piégeage du radical libre DPPH de l'huile végétale de fruits de *Pistacia lentiscus L.* a été évaluée en utilisant la méthode décrite par **Rangkadilok et al., (2007)**.

200 µL de différentes concentrations d'huile végétale testée (12,5 ; 25 et 50 mg/ml) sont mélangés avec 1800 µL d'une solution éthanolique de DPPH (4mg/100 ml éthanol). Après 30 minute d'incubation à l'abri de la lumière et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un témoin composé de la solution de DPPH et du méthanol.

L'huile végétale *Pistacia lentiscus L.*, le standard (Vitamine E) et le témoin sont préparés dans les mêmes conditions opératoires. Toutes les déterminations ont été réalisées en triple.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition des radicaux libres selon la formule suivante :

$$I \% = \frac{\text{Absorbance}_{\text{contrôle}} - \text{Absorbance}_{\text{Echantillon}}}{\text{Absorbance}_{\text{contrôle}}} \times 100$$

Où :

I (%) : Pourcentage d'inhibition

A contrôle : Absorbance du contrôle négatif à 517nm.

A échantillon : Absorbance de l'échantillon testé à 517nm.

La IC50 est la concentration qui correspond à 50% d'inhibition qui permet de déterminer l'efficacité de l'huile végétale. Ainsi, plus cette valeur est faible plus l'activité anti-radicalaire de l'extrait est élevée.

II.4.2. Le test de blanchissement du β -carotène

→ Principe

Dans ce test, l'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes suite à l'abstraction des atomes d'hydrogènes à partir de groupements méthylènes diallyliques de l'acide linoléique (**Kaur et al., 2002**). Ces radicaux libres vont par la suite oxyder, le β -carotène hautement insaturé qui perd ses doubles liaisons entraînant ainsi la disparition de sa couleur orange qui est suivie par un spectrophotomètre à 450 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 (**Yang et al., 2008**).

→ Mode opératoire

Le test de blanchissement du β -carotène utilisé pour évaluer l'activité antioxydante de l'huile végétal des fruits de *Pistacia lentiscus L.* est celui de **Duan et al., (2006)** avec quelques modifications.

4 mg du β -carotène est dissoute dans 4 ml de chloroforme ; 1 ml de cette solution est introduit dans une fiole contenant préalablement 400 mg de Tween 40 et 40 μ l d'acide linoléique. Cette émulsion est évaporée au rotavapeur a 50-60 C°. Puis, un volume de 100 ml d'eau distillée est ajouté dans la fiole et le mélange résultant est agité vigoureusement.

500 μ L d'huile végétale *Pistacia lentiscus L* à différentes concentrations (10 ; 20 et 40 mg/ml) sont placées dans des tube en présence de 2 ml d'émulsion, deux témoins (négatif sans antioxydant : le blanc et positif avec la vitamine E comme molécule de référence) ont été aussi préparés dans les mêmes conditions. L'absorbance des tubes a été déterminée à T=0 à 450 nm. Ensuite, les tubes ont été incubées pendant 420 minutes à 20°C ; et la mesure d'absorbance a été effectuée à nouveau (t = 420 min). Alors que celle du standard (vitamine E) sont comprises entre à (0.0625 ; 0.03125 ; 0.015625 ; 0.00781 ; 0.0039 ; 0.00195 mg/ml.

Toutes les déterminations ont été réalisées en triple. L'activité antioxydante (AA) d'huile végétale de *Pistacia lentiscus L* a été évaluée en termes de blanchiment du β -carotène en utilisant la formule suivante :

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

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 témoin, respectivement, après 420 min.

II.4.3. Capacité antioxydante totale (CAT)

→ Principe

Ce test est basé sur la réduction de Molybdène Mo (VI) présent sous forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} en molybdène Mo (V) MoO_4^{2+} , en présence d'un antioxydant pour former un complexe vert de phosphate/ Mo (V) à un pH acide. On mesure l'augmentation de la coloration du complexe molybdène (VI) en présence d'un antioxydant. A la différence des autres tests, ce test permet non seulement de quantifier l'apport de l'activité antioxydante des polyphénols mais aussi d'autres composés antioxydants tel que les vitamines (C, E...) (**Prieto et al., 1999**).

→ Mode opératoire

La capacité antioxydante totale de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus L.* a été déterminée en utilisant la méthode du phosphomolybdène telle que décrite par **Prieto et al. (1999)** avec quelques modifications.

La solution de réactif a été préparée en mélangeant 0,6 M de l'acide sulfurique, 28 mM du phosphate de sodium et 4 mM du molybdate d'ammonium. Ensuite 300 μl d'huile végétale de *Pistacia lentiscus L.* est mélangé avec 3 ml de solution de réactif. Les tubes sont incubés à 95°C pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions est mesurée à 695 nm, contre le blanc, dans les mêmes conditions. Le test a été effectué dans un environnement sombre car il s'agissait d'un test sensible à la lumière. Les concentrations de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus L.* dans le milieu réactionnel sont comprises (30,3 ; 15,15 et 7,57 mg/ml).

L'huile végétale et les témoins sont incubés dans les mêmes conditions. Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent vitamine E par gramme d'huile végétale (mg EVE/g HVPL).

Chapitre III
Résultats et discussions

III. Résultats et discussions

III.1 Rendement de l'extraction

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

Le taux d'extraction des Fruits de *Pistacia lentiscus L* a été calculé et répertorié dans le (Tableau V) ci-dessous :

Tableau V : Rendements et les caractéristiques de l'huile végétale obtenue à partir des Fruits *Pistacia lentiscus L*.

Huile végétale des Fruits de <i>Pistacia lentiscus L</i> .	Fruits noirs		
	Aspect	Couleur	Rendement
	Huileux	Vert clair	42,22 %

➤ Extraction et détermination du rendement :

Nous avons réalisé une extraction du fruit noir de *Pistacia lentiscus L* sur un appareil de type soxhlet, la teneur en huile végétale des fruits est de **42,22 %**.

Le rendement obtenu par notre huile végétale est supérieur à ceux trouvés par **Charef et al. (2008)** et **Dhifi et al. (2013)** avec des rendements de **27,25 ; 32,8 et 35,37 %** pour les fruits noirs, dans les régions d'El Taref de Tipaza et de Tunisie respectivement.

Notre rendement est presque proche à ceux trouvés par **Trabelsi et al. (2012)** et **Mezni et al. (2014)**, pour les fruits de *Pistacia lentiscus* avec une valeur de **42,54%** et **45,97%** dans les régions de Bizerte et Ain Draham, située au nord et nord-ouest de la Tunisie respectivement. Elle est aussi similaire à ceux rapportées par **Benrokia et al. (2015)** avec **40,5 %**, cette dernière est extraite par des méthodes traditionnelles.

Le rendement de notre l'huile végétale se rapproche de celle de certains fruits oléagineux, comme l'arachide, l'olive et le tournesol dont le rendement varier de **30 à 45 % Benrokia et al. (2015)**.

D'après **Arab et al. (2014)**, le rendement d'extraction peut dépendre de plusieurs facteurs, il varie en fonction de l'origine de la plante, la nature de ses parties utilisées, la taille des particules, le nombre d'extractions, la période de récolte et la méthode d'extraction.

III.2. Etude phytochimique de l'huile de *Pistacia lentiscus L*

III.2.1. Dosage des tocophérols totaux

Les tocophérols sont des constituants importants dans les lipides des végétaux, car ils sont dotés de plusieurs activités biologiques ; le dosage des tocophérols totaux nous permet de connaître l'importance et l'évaluation des lipides de notre huile végétale.

Les quantités des tocophérols totaux ont été calculées à l'aide de la courbe d'étalonnage de la vitamine E (Figure 13), elles sont quantifiées en mg équivalent de la vitamine E par gramme de l'huile (mg équi Vit. E/g huile).

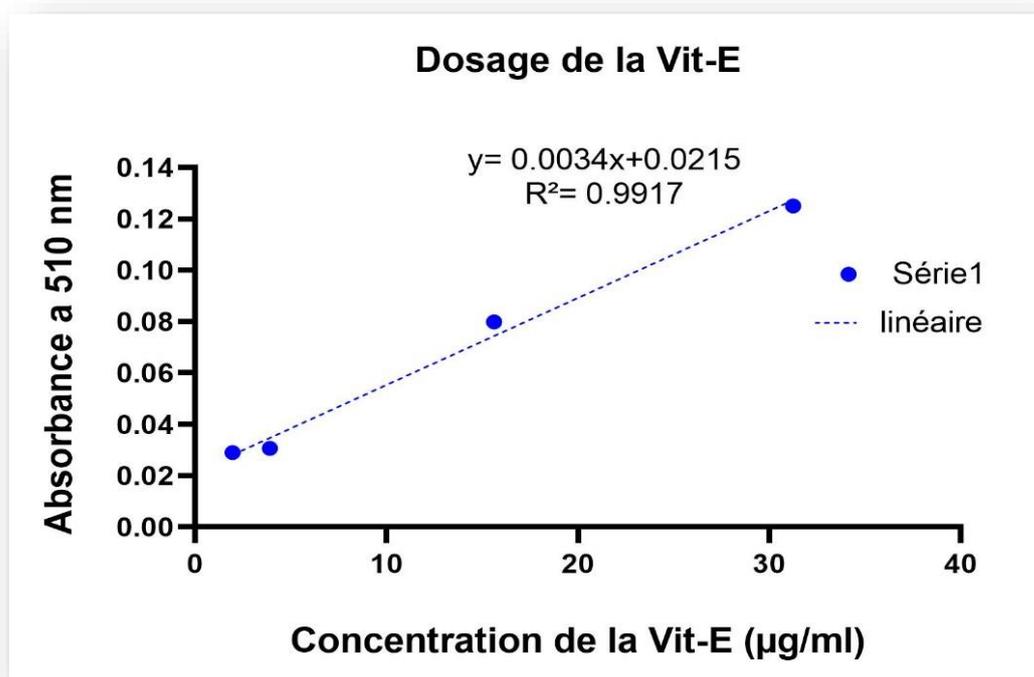


Figure 13 : Courbe d'étalonnage de la vitamine E (α-Tocophérol).

On constate que l'huile de fruits de *Pistacia lentiscus* ont une faible teneur en tocophérols totaux avec 0.008 ± 0.61 mg/g, par rapport aux fruits de *Pistacia atlantica* avec 0,34–0,51 mg/g (Guenane et al., 2015), ainsi que *Pistacia terebinthus* avec 0,39-0,51 mg/g (Matthäus et al., 2006) et aux graines de *Cucurbita pepo* avec 0,10-0,22 mg/g (Benalia et al., 2015).

Si on compare la quantité en tocophérols totaux de notre huile à d'autres huiles végétales alimentaires telles les graines oléagineuses de l'olive, du tournesol, de l'arachide, du sésame et de palme ; on peut classer l'huile des fruits de lentisque parmi les huiles végétales les plus riches en tocophérols (Naudet et al., 1992).

Les niveaux de tocophérols et de phytostérols dans les fruits oléagineuses (colza et soja) dépendent fortement à la fois des facteurs génétiques et des conditions environnementales de la culture (Abidi, 2003).

III .2.2. Spectre infrarouge de l'huile végétale extraite avec soxhlet

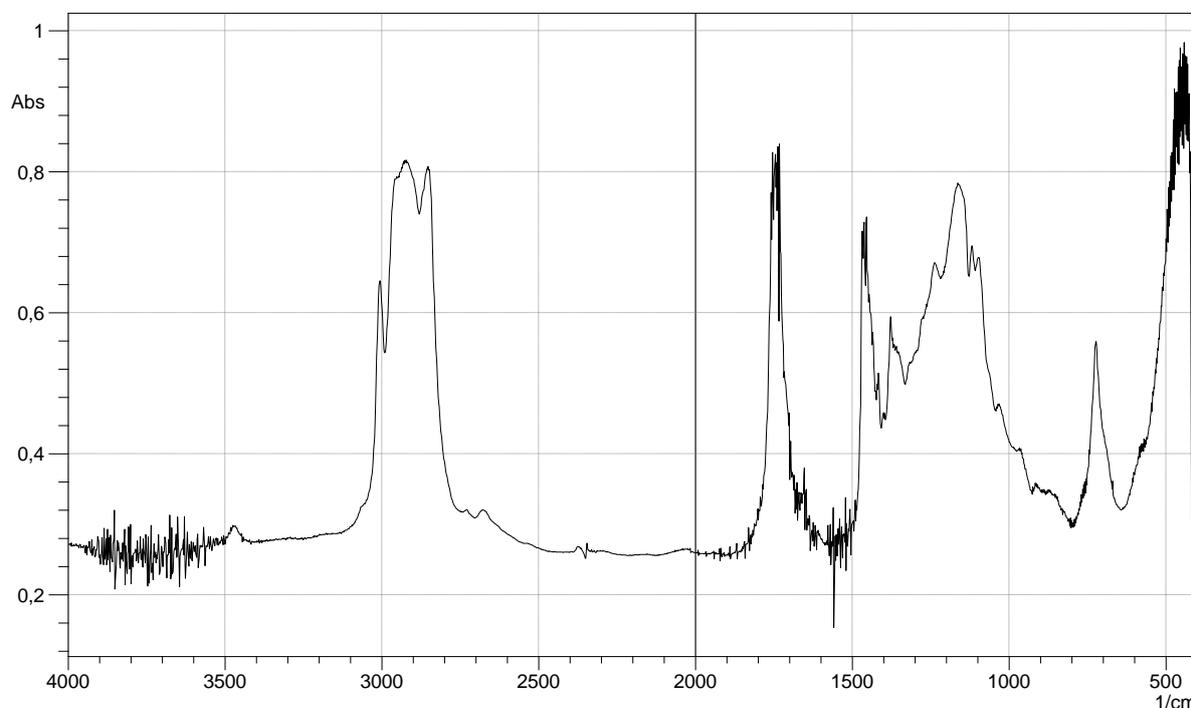


Figure 14: Spectre infrarouge de l'huile végétale récupéré par l'hexane.

Les caractéristiques spectrales infrarouges des acides gras dans huile végétale *Pistacia lentiscus L* extraites au soxhlet sont :

L'existence de deux pics d'élongations élevés à 2924,84 (élongation asymétrique) et 2857,31 cm^{-1} (élongation asymétrique), qui sont liés à la liaison -C-H du groupement méthyle (CH_3) de la vibration alcane.

Dans la région entre 1753,53 et 1732,78 cm^{-1} , il y a un fort pic d'intensité à 1735,37 cm^{-1} , qui est caractéristique du groupe carbonyle -C=O des aldéhydes aliphatiques.

Dans la même région, on distingue un autre pic de forte élongation dans l'intensité et de 1452,581 cm^{-1} caractéristique de la liaison C=C du groupement aromatiques.

On note également la présence de 2 bandes de forte intensité entre 1300 et 1050 cm^{-1} et localisé à 1164,611 cm^{-1} pour l'élongation de la liaison -C-O- du groupe ester (Bouziani, 2013).

III.3. Evaluation de l'activité antioxydante *in vitro*

III.3.1. Piégeage du radical libre DPPH●

Le dosage de l'activité scavenger du radical DPPH est largement utilisé pour mesurer la capacité à piéger les radicaux libres. Le DPPH est un radical libre qui accepte facilement un électron ou un radical hydrogène pour devenir une molécule diamagnétique stable (**Blois, 1958**), il s'effectue à température ambiante, permettant d'éliminer tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles (**Cai et al., 2006**).

Le radical DPPH est l'un des substrats les plus utilisés généralement pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (**Zhou et al., 2012**).

L'activité antioxydante contre les radicaux DPPH est exprimée % d'inhibition et en IC50 (mg/ml). Les valeurs de IC50 de l'huile végétale et du standard sont représentées dans la (Figure 15). L'IC50 d'une substance antioxydante correspond à la concentration nécessaire pour inhiber 50 % d'un oxydant impliqué. Plus cette concentration est faible plus l'effet antioxydant est très élevé (**Chen et al., 2013**).

Selon la figure 15, l'activité anti-radicalaire de l'huile végétale des fruits de *Pistacia lentiscus L* est importante ; avec 46.48 % et 76 % d'inhibition du radical DPPH pour 25 mg/ml et 50 mg/ml respectivement. Le profil d'activité anti-radicalaire obtenu révèle que l'huile de *Pistacia lentiscus* possède une activité anti-radicalaire dose dépendante.

Une étude menée par **Jimenez et al. (2008)**, sur une plante médicinale appartenant au genre *Pistacia* ; l'huile végétale des fruits de *Pistacia vera* a montré un effet scavenger du DPPH de 8 %, selon **Belhachat, (2019)**, l'huile des fruits rouges et noirs du *P. lentiscus* présente une activité anti-radicalaire à 1000 mg/ml avec 48.03±0.15 % et 56.35±0.31% respectivement ; ces valeurs sont inférieure à celles enregistrées par rapport à notre huile.

Selon les résultats enregistrés (Figure 15), l'huile des fruits *P. lentiscus* exerce un pouvoir antioxydant moins important par rapport à notre molécule standard vitamine E avec IC50 = 27,98 mg/ml et 11,62 mg/ml respectivement.

De point de vue de comparaison, on a rassemblé plusieurs résultats obtenus pour l'étude de l'huile des fruits de *P. lentiscus L*. **Charef, (2011)**, ont montré que les huiles des fruits rouges et noirs de *P. lentiscus L*. ont un effet scavenger très important avec une IC50=11,68 mg/ml et

1,07 mg/ml respectivement. L'huile de *Pistacia lentiscus L.* de Jendouba (Nord de la Tunisie) et celles récoltée dans le nord-ouest d'Algérie (Ain Kebira, Tlemcen) ont prouvé un effet marqué avec une valeur de $IC_{50}=5,34$ mg/ml et $20,619 \pm 0,312$ mg/ml respectivement (**Daoued et al., 2016** ; **Benhammou et al., 2018**).

Les résultats de la présente étude, semblent être remarquables, car l'huile étudié a montré une capacité antioxydante efficace par rapport à ceux rapportés par **Bouyahya et al. (2018)** qui a montré que l'huile du nord du Maroc, donne une IC_{50} de $37,38 \mu\text{g/ml}$ à 4170 mg/ml.

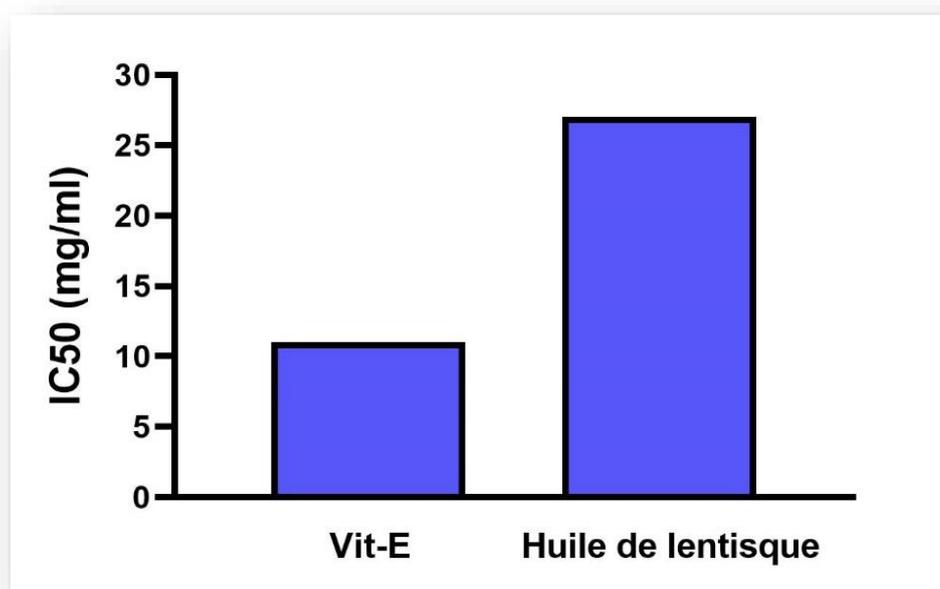


Figure 15 : IC_{50} de la vitamine E et l'huile des fruits de *Pistacia L.*

Dans le cas des composés phénoliques, le mécanisme principal d'action est le piégeage des radicaux libres par le transfert de l'atome H sur le DPPH•, alors transformé en une molécule stable DPPH (**Chen et al., 2013**).

Les différences des variations de l'activité antioxydante observées des huiles peuvent être dues aux impacts des facteurs environnementaux sur la composition chimique ou bien des procédés d'extraction de l'huile. Aussi certainement liées à la nature et aux taux des composés bioactifs (**Zitouni, 2017**) ; qui varient au cours de la maturation des fruits (**Grati et al., 1999**).

En comparaison avec d'autres huiles des fruits, celle de *Pistacia lentiscus* est plus élevée que, par exemple, celle des huiles de fruits de kenaf, de maïs, d'olive, de riz, de soja et de palme (**Chan et al., 2009**).

Au vu des résultats obtenus, on constate que l'huile de *Pistacia lentiscus* a prouvé une bonne activité antioxydante vis-à-vis le DPPH.

III.3.2. Le test de blanchissement du β -carotène

La méthode de blanchiment du β -carotène est basée sur la perte de la couleur jaune de ce dernier en raison de sa réaction avec les radicaux formés par l'oxydation de l'acide linoléique dans une émulsion. Le taux de blanchiment du β -carotène peut être ralenti en présence d'antioxydants (**Kulisic et al., 2004**). Rappelons que peu d'études sur ce test ont été entreprises pour l'huile des fruits de *Pistacia lentiscus L.*

Tableau VI : Taux d'inhibition du blanchiment du β -carotène de HE et Vit-E.

	Huile végétale	Standard (Vit-E)
Concentration (mg/ml)	10	0.125
Taux d'inhibition du blanchiment du β -carotène %	77.71%	100 %

La (figure 16) ci-dessous représente la variation du pourcentage d'inhibition du blanchiment du β -carotène en fonction de la concentration mg/ml de l'huile de *P.lentiscus L.* et le standard qui est la vitamine E.

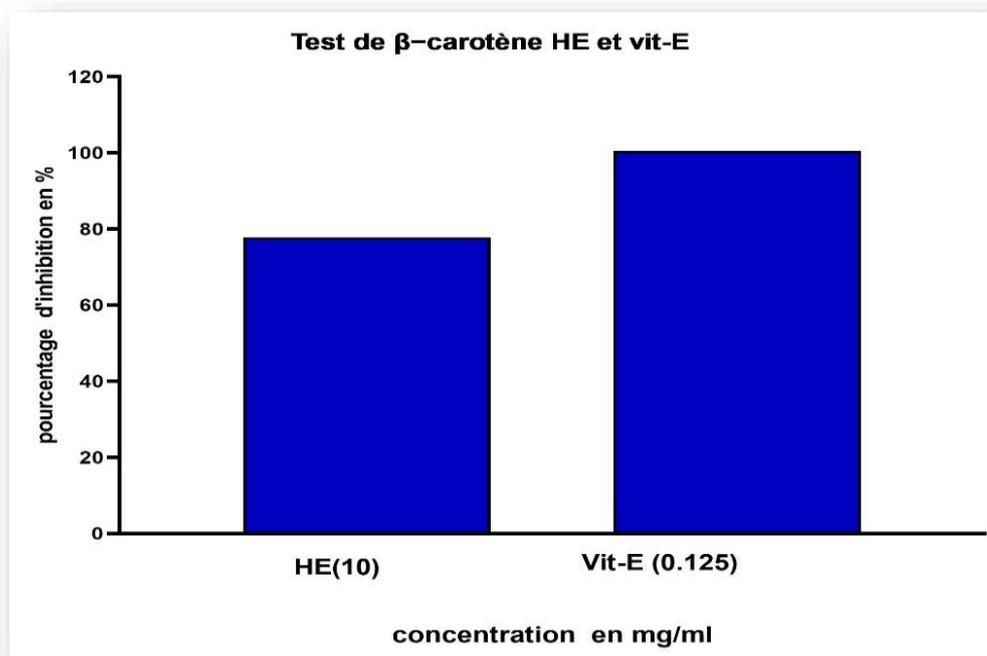


Figure 16 : Taux d'inhibition de blanchissement du β -carotène en fonction de la concentration mg/ml du standard (Vit-E) exprimée en pourcentages d'inhibition.

Le pourcentage d'inhibition de l'activité antioxydante par le système β -carotène/ acide linoléique est proportionnel à la concentration. La capacité antioxydante de β -carotène étudiée a été déterminée et comparée avec le standard, en l'occurrence α -tocophérol (Vit-E). Les résultats obtenus dans la Figure 16, ont montrés que l'huile des fruits noires de *Pistacia lentiscus* a révélé une capacité antioxydante de 77.71% pour une concentration de 10 mg/ml d'huile et 100% d'inhibition pour le α -tocophérol avec une concentration de 0.125 mg/ml.

Le système β -carotène/acide linoléique est très utile comme modèle mimétique de la peroxydation lipidique dans les membranes biologiques (Ferreira et al., 2006). Ainsi, l'acide linoléique pourrait servir comme modèle d'acide gras trouvés dans les membranes biologiques (Bougatef et al., 2009). Les radicaux peroxydes, provenant de l'abstraction des atomes d'hydrogènes à partir des groupements méthylènes dialyiques de l'acide linoléique, attaquent le 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 (Tepe et al., 2005).

Pathirana et al, (2006) ont rapporté, également, que l'huile qui inhibe ou retarde le blanchissement de β -carotène peut être décrit comme un piègeur de radicaux libres et comme antioxydant primaire, cette activité antioxydantes est due à la présence des composés

phénoliques comme les flavonoïdes. Ces derniers jouent un rôle très important dans la stabilité de la peroxydation lipidique (**Baghiani et al., 2010**) où leurs activité antioxydante est largement prédite en fonction de leur structure chimique (**Rastija et al., 2006**).

Grâce à leur structure chimique spécifique, les composés phénoliques spécifiquement les flavonoïdes, 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 (**Deba et al., 2008**).

Il a été démontré que les systèmes antioxydants sont basés l' α -tocophérol, l'acide ascorbique, l'acide citrique et les phospholipides, qui peuvent réduire l'activité de peroxydation (**Olsen et al., 2005**).

III.3.3. Capacité antioxydante totale (CAT)

Le test du phosphomolybdène a été utilisé pour évaluer la capacité antioxydante totale de l'huile des fruits. Cette méthode était basée sur le principe de la réduction de Mo (VI) en Mo(V) par les différents antioxydants présents dans cette huile, ce qui génère un complexe Phosphate/Mo (V) qui est coloré en vert.

Tableau VII : Capacité antioxydante totale (CAT) du standard.

Concentration mg/ml * 10 ⁻³	125	62.5	31.25	15.625	7.8125	3.90625	1.953125
CAT exprimée en mg/ml en équivalent de la Vit-E	102.22	81.72	86.20	69.53	94.52	97.95	88.34

La capacité antioxydante totale de l'huile extraite des fruits de *P. lentiscus L* est exprimée en nombre d'équivalents de la vitamine E à partir d'une courbe d'étalonnage ($y = 0,004 x + 0,0193$; $R^2 = 0,9941$) (**Figure 17**). Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent de la vitamine E par 100g de l'huile (mg EAA/100g d'huile).

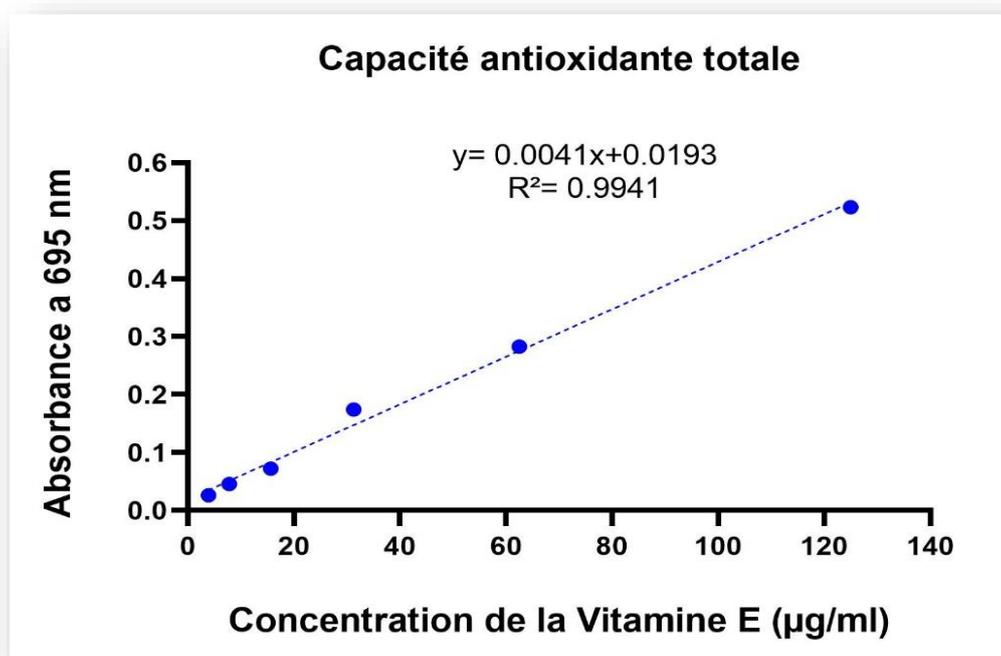


Figure 17 : Droite d'étalonnage de la vitamine E pour la mesure de la capacité antioxydante totale.

La capacité antioxydante totale d'huile végétale de *Pistacia lentiscus L*, étudiée a été déterminée et comparée au standard, en l'occurrence α -Tocophérol (Vit-E). Les résultats obtenus (Figure 17), ont révélé que l'huile des fruits noirs de *Pistacia lentiscus L* a une capacité antioxydante de 143.18 ± 0.98 (mg Vit-E/100mg HE) significative par rapport aux autres huiles.

D'après la bibliographie, il y a peu d'étude sur la capacité antioxydante totale des huiles végétales en utilisant le réactif de molybdène (Mo VI), alors que les extraits hydro-alcooliques ont été étudiés par plusieurs chercheurs (**Zengin et al., 2011 ; Karakoca et al., 2015**).

Il a été rapporté que la capacité antioxydante totale de l'extrait méthanolique de la partie aérienne de trois espèces de *Centaurea* (Turquie) dont *Centaurea pyrrhoblephara*, *Centaurea antalyens* et *Centaurea babylonica* était de 226.15 ± 18.86 mg AAE/ g extrait, 248.74 ± 11.00 mg AAE/ g extrait et 125.33 ± 3.76 mg AAE/ g extrait respectivement ; ces résultats sont faibles par rapport à ceux des huiles végétale étudiées qui été de 143.18 ± 0.98 mg Vit-E /100 mg huile végétale **Aktumsek et al., (2013)**.

La capacité antioxydante totale des plantes, sont différentes et dépend de la nature des solvants extracteurs, de la concentration et de la structure des composés phénolique qu'elle contient (**Rice-Evans et al., 1997**).

L'huile végétale a exhibé une activité antioxydante, probablement grâce à leur teneur en composés bioactifs. En effet, des études antérieures ont confirmé que ces activités antioxydantes sont liées à la présence des composés phénoliques comme les flavonoïdes, ces derniers ont beaucoup de groupes hydroxyle dans leur structure, qui peuvent neutraliser les radicaux libres (**Gorinstein et al., 200 ; Athamena et al., 2010 ; Mariod et al., 2010**).

Les tocophérols et les composés phénoliques peuvent contribuer à l'aromatisation et à la protection de l'oxydation des acides gras des huiles végétale (**Servili et al., 2002**).

Généralement, les polyphénols avec un nombre élevé de groupement hydroxyles présentent une activité antioxydante élevée (**Heim et al., 2002**), cela est due à leur pouvoir de donner plus d'atomes pour stabiliser les radicaux libres (**Torres de pinedo et al., 2007**), et la libération d'un électron (cinétique lente des dérivés glycosylés et des anthocyanes) (**Nanjo et al., 1996 ; Huang et al., 2005**) ; ce qui peut expliquer en partie que l'activité anti-radicalaire est dépendante du nombre, de la position et de la nature des substituants sur les cycles B et C (groupements hydroxyles, metaxylés, glycosylés) et le degré de polymérisation (**Popovici et al., 2010**). Ainsi, l'effet antioxydant n'est pas seulement dose-dépendant mais également structure-dépendant (**Rodriguez-Bernaldo et al., 2010**).

Conclusion et perspective

Conclusion

Plusieurs plantes sont utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle, mais on ne sait pas quels sont leurs composés, c'est pourquoi nous avons choisi le fruit d'une plante, *Pistacia lentiscus L*, très utilisée en méditerranée, notamment en Kabylie, afin de tester sa capacité antioxydante et soutenir son utilisation traditionnelle.

Les antioxydants protègent les cellules des effets nocifs des radicaux libres, qui sont des molécules qui contiennent des électrons non partagés. Les radicaux libres endommagent les cellules et peuvent entraîner le développement de nombreuses maladies.

Cette étude a porté sur l'étude phytochimique dont le dosage des tocophérols totaux et la spectroscopie infrarouge à Transformée de Fourier (IFTR). La capacité antioxydante de l'huile végétale de fruit de *Pistacia lentiscus* mesurée par les tests effectués est tout à fait remarquable, ce qui nous permet de dire que la plante étudiée est une source prometteuse d'antioxydants naturels, suggérant que la capacité antioxydante dépend au moins en partie sur la base des études qui ont été menées et des tests approuvés pour déterminer la teneur en composés phénoliques. Les principales méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant de notre huile ont été examinées et regroupées selon leurs principes. Le test DPPH est basé sur la mesure de la capacité de piégeage de radicaux à l'aide de radical DPPH, l'huile des fruits de *Pistacia lentiscus L*, exerce un pouvoir antioxydant important avec $IC_{50} = 27,98$ mg/ml. Le test de blanchiment de β -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique, ce test a révélé que l'huile des fruits de *Pistacia lentiscus L*, a enregistré un pourcentage d'inhibition de 77,71% pour une concentration de 10 mg/ml d'huile. La capacité antioxydante totale, qui est évalué par la méthode de phosphomolybdène a révélé que l'huile des fruits de *Pistacia lentiscus L* a une capacité antioxydante de 143.18 ± 0.98 (mg Vit-E/100 mg HE).

Après ce travail, nous pouvons déduire que l'utilisation de l'huile de lentisque en médecine traditionnelle est justifiée car sont huile végétale a montré un potentiel antioxydant contre les radicaux libres synthétiques testés de manière doses-dépendantes.

Ce travail permet de confirmer le potentiel antioxydant de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus*; cependant, en perspective, un test de détermination de la toxicité de cette huile est important, il serait intéressant aussi d'identifier les molécules responsables de cette activité et de tester leur capacité à différentes activités biologiques et de réaliser des tests *in vivo*.

*Références
bibliographiques*

A

Abdelwahed, I. Bouhlel, Skandrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guiraud, P., Steiman, R., Mariotte, A.M., Ghedira, K., Laporte, F., Dijoux-Franca, M.G. et Chekir-Ghedira, L. (2007). “Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1, 2, 3, 4, 6- pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus*. Confirmation by microarray expression profiling,” *Chemico-Biological Interactions*. 165(1): 1–13.

Ait Youssef M. (2006). Plantes médicinales de Kabylie. Edition ibis Press. Scienc et Technique. PP: 261

Aktumsek, A., Zengin, G., Guler, G.O., Cakmak, Y.S. et Duran, A. (2013). Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic *Centaurea L.* species. *Food Chemistry Toxicology*. 55: 290-296.

AL-Saghir M.G., (2006). Phylogenetic Analysis of the Genus *Pistacia* (Anacardiaceae). These de doctorat. Blacksburg, Virginia. PP: 34.

Arab, K., Bouchenak, O., Yahiaoui, K. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés phénoliques du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus L.*). *J Fundment Appl Sci.*, (2014). 6(1), 79-93.

Assimopoulou, A.N, Zlatanov, S.N. et Papageorgiou, V.P. (2005). Antioxidant activity of natural resins and bioactive triterpenes in oil substrates. *Food Chemistry*. 92: 721– 727.

Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A. et Laroui, S. et Khebri, S. (2010). Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum L.* *Lebanese Science Journal*. 11 (1): 72p.

Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., Debbache, N., Atmani, D., (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*. 112: 303–309.

Azib, L., Debbache, B.N., DaCosta, G., Atmani, K.D., Saidene, N., Ayouni, K., Richard, T. et Atmani, D. (2019). *Pistacia lentiscus* leaves extract and its major phenolic compounds reverse aluminium-induced neurotoxicity in mice. *Industrial Crops & Products*. 137: 576–584.

B

Bachrouch, O., Msaada, K., AidiWannes, W., Talou, T., Ksouri, R., Salem, N., (2015). Variations in composition and antioxidant activity of Tunisian *Pistacia lentiscus L.* leaf essential oil. *Plant Biosystematics*. 149: 38-47.

- Baghiani, A., Boumerfeg, S., Belkhiri, F., Khennouf, S., Charef, N., Harzallah, D., Arrar, L. et Abdel-Wahhab, M. A. (2010).** “Antioxidant and radical scavenging properties of *Carthamus caeruleus* L extracts grow wild in Algeria flora”, *Comunicata Scienti*. 1(2): 128-136.
- Balan, k. v., Prince, J., Han, Z., Dimas, K., Cladaras, M., Wyche, J. H. et Pantazis, P. (2007).** Antiproliferative activity and induction of apoptosis in human colon cancer cells treated in vitro with constituents of a product derived from *Pistacia lentiscus* L. var. chia. *Phytomedicine*. 14(4):263-272.
- Balasundram, N., Sundram, K. et Samman, S. (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99(1): 191–203.
- Bammou, M., Daoudi, A., Slimani, I., Najem, M., Bouiamrine, E., Ibijbijen, J. et Nassiri, L., (2015).** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.» Etude ethnobotanique, screening phtochimique et pouvoir antibactérien, *Journal of applied Biosciences* 86 : 7966-7975.
- Belfadel F.Z. (2009).** Huile de fruits de *Pistacia lentiscus* Caractéristiques physico- chimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Mémoire de magister en Chimie organique. Université mentouri Constantine. PP : 47.
- Belhachat, F. et Larbes, C. (2019).** Comprehensive review on power point tracking techniques for PV systems subjected conditions. *Solar Energy*. 183 476-500.
- Ben Khedir, S., Mzid, M., Bardaa, S., Moalla, D., Sahnoun, Z., Rebai, T. (2016).** In vivo evaluation of the anti-inflammatory effect of *Pistacia lentiscus* fruit oil and its effects on oxidative stress. Hindawi Publishing Corporation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 6:1-12.
- Benalia, M., Djeridane, A., Gourine, N., Nia, S., Ajandouz, E. et Yousfi, M. (2015).** Fatty acid profile, tocopherols content and antioxidant activity of algerian pumpkin seeds oil (*Cucurbita pepo* L). *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolisme*. 8: 9–25
- Bendif, H., Lazali, M., Harir, M., Miara, M. D., Boudjeniba, M., & Venskutonis, P. R. (2017).** Biological screening of *Ajuga iva* extracts obtained by supercritical carbon dioxide and pressurized liquid extraction. *Journal of Medicinal Botany*. 1 : 33-41.
- Benhammou, N., Bekkara, F.A et Kadifkova Panaskova, T. (2008).** Antioxidant and antimicrobial of the *Pistacia Lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African journal of pharmacy and pharmacologie*. 2(2) : 08-022.
- Benhammou, N., Bekkara, F.A et Panovska, T.K. (2008).** Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts atlantica extracts. *African J of Pharmacy and Pharmacology*, 2(2): 22-28.

- Benrokia et Aouar. (2015).** Etude de l'activité Antibactérienne des extraits de Pistacia lentiscus. Mémoire de Master en analyses Biologiques et Biochimiques. Isolés à partir d'une plante médicinale. Mémoire de Master en Toxicologie et Santé, Université des Frères Mentouri Constantine 2.
- Bernaldo, R., Quirós, S., Frecha-Ferreiro, AM., Vidal-Pérez, J. et Hernández, L. (2010).** *Recherche et technologie alimentaires européennes*. 1 :495–498.
- Bhourri, W., Derbel, S., Skandrani, I., Boubaker, J., Bouhlel, I., Sghaier, M. B., Chekir-Ghedira, L. (2010).** Study of genotoxic, antigenotoxic and antioxidant activities of the digallic acid isolated from Pistacia lentiscus fruits. *Toxicology in Vitro*. 24(2): 509–515.
- Blois, MS. (1958).** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181:1199–1200.
- Bors, W. et Michel, C. (1999).** Antioxidant capacity of flavanols and gallate esters: pulse radiolysis studies. *Free Radical Biology and Medicine*. 27(12) :1413–1426.
- Boudieb, K., Ait Slimane, S. et Amellal, Ch.H. (2019).** Effect of Maturation Degree on the Fixed Oil Chemical Composition, Phenolic Compounds, Mineral Nutrients and Antioxidant Properties of Pistacia lentiscus Fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 47: 1842-4309.
- Bougherara, M.I. (2015).** Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de *Pistacia Lentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. Thèse de doctorat en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba. PP : 67
- Bouhajra K. (2011).** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. PP : 56
- Bouic P. J. D. et Lamprecht, J. H. (1999).** Plant sterols and sterolins: A review of their immune-modulating properties. *Alternative Medicine Review*. 4(3):170–177.
- Boukef M, K. (1986).** Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. Edition : Agence de Coopération Culturelle et Technique. Collection : Médecine traditionnelle et pharmacopée. PP : 350.
- Boukeloua A. (2009).** Effect of virgin fatty oil of Pistacia lentiscus on experimental burn wound's healing in rabbits. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines*. 7(3) : 258–263.

Boukeloua, A., Belkhir, A., Yilmaz, M. A. et Temel, H. (2016). Chemical profiling and total thickness-excised wound-healing activity of *Pistacia lentiscus L.* fruits growing in Algeria. *Cogent Biology*. 2(1) :12-20.

Bouyahya, A., Assemian, I. C. C., Mouzount, H., Bourais, I., Et-Touys, A., Fellah, H., ... et Bakri, Y. (2019). Could volatile compounds from leaves and fruits of *Pistacia lentiscus* constitute a novel source of anticancer, antioxidant, antiparasitic and antibacterial drugs. *Industrial crops and products*, 128: 62-69.

Bouziari, S.(2013).Extraction des huiles végétales des baies «*Pistacia lentiscus.L*» Mémoire de master.Université Saad Dahlab. Faculté de Technologie. Blida. PP : 67.

Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M.H., Shams-Ardekani, M.R. et Rahimi, R. (2013). Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): a review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific World Journal*. 3:45-60.

Bruneton, J., (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Technique et Documentation Lavoisier. Paris. PP : 418-419.

C

Cai, L., Friedman, N. et Xie, X. (2006). Expression stochastique des protéines dans des cellules individuelles au niveau d'une seule molécule. *Nature*. 440 :358–362.

Chaabani, E., Abert, M.V., Dakhlaoui, S., Bourgou, S., Chemat, F. et Ksouri, R. (2019). *Pistacia lentiscus L.* edible oil: green extraction with bio-based solvents, metabolite profiling and in vitro anti-inflammatory activity. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*. 25 :1-10.

Charef, M. (2011). Contribution à l'étude de la composition chimique et étude des propriétés phytochimiques et nutritionnelles des lipides des fruits de *Pistacia lentiscus* et du *Quercus*. Thèse de doctorat en Sciences Chimiques. Université de Bejaia. PP : 07-08.

Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M. et Stocker, P. (2008). Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 85:921–924.

Charles, J. et Denys, J. (2013). Antioxidant properties of spices. Herbs and other sources. Springer, New York. PP: 74.

Chehrit, H.F. (2016). Etude de la variabilité biochimique, physiologique et évaluation des activités biologiques des polyphénols de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus L.* et *P. atlantica Desf.*). Thèse Doctorat en Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. PP 56-70

Chryssavgi, G., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouri, T. et Michael, K. (2008). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chemistry*.107:1120–1130.

Collin, S. et Crouzet, J. (2011). Polyphénols et procédés. Edition Lavoisier TEC & DOC. PP: 5-13-16-235.

Coombes, J. S., Powers, S. K., Rowell, B., Hamilton, K. L., Dodd, S. L. et Shanely, R. A. (2001). Effects of vitamin E and α -lipoic acid on skeletal muscle contractile properties. *Journal of Applied Physiology*. 90(4): 1424–1430.

D

Daoued, K., Chouaibi, M., Gaout, N., Haj, O.B. et Hamdi, S. (2016). Chemical composition and antioxidant activities of cold pressed lentisc (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. (93): 31–38.

Deba, F., Xuan, T.D., Yasuda, M. et Tawata, S. (2008). Chemical Composition and Antioxidant, Antibacterial and Antifungal Activities of the Essential Oils from *Bidens pilosa* Linn. var. *Radiata*. *Food Controle*. 19: 346-352.

Dellai, A., Souissi, H., Borgi, W., Bouraoui, A., Chouchane, N., (2013). Antiinflammatory and antiulcerogenic activities of *Pistacia lentiscus* L. leaves extracts. *Industrial Crops and Products*. 49: 879–882.

Derong, L., Mengshi, X., Jingjing, Z., Zhuohao, L., Baoshan, X., Xindan, L., Maozhu, K. , Liangyu, L., Qing, Z., Yaowen, L., Hong, C., Wen, Q., Hejun, W., Saiyan, C. (2016). An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Journal of molecules*. 21 :1-19.

Dhifi, K., Jelali, N. Chaabani, ., Beji, M., Fatnassi, S., Omri, S. et Mnif, W. (2013). Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *African Journal of Agricultural Research*. 8 (16):1395–1400.

Di Rosa, A. (2018). Herbes et Plantes Médicinales en Sardaigne. 3e édition. Carlo Delfino Ed. ; Sassari, Italie.

Djedaia, S., (2016). Etude physicochimique et caractérisation du fruit de la plante lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). Thèse de doctorat en science. Spécialité : chimie Analytique et physique. Université Badji mokhtar-Annaba. PP : 103.

Djerrou, Z., (2014). Anti-hypercholesterolemic effect of Pistacia lentiscus fatty oil in eggeyolkfed rabbits: a comparative study with simvastatin. *Chinese Journal of Natural Medicines*.12 (8): 561-566.

Djerrou, Z., Hamdi-Pacha, Y., Belkhiri, A.M., Djaalab, H., Riachi, F., Serakta, M., Boukeloua, A., Maamari, Z. (2011) Evaluation of Pistacia lentiscus fatty oil effects on glycemic index, liver functions and kidney functions of New Zealand rabbits. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 8: 214-219.

Djerrou, Z., Maameri, Z., Hamdi-pacha, Y., Serakta, M., Riachi, F., Djaalab, H., & Boukeloua, A. (2010). Effect of virgin fatty oil of Pistacia lentiscus on experimental burn wound's healing in rabbits. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 7: 258–263.

Duan, X.J., Zhang, W.W., Li, X.M. et Wang, B.G. (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, Polysiphonia urceolata. *Food Chemistry*. 95(1): 37–43.

E

Emmerie, A. et Engel, C. (1939). Colorimetric détermination of tocopherol (vitamin E). II. Adsorption experiments. *Recueil des Travaux Chimiques*. 58(4): 283-289.

Evrard, J., Pagès-Xatart-Pares, X., Argenson, C. et Morin, O. (2007). Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42(1) :12.

F

Favier, A. (2006). Oxidative stress in human diseases. *Annales Pharmaceutiques Françaises*. 64(6):390–396.

Ferreira, A., Oliveira, S., Saliba, E., Scapinello, C., Teixeira, Oliveira. A. et Kamwa, E.B. (2006). Effets de l'alimentation de niveaux croissants d'huile végétale ou de graisse animale sur la digestibilité, la cécotrophie, la performance et le rendement en carcasse des lapins en croissance. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35 (4) : 1696-1704.

Forrester, S. J., Kikuchi, D. S., Hernandes, M. S., Xu, Q. et Griendling, K. K. (2018). Reactive Oxygen Species in Metabolic and Inflammatory Signaling. *Circulation Research*. 122(6): 877–902.

G

Geckil, H., Ates, B., Durmaz, G., Erdogan, S. et Yilmaz, I. (2005). Antioxidant, Free Radical Scavenging and Metal Chelating Characteristics of Propolis. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 1(1) :27–31.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapie*. 3(4) :162–169.

Gorinstein, S., Cvikrova, M., Machackova, I., Haruenkit, R., Park, Y.S., Jung, S. (2004). Characterization of antioxidant compounds in jaffa sweets and white grapefruits. *Food Chemistry*. (84):503-510.

Grati Kammoun, N., Khlif, M., Ayadi, M., Rekik, H., Rekik, B. et Hamdi, M. T. (1999). Evolution des caractéristiques chimiques de l'huile au cours de la maturation des olives. *Revue Ezzaitouna*. 5:30-46.

Guenane, H., Bombarda, I., Ould Elhadj, M.D. et Yousfi, M. (2015). Effect of maturation degree on composition of fatty acids and tocopherols of oil from *Pistacia atlantica* growing wild in Algeria. *Natural Product Communications*. 10 (10): 1723–1728

Guichard, C. Elément de technologie pharmaceutique. Médicale éd. Paris VI ep ; Flammarion, 1967. 239-240-253-254-260 p.

H

Haddar, A., Bougatef, A., Agrebi, R., Sellami-Kamoun, A., et Nasri, M., (2009). A novel surfactant-stable alkaline serine-protease from a newly isolated *Bacillus mojavensis* A21. Purification and characterization. *Process Biochemistry*. 44(1):29-35.

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

Hans, W. K. (2007). 1000 plantes aromatiques et médicinales. Edition Ibis : Terre. PP: 242.

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

Hasan, H. H., Habib, I. H., Gonad, M. H. et Islam, M. (2011). Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plants growing in Al Jabal Al-Akhdar. *Journal of Natural Product and Plant Resource*. 1(1):15–23.

Hayder, N., Ammar, R.B., Abdelwahed, A., Kilani, Soumaya., Mahmoud, Amor., Ben Chibani, Jemni, Mariotte, A. M., Ghedira, K., Dijoux-Franca, M.G., Chekir-Ghedira, L. (2005). Antibacterial and antimutagenic activity of extracts and essential oil from (Tunisian) *Pistacia lentiscus*. *Toxicological and Environmental Chemistry*. 87: 567-573.

Hilali, M., Charrouf, Z., Aziz Soulhi, A. E., Hachimi, L., & Guillaume, D. (2005). Influence of Origin and Extraction Method on Argan Oil Physico-Chemical Characteristics and Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(6) : 2081–2087.

Hmimsa, Y., (2004). L'agro biodiversité dans les agrosystèmes traditionnels de montagnes : Cas du Rif marocain. Mémoire de troisième cycle. Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences. Tétouan. Maroc. PP : 100.

Hamidi, A. (2013). Etude phytochimique et activité biologique de la plante *Limoniastrum guyonianum*. Mémoire de Magister en Chimie Organique. Université Kasdi Merbah. Ouargla. PP : 86.

Heim, K.E., Tagliaferro, A.R. et Bobilya, D.J. (2002). Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure–activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 13(10): 572-584.

I

Iserin, P., Masson, M., Restellini, J. P., Ybert, E., DeLaage de Meux, A., Moulard, F. (2005). Larousse des plantes médicinales. Identification, préparation, soins. Edition Larousse. Paris. PP: 10-12.

Islam, T, Ganesan, K, Xu, B. (2019). New insight into mycochemical profiles and antioxidant potential of edible and medicinal mushrooms: A Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 21(3): 237 -251.

Ismail, A., Lamia, H., Mohsen, H., Samia, G., Bassem, J. (2013). Chemical composition and antifungal activity of three Anacardiaceae species grown in Tunisia. *Science International*. 1:148-154.

K

Kahlouche, R.F. (2014). Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie. Thèse de doctorat des sciences. Université de Constantine 1.

Karakocak, Asan-Ozusaglam, M., Cakmak, YS. et Teksen, M. (2015). Composés phénoliques, activités biologiques et antioxydants de *Onobrychis armena* Boiss. & extraits de fleurs et de racines. *Chiang Mai Journal of Science*. 42(2) :376-92.

Karleskind, A. (1992). Manuel des Corps Gras, Editions Tech. & Doc. Lavoisier. Paris tome (I-II). PP: 768-1571.

Kaur, C. et Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*. 37(2):153-161. doi:10.1046/j.1365-2621.2002.00552.x

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

Kim, C. H., Cho, H. J., Shin, J. B., Moon, C. H. et Matsuoka, K. (2002) Regeneration from hyaline cysts of *Cochlodinium polykrikoides*(Gymnodiniales, Dinophyceae), a red tide organism along the Korean coast. *Phycologia*. 41: 667–669.

Koechlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygène, stress oxydant et supplémentation antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans la maladie respiratoire. *Nutrition Clinique & Métabolisme*. 20 : 165 – 177.

Kulusic, T., Radonic, A., Katalinic, V., Milos M (2004). Use of Different Methods for Testing Activity of Oregano Essential Oil. *Food Chemistry*. 85, 633-640. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.07.024>

L

Laguerre, M., Lecomte, J. et Villeneuve, P. (2007). Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*. 46: 244-282.

Lecerf, J.M. (2011). Les huiles végétales: Particularités et utilités. *Médecine Des Maladies Métaboliques*. 5(3) : 257–262.

Leonti, M., Staub, P.O., Cabras, S., Castellanos, M.E., Casu, L. (2015). From cumulative cultural transmission to evidence-based medicine: Evolution of medicinal plant knowledge in Southern Italy. *Frontiers in Pharmacology*. 6 :207. doi: 10.3389/fphar.2015.00207.

Leprieur, M. (1860). Journal de médecine, chirurgie et de pharmacie, 3^{ème} éditions, Publié par la société de science médicale et naturelle de bruscelles. PP : 614-615.**Linnane, A. W., Zhang, C., Yarovaya, N., Kopsidas, G., Kovalenko, S. et Papakostopoulos, P. (2002).** Human aging and global function of coenzyme Q10. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 959(1) :396–411.

Liyana-Pathirana, C.M. et Shahidi, F.J.J. (2006) Agriculture. Propriétés antioxydantes des blés tendres et durs commerciaux ; hiver (*Triticumaestivum* L.) et de leurs fractions meunières. *Journal de la science de l'alimentation et de l'agriculture*. 86 (3) : 477–485.

Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A., & Real, R., (2008) AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*,17, 145–151.

Loft, S., Moller P., Cooke, M.S., Rozalski, R. et Olinski, R. (2008).Antioxidant vitamins and cancer risk: is oxidative damage to DNA a relevant biomarker? *European Journal of Nutrition*. 47 (2):19-28.

Loutrari, H., Magkouta, S., Pyriochou, A., Koika, V., Kolisis, F.N., Papapetropoulos, A, Roussos, C. (2006). Mastic oil from *Pistacia lentiscus* var *chia* inhibits growth and survival of human K562 leukemia cells and attenuates angiogenesis. *Nutrition Cancer*. 55:86–93.

Luigia, L., Scardino, A., Vasapollo, G. (2007). Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrea latifolia* L. and *Rubia peregrina* L. *Innovative Food Science And Emerging Technologies*. 8(3): 360- 364.

M

Maameri-Habibatni, Z., (2014). *Pistacia lentiscus* L.: Evaluation pharmacotoxicologique, thèse de doctorat en science : Pharmacologie Toxicologie. Université Constantine1. PP : 102.

Matthaus, B. et Ozcan, M.M. (2006). Quantification of fatty acids, sterols and tocopherols in Turpentine (*Pistacia terebenthus* Chia) growing wild in Turkey.J. *Agric. Food Chemistry*. 54:7667-7671.

Mehenni, C., Atmani-Kilani, D., Dumarçay, S., Perrin, D., Gérardin, P. et Atmani, D. (2016). Hepatoprotective and antidiabetic effects of *Pistacia lentiscus* leaf and fruit extracts. *Journal of Food and Drug Analysis*. 24(3):653–669.

Mezni, F., Aouadhi, C., Khouja, M. L., Khaldi, A., Maaroufi, A. (2015). In vitro antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* L. edible oil and phenolic extract. *Natural Product Research*. 29: 565-570.

Mezni, F., Labidi, A., Msallem, M., Boussaid, M., Khouja, M.L., Khaldi, A. (2014). Influence of harvest date on fatty acid composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* L. edible oils. *Journal of Materials and Environmental Science*. 5(6): 1703-1708.

Milia, E., Bullitta, S.M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A., Eick, S. (2021). Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L. : the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiotics*.10: 425.

Mohtadji, C. (1989). Les aliments. Edition Maloine : Paris. PP: 94. ISBN 2-224-018894.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarim. *Journal of Science and Technology*. 26: 211-219.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl- hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarim. *Journal of Science and Technology*. 26: 211- 219.

N

Nahida, Ansari, S.H. et Siddiqui, A.N. (2012). Pistacia lentiscus: a review on phytochemistry and pharmacological properties. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 4: 16-20.

Naouar, M. S., Zouiten Mekki, L., Charfi, L., Boubaker, J. et Filali, A. (2016). Preventive and curative effect of *Pistacia lentiscus* oil in experimental colitis. *Biomedicine Pharmacotherapy*. 83: 577-583.

Naudet, M. (1992). Principaux Constituants des Corps Gras, in Manuel des Corps Gras, Tech. & amp; Document. Lavoisier. Paris. Tome (I). PP: 65-94.

O

Olsen, E., Vogt, G., Saarem, K., Greibrokk, T. et Nillsson, A. (2005). Oxidation of cod liver oil with tocopherol and ascorbyl palmitate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 82(2):97-103.

Oomah, D.B, Ladet, S, Godfrey, V.D, Liang, J. et Giarard, B. (2000).- Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. *Food Chemistry*. 69:187-193.

P

Pachi, V.K., Mikropoulou, E.V., Gkiouvetidis, P., Siafakas, K., Argyropoulou, A., Angelis, A., Mitakou, S. et Halabalaki, M. (2020). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of Chios mastic gum (*Pistacia lentiscus* var. Chia, Anacardiaceae): a review. *Journal of Ethnopharmacology*. 254:112485.

Paraschos, S., Magiatis, P., Gousia, P., Economou, V., Sakkas, H., Papadopoulou, C., & Skaltsounis, A.-L. (2011). Chemical investigation and antimicrobial properties of mastic water and its major constituents. *Food Chemistry*. 129(3): 907–911.

Pieme, C.A., Tatangmo, J.A., Sismo, G., Nya, P.C.B., Moor, V.J.A., Moukette, B. M. et Sobngwi, E. (2017). Relationship between hyperglycemia, antioxidant capacity and some enzymatic and nonenzymatic antioxidants in African patients with type 2 diabetes. *BMC Research Notes*. 10(1):141.

Pinedo, A.T., Peñalver, P. et Morales, J.C. (2007). Synthesis and evaluation of new phenolic-based antioxidants: structure-activity relationship. *Food Chemistry*. 103: 55–61.

Pizzino, G., Irrera, N., Cucinotta, M., Pallio, G., Mannino, F. et Arcoraci, V. (2017). Oxidative stress: harms and benefits for human health. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 8(41):63-67.

Popovici, C., Saykova, I. et Tylkowskib. A. (2010). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, (4):1– 8.

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

Pyrzynska, K. et Biesaga, M. (2009). Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Trends in Analytical Chemistry*. 28(7):893–902.

Q

Quezel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Edition. C.N.R.S. Paris. PP : 156

R

Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M. et Satayavivad, J. (2007). Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and Chemical Toxicology*. 45(2) :328–336.

Reid, M. B. (2001). Invited Review: redox modulation of skeletal muscle contraction: what we know and what we don't. *Journal of applied physiology*. 90(2): 724-731.

Reimund, J.M. (2002). Stress oxydant au cours des syndromes inflammatoires chroniques. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 16: 275-284.

Remila, S., Atmani-Kilani, D., Delemasure, S., Connat, J.-L., Azib, L., Richard, T., Atmani, D., 2015. Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activities of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*. 7: 274–286.

Rice-Evans, C., Sampson, J., Bramley, P.M. and Hollway, D.E. (1997). Why do we expect carotenoids to be antioxidants in vivo? *Free Radical Research*. 26: 381–398.

Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. et Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine - Journals*. 20(7): 933-956.

Rohman, A., Riyanta, A.B., Lukitaningsih, E. et Riyanto, S. (2019). Olive (*Olea europea*) oil: physico- chemical characterization and antioxidant activities *in vitro* and *in vivo*. *Food Research*.19 : 1-8.

Romani, P., Pinelli, C., Galardi, N., Mulinacci, M. et Tattini, D. (2002). Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *Pistacia Lentiscus* L. *Phytochemical Analysis*. 13(2):79-86.

S

Sakagami, H., Kishino, K., Kobayashi, M., Hashimoto, K., Iida, S., Shimetani, A., Nakamura, Y., Takahashi, K., Ikarashi, T., Fukamachi, H., Satoh, K., Nakashima, H., Shimizu, T., Takeda, K., Watanabe, S., Nakamura, W. (2009). Selective antibacterial and apoptosis-modulating activities of mastic. *In Vivo*. 23: 215-224.

Salas, J. J., Bootello, M. A., Martínez-Force, E. et Garcés, R. (2009). Tropical vegetable fats and butters: Properties and new alternatives. OCL – Oleagineux. *Corps Gras Lipides*. 16(4): 254–258.

Sayre, L. M., Perry, G. Smith, M.A. (2008). Oxidative Stress and Neurotoxicity. *Chemical Research in Toxicology*. 21(1):172–188. doi:10.1021/tx700210j.

Sghaier, M, Khatteli, H. et Gammoudi, T. (2011) : Filière des Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) dans le sud-est de la Tunisie : Importance et perspectives de développement. Publication de l’Institut des Régions Arides. PP : 121.

Sherwin, E. R. (1976). Antioxidants for vegetable oils. *Journal of the American Chemical Society*. 53 :430-6.

T

Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H A., Sokmen, A. (2005). In vitro ntioxidant activities of the methanol extracts of five *Allium* species from Turkey. *Food Chemistry*. 92:89–92.

Trabelsi, H., Cherif, O. A., Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renaud, J., Barouh, N., Boukhchina, S. et Mayer, P. (2011). Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*. 131(2):434-440.

Trabelsi, H., Cherif, O. A., Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renaud, J., Barouh, N., Boukhchina, S. et Mayer, P. (2012). Total lipid content, fatty acids and 4- desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*. 131(2): 434–440.

Trabelsi, H., Cherif, O. A., Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renauld, J., Barouh, N., Boukhchina, S., Mayer P. (2012). Total lipid content, fatty acids and 4- desmethylsterols accumulation in developing fruit *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food chemistry*. 131: 434-440.

Urquiaga, I. et Leighton, F. (2000). Plant Polyphenol Antioxidants and Oxidative Stress. *Biological Research*. 33(2): 55–64.

Yang, J., J. Guo, and J. Yuan, (2008). In vitro antioxidant properties of rutin. *LWT-Food Science and Technology*. 41(6): p. 1060-1066.

Zaouali, Y., BelHadj, Y.I., Jaouadi, R., Messaoud, C. et Boussaid, M. (2018). Sex-related differences in essential oil composition, phenol contents and antioxidant activity of aerial parts in *Pistacia lentiscus* L. during seasons. *Industrial Crops & Products*. 121: 151-159.

Zengin, Z.G., Aktumsek1, A., Guler, G.O., Cakmak, S.Y., Yildiztugay, E. (2005). Antioxidant Properties of Methanolic Extract and Fatty Acid Composition of *Centaurea urvillei* DC. subsp *hayekiana* Wagenitz. *Records of Natural Products*. 5 :2 123-132.

Zhou, M., Hannah, L., Dunson, D. et Carin, L. (2012). Beta-Negative Binomial Process and Poisson Factor Analysis. *Journal of Machine Learning Research*. 22:1462-1471

Zitouni, A., Belyagoubi, B. N., Ghembaza, N., Toul, F. et Atik, B. F. (2016). Assessment of phytochemical composition and antioxidant properties of extracts from the leaf, stem, fruit and root of *Pistacia lentiscus* L. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 8: 627-633.

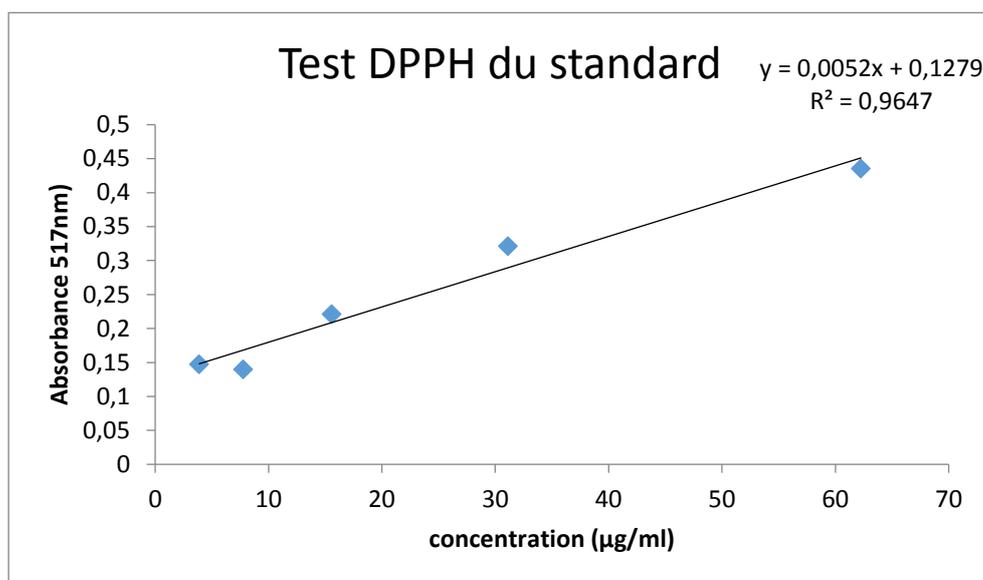
Annexes

Annexes

Annexe 1 : Composition en éléments minéraux du fruit de *Pistacia lentiscus L.*

Eléments Minéraux	Quantité (mg/100g du l'huile) (Dhifi,2013)	Quantité (mg/g du fruit) (Hamad et Hasan,2011)
Na	25.36 ± 3.25	0.46
K	2.17 ± 0.05	2.67
Ca	0.25 ± 0.04	0.37
Mg	0.19 ± 2.23	---
Fe	0.004 ± 0.00tr	---
Cu	0.0001 ± 0.00tr	---
Phosphore	---	0.004

Annexe 2 : Courbe d'étalonnage de l'activité anti-radicalaire de la vitamine E vis-à-vis le radical DPPH.



Résumé

Les plantes médicinales sont considérées depuis des siècles comme une source majeure de produits utilisées en thérapeutique, notamment *Pistacia lentiscus L.*, un arbuste aromatique que l'on trouve couramment en méditerranée. Il appartient à la famille des Anacardiaceae ; elle est largement utilisée pour traiter diverses pathologies (ulcères d'estomac, brûlures, eczéma, etc).

La présente étude a concerné la mesure de certaines activités antioxydants (DPPH, β -carotène, TAC) et la teneur en tocophérols totaux d'huile de fruits *P. lentiscus L.* de la région Bejaïa (Amizour).

Les résultats obtenus révèlent que l'huile végétale de *Pistacia lentiscus L.* possède une teneur considérable en α -tocophérols (8.07 ± 0.61) $\mu\text{g/g}$ (équivalent de α -tocophérols /g de l'huile). De plus, l'évaluation de l'activité antioxydante de cette l'huile montre une capacité intéressante de piégeage du radical DPPH estimé par IC50 avec 11.62 mg/ml, pour ce qui est du test de décoloration de la β -carotène, l'huile végétale et l' α -tocophérols ont inhibé de façon très significative l'oxydation couplée de l'acide linoléique/ β -carotène par rapport au contrôle négatif. D'après les résultats obtenus, l'huile étudiée a révélé une capacité antioxydante considérable ($143,18 \pm 0.98$ mg equi Vit E/100 mg d'huile), cela est dû à la richesse de l'huile en composés phénoliques.

Mots clés : *Pistacia lentiscus*, activité antioxydants, radicaux libres, stress oxydatif, huile végétale, composés phénoliques.

Abstract

Medicinal plants have been considered for centuries as a major source of products used in therapeutics, especially *Pistacia lentiscus L.*, an aromatic shrub commonly found in the Mediterranean. It belongs to the Anacardiaceae family; it is widely used to treat various pathologies (stomach ulcers, burns, eczema, etc.).

The present study concerned the measurement of some antioxidant activities (DPPH, β -carotene, TAC) and the content of total tocopherols of *P. lentiscus L.* fruit oil from the Bejaïa region (Amizour).

The obtained results reveal that the vegetable oil of *Pistacia lentiscus L.* has a considerable content of α -tocopherols (8.07 ± 0.61) $\mu\text{g/g}$ (equivalent of α -tocopherols /g of oil). Moreover, the evaluation of the antioxidant activity of this oil shows an interesting capacity of DPPH radical scavenging estimated by IC50 with 11.62 mg/ml, regarding the β -carotene decolorization test, the vegetable oil and α -tocopherols inhibited very significantly the coupled oxidation of linoleic acid/ β -carotene compared to the negative control. According to the results obtained, the studied oil revealed considerable antioxidant capacity (143.18 ± 0.98 mg equi Vit E/100 mg oil), this is due to the richness of the oil in phenolic compounds.

Key words: *Pistacia lentiscus*, antioxidant activity, free radicals, oxidative stress, vegetable oil, phenolic compounds.

ملخص

تم اعتبار النباتات الطبية لعدة قرون كمصدر رئيسي للمنتجات المستخدمة في العلاج ، ولا سيما *Pistacia lentiscus L.* ، وهي شجيرة عطرية توجد عادة في البحر الأبيض المتوسط. إنه ينتمي إلى عائلة Anacardiaceae. يستخدم على نطاق واسع لعلاج الأمراض المختلفة (قرحة المعدة ، والحروق ، والأكزيما ، وما إلى ذلك). تناولت الدراسة الحالية قياس بعض الأنشطة المضادة للأكسدة (DPPH ، β -carotene ، TAC) ومحتوى توكوفيرول الكلي لزيت الفاكهة *P. lentiscus L.* من منطقة بجاية (أميزور).

تكشف النتائج التي تم الحصول عليها أن الزيت النباتي من *Pistacia lentiscus L.* يحتوي على محتوى كبير من α -tocopherols (8.07 ± 0.61) ميكروغرام / جم (ما يعادل α -tocopherols / g من الزيت). بالإضافة إلى ذلك ، يُظهر تقييم النشاط المضاد للأكسدة لهذا الزيت قدرة مثيرة للاهتمام على تنظيف جذور DPPH المقدره بواسطة IC50 بـ 11.62 مجم / مل ، فيما يتعلق باختبار تغير لون β -كاروتين ، والزيت النباتي و α -tocopherols بشكل كبير جدًا. يثبط الأكسدة المقترنة لحمض اللينوليك / بيتا كاروتين مقارنة بالتحكم السلبي. وفقًا للنتائج التي تم الحصول عليها ، أظهر الزيت المدروس قدرة كبيرة من مضادات الأكسدة (143.18 ± 0.98 مجم مكافئ فيتامين E / 100 مجم من الزيت) ، ويرجع ذلك إلى ثراء الزيت في المركبات الفينولية. وفقًا لهذه النتائج ، يمكننا اعتبار الزيت النباتي من *Pistacia lentiscus L.* كمصدر محتمل لمضادات الأكسدة الطبيعية.