

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Matière



Mémoire de fin d'étude
*En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en Chimie*
Spécialité: Chimie Pharmaceutique

Thème :

Contribution à l'étude de la composition physico-chimique et antimicrobienne des huiles essentielles d'une plante a la région D'Ain defla << Pistacia lentiscus L. >>

Devant le jury composé de :

- L. Bouhouf **Examineur**
- H. Douba **Examineur**
- A. Itatahine **Encadreur**

Présenté par :

M. BOUDJEMAA yassamina.
M. HAMOUMANE safia.

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciements

Louange et Gloire à **Dieu**, Le Tout Puissant, qui nous a permis de mener à bien ce Modeste travail.

Nombreux sont qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail. Nos remerciements vont en particulier à :

Mme **Itatahine Asma** notre promotrice, Maitre assistante A à l'Université Djilali Bounaama Khemis Miliana, que nous la remercions vivement pour son soutien, ses conseils Précieux et ses critiques qui nous ont aidés.

Nous adressons encore nos remerciements à :

L'ensemble des membres du département de **Sciences de la matière** ;

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce modeste travail, trouvent ici nos sentiments de profonde gratitude et de reconnaissance infinie. Très cordialement.



Dédicaces

Grâce à mon dieu qui m'a donné le pouvoir et le courage à accomplir notre travail.

Je dédie ce mémoire :

À mon soutien dans la vie mon père et ma chère mère.

A mon frère : Ismaïl et ma petite sœur Marwa.

A mes chers amis : Fatima ; Marwa ; zahiya ; radia ; Sabrina ; Saida.

En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments. En souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

A tous ceux qui me sont chers.





Dédicaces

Avec l'aide de dieu, j'ai pu faire se modeste travail que

Je dédie :

A mes très chers parents, ma mère, et Mon père.

Mes frères et sœurs et mon binôme Yasmine ; mes amies

*Oublie qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de
persévérance, de courage et de générosité.*

Safia

ملخص

هذه الدراسة هي مساهمة متواضعة في تثمين نبات الضرو، وهو نبات منتشر على نطاق واسع في شمال إفريقيا و خاصة في الجزائر. يركز هذا العمل على دراسة نتائج الأعمال السابقة المتعلقة بمكونات الزيوت المستخلصة من الضرو، و خصائصها الفيزيوكيميائية (معامل الإنكسار، الحمض، التصين، و مؤشر البيروكسيد)، الكيمياء النباتية (كمية البوليفينول، التانينات، الفلافونويد) و أنشطتها البيولوجية. قيم المؤشرات المختلفة قريبة من تلك الخاصة بالزيوت النباتية الصالحة للأكل. يشير تحليل النتائج المختلفة من ناحية إلى وجود أدم المشبعة و غير المشبعة (حمض الأوليك وحمض اللينوليك) و من ناحية أخرى الثراء في البوليفينول و الفلافونويد و العفص المكثف.

أظهرت زيوت نبات الضرو قدرة كبيرة مضادة للأكسدة و مضادة للميكروبات (نشاط مثبط كبير ضد ع Fusarium oxysporum) كما أن لها تأثير قاتل للجراثيم على السلالات المدروسة، وبالتالي يمكن استخدامها في علاج الأمراض المعدية.

الكلمات الدلالية:

نبات الضرو، زيت عطري، خواص فيزيوكيميائية، الكيمياء النباتية، مركبات الفينول، مضادات الأكسدة، مضادات الفطريات.

Résumé

Cette étude est une modeste contribution à la valorisation du Pistacia Lentiscus L., plante très répandue en l'Afrique du Nord et particulièrement en Algérie.

Ce travail s'est penché sur l'étude des résultats de travaux antérieurs relatifs à la composition des huiles du Pistacia Lentiscus L., leurs propriétés physico-chimiques (l'indice de réfraction, d'acide, de saponification, l'indice de peroxyde), phytochimique (quantification des polyphénols totaux ; tanins ; flavonoïdes) et leurs activités biologiques.

Les valeurs des différents indices sont proches de celles des huiles végétales alimentaires.

L'analyse des différents résultats indique d'une part la présence des AG saturés et insaturés (acide oléique, l'acide linoléique) et d'autre part la richesse en polyphénols totaux, flavonoïdes et Tanins condensés.

Les huiles de lentisque ont montré une meilleure capacité antioxydant, antimicrobienne (importante activité inhibitrice vis-à-vis de la moisissure Fusarium oxysporum). Aussi, les extraits de lentisque exercent un fort effet bactéricide sur les souches étudiées et pourraient par conséquent être utilisés dans le traitement des maladies infectieuses.

Mots clés :

Pistacia-lentiscus , huile essentielle , propriétés physicochimiques, phytochimie , composés phénoliques, activité antioxydant, activité antifongique

Summary

This study is a modest contribution to the valuation of *Pistacia Lentiscus* L., a plant very widespread in North Africa and particularly in Algeria.

This work focused on the study of the results of previous works relating to the composition of oils of *Pistacia Lentiscus* L., their physicochemical properties (refractive index, acid, saponification, peroxide number), phytochemical (quantification of total polyphenols; tannins; flavonoids) and their biological activities.

The values of the different indexes are close to those of edible vegetable oils. Analysis of the different results indicates on one hand the presence of saturated and unsaturated FAs (oleic acid, linoleic acid) and on the other hand the richness in total polyphenols, flavonoids and condensed tannins.

Pistacia Lentiscus L oils have shown better antioxidant and antimicrobial capacity (significant inhibitory activity against *Fusarium oxysporum* mold). Also, *Pistacia Lentiscus* L extracts showed a strong bactericidal effect on the rested strains and could therefore be used in the treatment of infectious diseases.

Keywords:

Pistacia-lentiscus, essential oil, physicochemical properties; phytochemistry, phenolic compounds, antioxidant activity, antifungal activity.

Liste des symboles et Abréviations

CMI : concentration minimal d'inhibition

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

DPPH: 2, 2-Diphényl-1-picrylhydrazyle

EEP : Extrait d'éther de pétrole

EMeOH : Extrait methanolique

HT : Huile totale

H.E : Huile essentielle

IC50 : Concentration d'inhibition de 50% des radicaux libres

g : Gramme

ml : Mililitre

PAM : Plante aromatique et médicinale

% : Pourcentage

Liste des tableaux

Tableau I.1: Les composants actifs des PAM.	03
Tableau I.2. : Propriétés physico-chimiques des corps gras et leurs caractéristiques.	11
Tableau.I.3: Principaux composés des huiles essentielles de Pistacia Lentiscus.	25
Tableau.I.4 : effet thérapeutique de différentes parties de Pistacia lentiscus L.	30
Tableau 05: Teneur en eau et rendement en huiles essentielles de Pistacia lentiscus L.	31
Tableau I.06 : Caractéristiques physicochimiques de l'huile de lentisque.	32
Tableau 07: Teneur moyenne de Pistacia lentiscus en polyphénols, flavonoïdes et Tannins.	34
Tableau 08 : screening phytochimique des fruits du lentisque.	36
Tableau 09 : composition en acides gras de l'huile de Pistacia lentiscus par CPG.	40
Tableau 10 : La concentration inhibitrice de l'extrait méthanoïque des fruits et feuilles de P.lentiscus.	42

Liste des figures

Figure I.01 : Structure de base des flavonoïdes.	05
Figure I.02: structure de l'acide gallique (A) et ellagique (B).	06
Figure I.03: Structure des tanins condensés.	06
Figure I.04: Structure de base des coumarines.	07
Figure I.05 : Structure de base des anthocyanes.	07
Figure I. 06 : Exemples des classes des alcaloïdes.	08
Figure I .07 : Structure de la molécule d'isoprène.	08
Figure I.08 : Montage Clevenger.	15
Figure I.09 : Entraînement à la vapeur.	15
Figure.I.10: l'aire de répartition du genre <i>Pistacia</i> .	21
Figure. I .11 : aire de répartition de Pistacia lentiscus L. autour du bassin Méditerranéen.	21
Figure. I.12 : Feuilles, fleurs, graines du Pistacia lentiscus.	22
Figure.I.13 : Feuilles, fleurs du Pistacia lentiscus.	23
Figure.I.14 : graines du Pistacia lentiscus.	23
Figure.I.15 : Mastic du Pistacia lentiscus	24
Figure I.16: chromatogramme d'huile essentielle.	29

Table de Matière

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des symboles et Abréviations.

Introduction * 01

Chapitre 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Plantes médicinales et phytothérapie 03

I.1. Historique 03

I.2. Généralités 03

I.2.1. Les plantes aromatiques..... 03

I.2.2. Les plantes médicinales..... 04

I.2.3. Classification des plantes médicinales..... 04

I.3. Phytothérapie..... 04

I.4. Les substances actives des plantes médicinales..... 04

I.5. Domaine d'application des plantes médicinales..... 06

II. Les biomolécules du Pistacia lentiscus L..... 06

II.1. Composés phénoliques..... 06

II.1. a. Les acides phénoliques..... 07

II.1. b. Les flavonoïdes..... 07

II.1. c. Les tanins..... 07

II.1. d. Les coumarines 08

II.1. e. Les anthocyanes..... 09

II.1. f. Les composés azotés (les alcaloïdes) 10

II.1. i. Les terpénoïdes (isoprénoïdes) 10

II.2. Huiles essentielles..... 10

II.2.1. Définition..... 11

II.2.2. Répartition et localisation..... 12

II.2.3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles..... 12

II.2.4. Composition chimique et biosynthèse des huiles essentielles..... 14

II.2.5. Facteurs affectant la variabilité de la composition des huiles essentielles.....	14
II.2.6. Pouvoir antimicrobien des huiles essentielles.....	16
II.2.8. Procèdes d'extraction des huiles essentielles.....	16
II.2.8.1. Distillation ou hydro distillation.....	16
II.2.8.2. Par L'enfleurage et macération.....	17
II.2.8.3. Extraction au CO2 supercritique.....	17
II.2.8.4. Hydrodistillation par micro- ondes sous vide.....	18
II.2.8.5. L'entraînement à la vapeur sèche.....	18
II.2.8.6. L'extraction aux solvants volatils.....	18
II.2.9. Activité antioxydante.....	19
II.2.9.1. Radicaux libres et stress oxydatif.....	19
II.2.9.2. Antioxydants.....	19
II.2.9.3. Mode d'action d'un antioxydant.....	20
II.2.9.4. Types d' antioxydants.....	20
III. La famille des Anacardiaceae.....	21
III.1. Origine du nom.....	21
III.2. Distribution géographique de Pistacia lentiscus.....	22
III.3. Description botanique de Pistacia lentiscus L.....	24
III.4. Classification taxonomique de Pistacia lentiscus L.....	26
III.5. Composition chimique de l'huile essentielle de Pistacia lentiscus.....	27
III.6. Activité pharmacologique et effets thérapeutiques de Pistacia lentiscus L.....	31
IV. Travaux antérieurs	32
IV.1. Teneur en eau et rendement en huiles essentielles.....	33
IV.2. Caractéristiques physicochimiques de l'huile de lentisque.....	34
IV.3. Quantification des composés phénoliques.....	35
IV. 4. Screening phytochimique	38
IV.5. Composition chimique de l'huile de lentisque par CPG.....	42
IV.6. Evaluation du pouvoir antiradicalaire par dpph.....	43
IV.7. Etude de l'activité antimicrobienne.....	44
Conclusion	46
Références bibliographies	

Introduction générale

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui possèdent une activité pharmacologique pouvant conduire à des utilisations thérapeutiques, grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain. Elles ont été utilisées par l'homme depuis la haute antiquité ; les Egyptiens utilisaient des feuilles de saule pour traiter les états inflammatoires.

Les progrès de phytochimie, la biologie et la pharmacologie ont contribué au développement de la médecine. Nous constatons de nos jours, qu'il a un retour au naturel car le médicament naturel en connaissant sa composition est mieux toléré et présente moins d'effets secondaires que le médicament chimique.

Les huiles essentielles ont un intérêt reconnu depuis longtemps, elles sont utilisées dans plusieurs domaines: en industrie alimentaire, en pharmacie, en cosmétique grâce à leurs propriétés aromatiques ou en raison de leurs vertus curatives. Bien que **Pistacia lentiscus L** est l'une des plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde, les extraits des huiles essentielles de cette plante sont largement utilisés, dans la médecine traditionnelle, depuis des siècles contre une multitude de maux. Aujourd'hui, Pistacia lentiscus est rentré dans la médecine moderne.

Ce travail de fin d'études s'inscrit dans le cadre d'obtention d'un diplôme de Master en chimie pharmaceutique,

L'objectif de ce travail est l'extraction de huile essentielle de Pistacia lentiscus L par la méthode d'extraction nommé hydro distillation au, et l'extraction par solvants organique (Soxhlet), puis ses caractéristiques organoleptique et physicochimique ont été déterminés en calculant les paramètres: l'indice de réfraction , d'acide, de saponification, l'indice de peroxyde Son pouvoir antioxydant a été aussi évalué, et enfin des analyses par chromatographie à phase gazeuse (CPG) ont été effectuées pour montrer la composition chimique et identifier ses principaux constituants, et a la fin évalué l'activité antimicrobienne de cette huile et son importance.

Ce mémoire est composé de trois chapitres:

- Le premier chapitre concerne une approche bibliographique composée de trois

principaux titres d'abord les plantes médicinales et phytothérapie, puis les huiles essentielles et l'activité antioxydant, et enfin la famille des Anacardiaceae (*Pistacia lentiscus* L).

- Le deuxième chapitre est consacré pour une description de matériels, des méthodes d'extraction et de caractérisation.
- Le dernier chapitre comporte les résultats et discussion.

Enfin le mémoire se termine par une conclusion générale.

:

I-Plantes médicinales et phytothérapie

I.1. Historique :

L'histoire des plantes médicinales est très ancienne, elle est liée à celle de l'homme [1]. Depuis la plus haute antiquité, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition [2], ce qui leurs a permis d'enrichir ses connaissances des plantes, et même de se spécialiser dans le traitement par les herbes [1]. Moins de 400 ans avant J-C : Hippocrate, le très célèbre médecin grec considéré comme le père de la médecine occidentale actuelle, laisse une somme considérable de données dans le *Corpus Hippocraticum* qui traite environ 250 « simple ». Au cours du 1 siècle : Dioscoride référence 609 drogues végétales dans son ouvrage « *De materia medica* » [3], qui est devenu depuis quelques années « *Pharmacognosie* » [4].

Plus tard, en 1635, Louis XIII crée à Paris le célèbre jardin royal des plantes médicinales riches de plus de 2300 espèces végétales [5].

C'est au 18ème siècle que les plantes acquièrent leurs identités telles qu'on les connaît aujourd'hui, à savoir un double nom indiquant le genre et l'espèce [6].

Depuis quelques décennies, l'ère du bien-être, la recherche d'une vie saine, le retour aux choses essentielles, à la nature, fait renaitre un enthousiasme certain pour les plantes [2].

Le travail des chimistes du XIXème siècle va permettre une identification plus précise des agents actifs des plantes et une meilleure définition de leurs vertus [7].

I.2. Généralités

I.2.1. Les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques appartiennent à la fois au domaine des plantes médicinales et des matières premières industrielles d'origine végétale, et constituent des sources de substances naturelles complexes, destinées à apporter des caractères organoleptiques particulier aux aliments [8].

I.2.2. Les plantes médicinales

Selon la pharmacopée française (1965), une plante médicinale est utilisée entière ou sous forme d'une partie de plante et qui possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes peuvent aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

I.2.3. Classification des plantes médicinales

La classification des plantes peut se faire en fonction de nombreux intérêts:

- Classification botanique (systématique).
- Classification thérapeutique (action physiologique).
- Classification chimique (nature du principe actif).
- Classification commerciale (intérêt commercial).

I.3. Phytothérapie

Vient du grec "*phytos* » (plante et "*therapeuo*" (soigner). Elle repose en partie sur une pratique traditionnelle, fondée sur l'utilisation ancestrale et locale des plantes. Les plantes médicinales renferment de nombreux principes actifs (plus de 250) qui ont des activités thérapeutiques complémentaires ou synergiques.

Ces principes actifs ont été étudiés et reproduits chimiquement pour être incorporés de nos jours dans de nombreux médicaments. La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits de plantes et les principes actifs naturels [9].

I.4. Les substances actives des plantes médicinales

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde possèdent des vertus thérapeutiques, donc il est indispensable de connaître leur composition pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme [4]. On classe les plantes et leurs effets en fonction de leur principe actif (tableau I.1).

Tableau I.1: les composants actifs des PAM [2].

Principe actifs	Exemples de plante
Huile essentielles	La camomille allemande (<i>Moticaria recutita</i>), l'arbre à thé (<i>Melaleuca alternifolia</i>), Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)...etc
Phénols	La gaulthérie (<i>gaultheria precumbens</i>), le thym (<i>Thymus vulgaris</i>)
Tanins	Le chenepédonculé (<i>Quercus robur</i>), acacia (<i>Acacia catchu</i>)
Flavonoïdes	Le citron (<i>Citrus limon</i>), sarrasin (<i>Fagopirum esculentum</i>), tréfle rouge (<i>Trifolium pratense</i>)
Couramines	Le mélilot (<i>Melilotus officinalis</i>), le celeri (<i>Apium graveolens</i>)
Principe amers	L'absinthe (<i>Artemisia absinthium</i>), l'aurone (<i>Artemisia abrotanum</i>)
Alcaloïdes	Groupe très large : la belladone (<i>Atropa belladonna</i>), les jusquiames (<i>Hyoscyamus niger</i> et <i>H. falezlez</i>), pavot (<i>papaver somniferum</i>)...etc
Mucilages	L'orme rouge (<i>Lilmus rubra</i>)
Glucosides Gcardiotoniques Gcyanogéniques	Digitale pourpre (<i>Digitalis purpurea</i>), les mugets (<i>cenvallaria magilis</i>) Cerisier sauvage (<i>Prunus serotina</i>), l'arbitotier (<i>prunus sarmeriaca</i>)
Antraquinones	La rubarbe de chine (<i>Rheum palmatum</i>), le séné (<i>cassia senna</i>)
Saponines Stéroïdes Triterpénoïdes	L'igname sauvage (<i>Discorea villosa</i>) La réglisse (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)

I.5. Domaine d'application des plantes médicinales

- **Utilisation en médecines :**

Selon les estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 80% de la population mondiale surtout dans les pays en voie de développement, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires.

- **Utilisation en agriculture :**

Exemple : l'arbre *Azadirachta indica*, qui se développe dans tout le subcontinent indien, est l'une des plantes médicinales les plus importantes au Bangladesh, de 12 à 18 mètres de hauteur avec un périmètre atteignant jusqu'à 1.8 à 2.4 mètres. Les huiles de cet arbre ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématode (vers parasites).

- **Utilisation en alimentation :**

Assaisonnement des boissons, des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisés dans l'alimentation sont pour une bonne part responsable des plaisirs de la table.

- **Utilisation en cosmétique :**

Les plantes sont utilisées dans les produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène, des suppléments diététiques.

II. Les biomolécules du *Pistacia lentiscus* L.

II.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques présente une vaste classe de substance organique cyclique qui dérive du phénol C_6H_5OH [10]. Sont présents dans toutes les parties des végétaux et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstrictrice, Anti-inflammatoire, inhibitrice enzymatiques, antioxydants et antimicrobiens [11].

II.1.1. Les acides phénoliques

Ils appartiennent à deux groupes, les acides hydroxy benzoïques, dérivés de l'acide benzoïque, ont une structure de base de type C6-C1 et les acides hydroxy cinnamiques dont la structure de base (C6-C3) dérive de celle de l'acide cinnamique[12].

II.1.2. Les flavonoïdes

Sont des molécules considérées comme des pigments quasiment universels des végétaux, ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. [11]. Ils sont constitués d'un cycle benzoïque présentant plusieurs groupements hydroxyles (figure I.1) et pour cette raison ils sont nommés polyphénols. Ces groupements hydroxyles sont responsables de la fonction antioxydante des polyphénols [13].

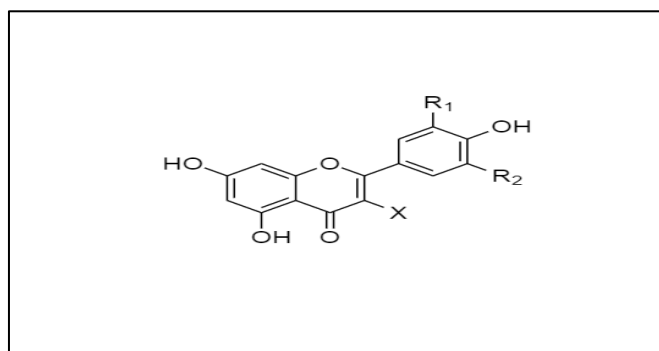


Figure I.1 : Structure de base des flavonoïdes [14].

II.1.3. Les tanins

Sont dérivés en deux groupes principaux d'après leurs structures et leurs propriétés:

- **Les tanins hydrolysables**, qui sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est généralement le D-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins, ou ellagique (figure I.2) [15].

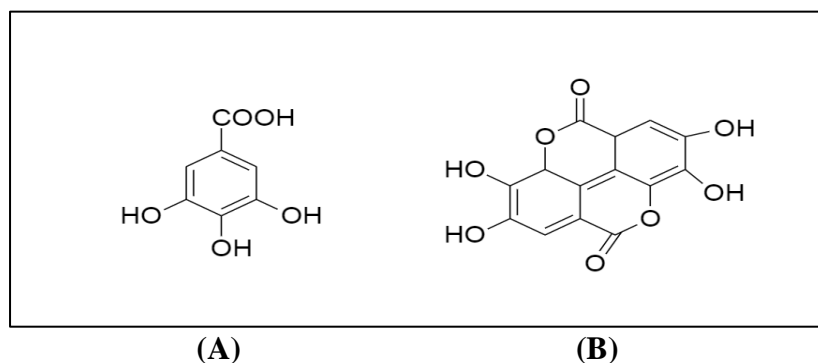


Figure I.2: structure de l'acide gallique (A) et ellagique (B) [15].

• Les **tanins condensés**, appelés aussi proanthocyanidine, sont largement répandus dans l'alimentation humaine. Ces tanins sont des oligomères ou polymères de flavan-3ols qui ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide à chaud par rupture de la liaison inter monomérique (figure I.3) [16].

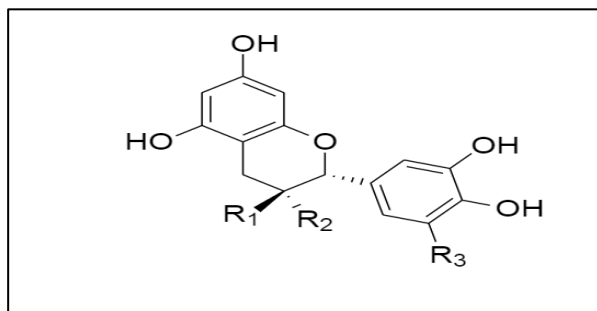


Figure I.3: Structure des tanins condensés [17].

II.14.. Les coumarines

Sont des composés aromatiques naturels (figure I.4), largement distribués- dans le règne végétal, elles sont bénéfiques en cas d'affection cutanées [18].

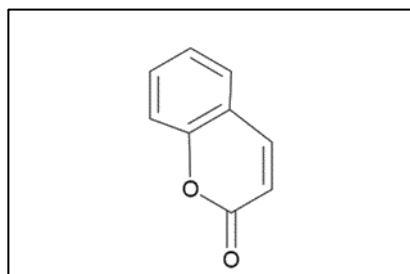


Figure I.4: Structure de base des coumarines [19].

II.1.5. Les anthocyanes

Les anthocyanes possèdent une structure de base, le 2-phényl-1benzopyrilium (cation flavylium) constituée de trois cycles aromatiques, responsable du pouvoir absorbant (chromophore). Cette structure porte plusieurs fonctions hydroxyles dont l'une est glycosylée par des différents oses (glucose, galactose, rhamnose, arabinose), omigosides ou hétérosides (figure I.5) [20].

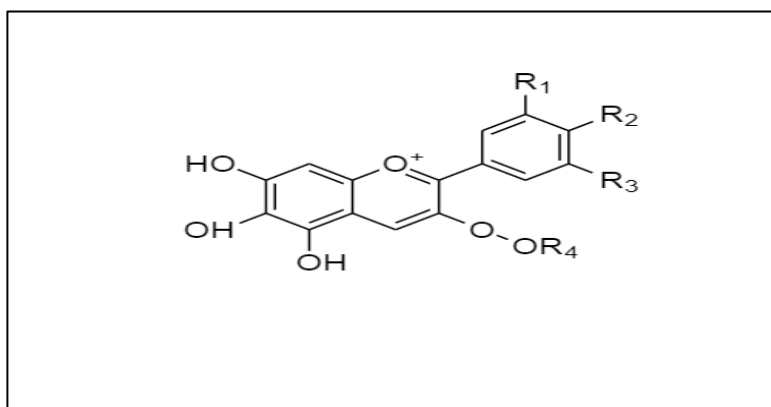
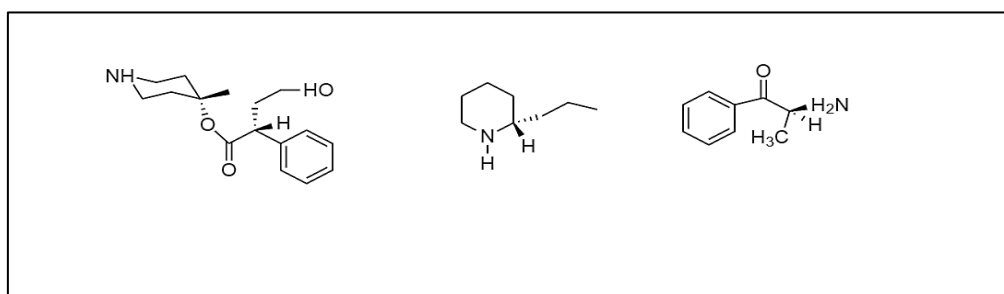


Figure I.5 : Structure de base des anthocyanes [20].

II.1.6. Les composés azotés (les alcaloïdes)

On distingue trois classes d'alcaloïdes.

- **Alcaloïdes vrais**, sont bio synthétiquement formés à partir d'un acide aminé et comporte un atome d'azote dans un système hétérocyclique, exemple hyoscyamine (figure I.6).
- **Pseudo-alcaloïdes**, représentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas dérivés des acides aminés, exemple : conine(figure I.6).
- **Proto-alcaloïdes**, sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique, exemple : cathionone (figure I.6)[4].
- **Proto-alcaloïdes**, sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique, exemple : cathionone (figure I.6)[4].



(-)-Hyoscyamine

(+) Conine

(+) Cathionone

Figure I.6 : Exemples des classes des alcaloïdes [21].

II.1.7. Les terpénoïdes (isoprénoïdes)

Sont des molécules de faible poids moléculaire, volatiles, dérivés de l'isoprène (C₅H₈) (figure I.7), et entrant dans la composition des huiles essentielles [22].

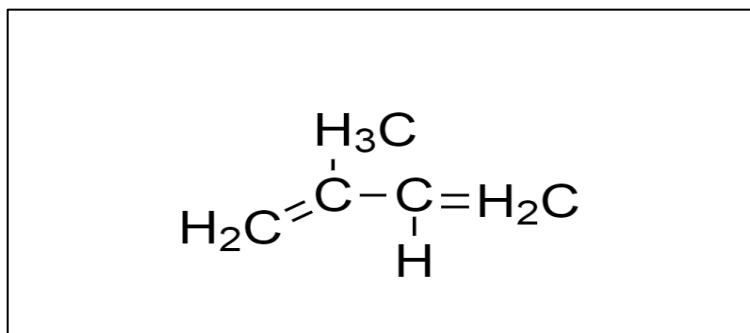


Figure I.7 : Structure de la molécule d'isoprène [23].

II.2. Huiles essentielles

II.2.1. Définition

Selon AFNOR [24] ; Association Française de Normalisation : « ce sont des produits obtenus à partir de matières premières d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerie frais de certains agrumes, soit par distillation et qui sont ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » [4].

Pour certains auteurs, il est important de distinguer l'huile essentielle et l'essence:

Essence: sécrétion naturelle élaborée par l'organisme végétal, contenue dans divers types d'organes producteurs, variables selon la partie de la plante considérée [25].

Huile essentielle : L'huile essentielle est le parfum des plantes aromatiques. Elle s'appelle aussi l'essence ou l'huile volatile qui est un produit de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation [4].

L'huile essentielle est un extrait végétal provenant des plantes dites : aromatiques qui contiennent donc dans leurs feuilles, fruits, graines, écorces, ou racines, un grand nombre de

molécules aromatiques, qui constituent le ou les principes essentiels des plantes. Les huiles essentielles sont des substances de consistance huileuse, plus au moins fluides, voire résinoïde très odorantes, volatiles, souvent colorées : du jaune pâle au rouge foncé voir brun, en passant par le vert émeraude ou encore le bleu.

Elles sont plus légères que l'eau (densité de l'ordre de : 0,750 à 0,990) Ces essences sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, mais insolubles dans l'eau. Ce sont des métabolites secondaires, la plante utilise l'huile pour favoriser la pollinisation, comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques et conservant l'humidité des plantes [26].

Selon la Pharmacopée Européenne, les huiles essentielles sont définies comme étant « un Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition .[27].

II.2.2. Répartition et localisation

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs [28]. Leur composition chimique est d'une grande complexité, ce qui les rend spécifiques car chaque huile essentielle regroupe en réalité plusieurs substances aromatiques très élaborées et très différentes. Les huiles essentielles peuvent être stockées dans toutes les parties de la plante (fleurs, feuilles, fruits, graines, écorces, tiges, ect) avec une quantité plus importante au niveau des parties supérieures (fleurs et feuilles) [29].

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule.

L'accumulation de ces métabolites secondaires, se fait généralement au niveau des structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur la surface de la plante telle que les poils sécréteurs, les poches sécrétrices et les canaux sécréteurs pour les Astéracées [30].

II.2.3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

L'état physique des acides gras en fonction de la température a une importance primordiale dans la définition des propriétés du corps gras.

Les propriétés physico-chimiques attribuées aux corps gras sont illustrées dans le tableau I.4 suivant :

Tableau I.2. : Propriétés physico-chimiques des corps gras et leurs caractéristiques.

Paramètres physico-chimiques	Caractéristiques	Références
Etat naturel et aspect	Solide ou liquide, cela dépend du nombre de carbone et d'insaturation qu'il contient	(Denise, 1982)
Solubilité	Diminue avec la longueur de la chaîne hydrocarbonée et augmente avec l'insaturation pour une température (T) donnée	(Touisot, 1974)
Point de fusion (point de solidification)	-Permet d'apprécier le degré de pureté -S'élève avec la longueur de la chaîne hydrocarbonée dans le cas AGS et s'abaisse avec le nombre de doubles liaisons pour AGIS	(Kessous, 1993 ; Graille, 2003)
Densité	-Dépend de la composition chimique, et de la T -Augmente avec l'augmentation d'indice d'iode et indice de saponification	(Francois, 1974) Bannaniba, 2003)
Viscosité	-Dépend de la composition chimique et de la T -Augmente avec l'augmentation du poids moléculaires et diminue avec l'augmentation de la T	(Karleskind, 1992)
Indice d'iode	Permet de calculer l'insaturation totale de la graisse	(Francois, 1974)
Indice de peroxyde	Renseigne sur le degré d'oxydation et le nombre d'AG constituants le corps gras à analyser	(Tchiegang et al., 2004)
Indice d'acide	Permet la neutralisation des corps gras	
insaponifiable	Caractérise un corps gras grâce à sa constitution (colorants caroténoïdes, chlorophylle, stérols, tocophérols et divers alcools aliphatiques ou cyclique)	(Debruyne, 1999)

II.2.4. Composition chimique et biosynthèse des huiles essentielles

Selon l'AFNOR, Une huile essentielle contient en moyenne soixante-quinze molécules actives [31].

Généralement les constituants des huiles essentielles appartiennent principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques comme les monoterpènes, les sesquiterpènes [32], les diterpènes (C20) [33, 34] et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane [35].

II.2.5. Facteurs affectant la variabilité de la composition des huiles essentielles

La composition chimique de l'huile essentielle de certaines plantes peut varier à l'intérieur d'une même espèce, ces variétés chimiques sont communément appelées chémotypes. Le mot chémotype est dérivé de chimiotype ou chimiovariété. Cette variation peut être due à des nombreux facteurs, dont nous citons les plus importants :

Origine botanique

La composition d'une H.E varie en fonction de l'espèce productrice. En effet, l'extraction de huiles essentielles d'un même organe de deux plantes différentes ne donne pas la même composition chimique[36].

L'organe producteur

La composition et le rendement d'une H.E varient selon la partie de la plante à partir de laquelle est extraite [37].

Origine géographique

Cela permet de connaître l'environnement dans lequel grandit la plante et de caractériser ainsi l'huile essentielle obtenue. Il y a des différences de composition chimique selon le pays d'origine.

Une même plante grandissant dans des lieux différents avec changement de situation géographique (altitude et latitude), avec variation de la nature du sol, peut produire des huiles essentielles différentes [38].

Conservation des plantes

Les plantes doivent être séchées à l'air et à l'ombre. En effet, des modifications chimiques, physiques et biochimiques dues à l'action de la lumière et de la température peuvent influencer sur la qualité d'huile [37].

Le mode d'extraction

Le rendement et la composition chimique des huiles essentielles varient d'une espèce à une autre. Cette variabilité peut être liée à des facteurs extrinsèques et intrinsèques.

II.2.6. Pouvoir antimicrobien des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont largement étudiées pour mieux cerner leur efficacité comme agents antimicrobiens naturels. Ces huiles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent la croissance des bactéries et celle des moisissures et des levures. Elles empêchent aussi la multiplication, la sporulation et la synthèse des toxines des bactéries. Comme elles agissent sur la production de mycélium chez les levures [39].

II.2.7. Procèdes d'extraction des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes pour l'extraction des H.E :

II.2.7.1. Distillation ou hydro distillation

Deux méthodes sont décrites ci-dessous :

- **La méthode de Moritz** : il s'agit d'une hydrodistillation simple qui consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau. L'ensemble est, ensuite, porté à l'ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile se sépare par différence de densité.

L'hydrodistillation peut s'effectuer sans ou avec retour d'eau dans le ballon. Ce recyclage est dit cohobage et le système conçu pour l'opération est appelé Clevenger (Figure I.8). Son intérêt majeur réside dans l'utilisation du système de cohobation permettant une distillation en continu sans modifier la quantité en eau du ballon.



Figure I.8 : Montage Clevenger.

-La méthode de Parnas-Wagner : dans la distillation à vapeur saturée, la matière végétale est placée sur une grille perforée au-dessus de la base de l'alambic et n'est pas en contact avec l'eau. Les principes volatils sont entraînés par les vapeurs d'eau puis refroidis et enfin séparés de la phase par décantation [40, 41].

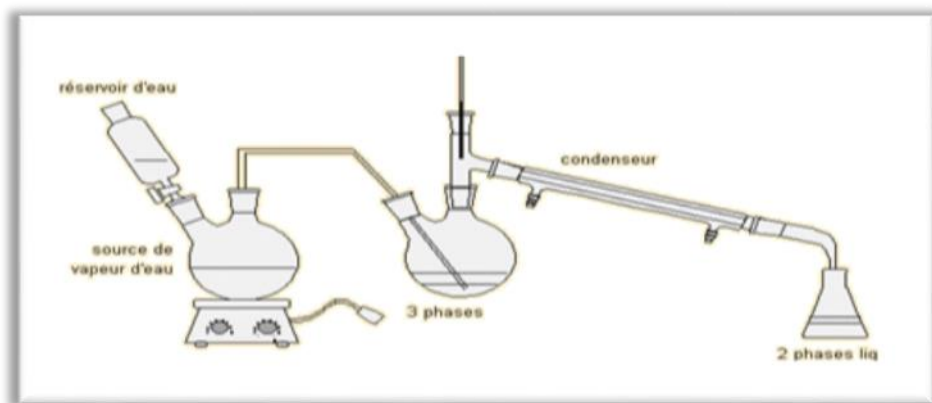


Figure I.9 : Entraînement à la vapeur.

II.2.7.2. Par L'enfleurage et macération

C'est une méthode plus guère utilisée, car trop complexe sauf pour les fleurs principalement. Celles-ci sont étalées délicatement sur des plaques grasses qui absorberont tout le parfum. Les corps gras vont, ensuite, être épuisés par un solvant. Une fois l'arôme des fleurs absorbé, nous remettons des fleurs fraîches, et ceci jusqu'à saturation du corps gras. Au bout de 24 heures, le corps gras et les H.E sont séparés [40].

II.2.7.3. Extraction au CO₂ supercritique

Dans cette technique, un courant de CO₂ à forte pression fait éclater les poches à essence, et entraîne les H.E qui seront, ensuite, récupérées [42].

Au-delà du point critique ($P = 73,8$ bars et $T = 31,1$ °C), le CO₂ possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz ; ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Cette technique présente énormément d'avantages. Tout d'abord, le CO₂

supercritique est un solvant idéal puisqu'il est naturel, inerte chimiquement, inflammable, non toxique, sélectif, aisément disponible et peu coûteux. De plus, il s'élimine facilement de l'extrait sans laisser de résidus. Outre ces avantages, le principal point fort est la qualité irréprochable de l'extrait puisqu'aucun réarrangement ne s'opère lors du processus. Son unique point faible est le coût très élevé de son installation.

Cette technique est aujourd'hui considérée comme la plus prometteuse; car elle fournit de l'extrait volatil de très haute qualité et qui respecterait intégralement l'essence originelle de la plante.

II.2.7.4. Hydrodistillation par micro- ondes sous vide

Le montage obtenu se rapproche sensiblement d'un montage d'hydrodistillation classique. Le réacteur contenant seulement le matériel végétal est chauffé par les micro-ondes à l'intérieur du four, les vapeurs sont ensuite entraînées dans le col de cygne avant d'être condensées dans le réfrigérant puis recueillies dans un essencier. Les graines sont en permanence humides, ce qui ne laisse aucune chance à la réalisation d'éventuelles réactions secondaires, néfastes à la qualité du produit obtenu [43]

Le protocole expérimental de l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes s'articule autour de trois points importants :

- La quantité de matière végétale traitée,
- La puissance micro-ondes appliquée,
- La durée totale de l'extraction.

II.2.7.5. L'entraînement à la vapeur sèche

Pour éviter certains phénomènes d'hydrolyse des composants d'huile essentielle ou des réactions chimiques pouvant altérer les résultats, le procédé de l'entraînement à la vapeur sèche est pulsé. Les cellules se distendent et les particules d'huile se libèrent. Ces derniers sont alors vaporisées et condensées dans un serpentin réfrigéré. La récupération d'huile essentielle est la même que dans le cas de l'hydrodistillation.

II.2.7.6. L'extraction aux solvants volatils

Cette technique est elle aussi utilisée avec des fleurs ne supportant pas la chaleur, la distillation ne convient que pour les végétaux dont le rendement en huile essentielle est suffisamment important, l'hexane qui s'évapore rapidement est employé. Le solvant lave la matière première qui subira après décantation et concentration, une distillation partielle. Ce solvant volatil est alors séparé de concrète par filtrage, puis glaçage de -12° à -15°C. La précieuse substance ainsi obtenue est à nouveau filtrée et concentrée à faible pression.

II.2.8. Activité antioxydante

Les polyphénols et les huiles (végétale, essentielle) possèdent de remarquables activités biologiques et pharmacologiques dues essentiellement à leur pouvoir antioxydant et à l'inhibition de certaines enzymes productrices de radicaux libres [44, 45].

II.2.8.1. Radicaux libres et stress oxydatif

L'oxygène est un élément vital qui joue un rôle indispensable dans l'oxydation des cellules. Lorsque cette oxydation est incomplète, il se forme des molécules nocives appelées radicaux libres . En grand nombre, les radicaux libres altèrent l'intégrité des cellules et provoquent une mort cellulaire prématurée. La principale production des radicaux libres à l'intérieur de l'organisme est le métabolisme, c'est-à-dire la transformation des aliments en énergie. Les sources externes sont le stress, le tabac, l'alcool, la pollution et les additifs alimentaires. Si les radicaux libres en viennent à excéder la capacité de l'organisme à les neutraliser, ils peuvent contribuer à l'apparition de plusieurs maladies, dont les maladies cardiovasculaires, certains types de cancers et d'autres maladies associées au vieillissement [46, 47].

Dans les systèmes biologiques, le stress oxydatif est la conséquence d'un déséquilibre entre la production de radicaux libres et leur destruction par des systèmes de défenses antioxydantes [48].

II.2.8.2. Antioxydants

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydants sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et superoxydes ($\text{O}\cdot 2$) [49].

Les antioxydants sont des molécules qui aident le corps à lutter contre les radicaux libres en les neutralisant, afin qu'ils deviennent inoffensifs [50], ils peuvent être classés en deux groupes selon le niveau de leur action : les antioxydants primaires et les antioxydants secondaires.

II.2.8.3. Mode d'action d'un antioxydant

D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci; un tel effet résulte d'une structure de donneurs d'atome d'hydrogène ou d'électrons souvent aromatiques cas de dérivés de phénols [51]. En plus, leurs radicaux intermédiaires sont relativement stables du fait de la délocalisation par résonance et par manque de position appropriées pour être attaqué par l'oxygène moléculaire.

Les antioxydants sont en fait des agents de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres, ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. D'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puisse réagir avec un nouvel acide gras .tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singlet pour la transformer en chaleur [52].

II.2.8.4. Types d'antioxydants

Sources synthétiques

Ils constituent une source importante d'antioxydants. Actuellement, les classes thérapeutiques comme les anti-inflammatoires non stéroïdiens, les anti-hyperlipoprotéïnémiques, les β -bloquants et autres antihypertenseurs ont été évalués pour leurs propriétés antioxydantes [48].

Sources naturelles

Les antioxydants d'origine alimentaire sont nombreux, certains sont liposolubles comme : tocophérols ; β carotène ; lycopène, d'autres sont hydrosolubles comme l'acide ascorbique ; et d'autres sont plus hydrosolubles que liposolubles comme les polyphénols.

III- La famille des *Anacardiaceae*

La famille des *Anacardiaceae* sont des arbres, des arbustes (exceptionnellement plantes grimpantes), à canaux résinifères schizogènes, à feuilles composées pennées ou trifoliolées, généralement alternes, dépourvues de glandes ponctiformes. Inflorescence en panicules. Fleurs actinomorphes, hétérochlamydées, parfois apétales, 5-mères, ♀ (hétérosexées) et/ou unisexuées, généralement hypogynes, diplostémones ou haplostémones (à filets souvent concrescents, à la base), apocarpes ou syncarpes. Disque intrastaminal. Gynécée isomère ou réduit à 3-1 carpelle, mais généralement 1-loculaire par avortement, à placentation axile, chaque carpelle étant 1-ovules apotropes 2 (-1)-tegminés [53].

Les plantes de la famille *Anacardiaceae* produisent des résines ou vernis précieux (laque de Chine, etc.); plusieurs sont riches en tannin (*Rhus*); d'autres sont comestibles (*Mangifera*, *Anacardium*, *Pistacia*, etc.).

III.1. Origine du nom

Le mot *Pistacia lentiscus* dérive du latin " **pistakia**" constitue une altération du mot "foustak", et "lentiscus" est nom de l'arbre au mastic [54].

Le lentisque ou pistachier lentisque ou arbre à mastic (*Pistacia lentiscus* L) ; « **Derou** » appartenant à la famille *des Anacardiaceae* est l'une des plantes spontanées les plus répandues en Algérie. On le trouve sur tout type de sol, subhumide et semiaride et dispersé tout au long du littoral et se développe dans divers habitats le long d'un gradient climatique qui varie suivant le rayonnement solaire, température et précipitation [55, 56].

-Nom commun:

- Arabe : Darou, dherou , drou , sarisse سريس
- Kabylie (Algérie) : Amadagh Tidekt, Tidekst
- Français : Pistachier Lentisque et arbre au mastic , Lentisque d'Espagne
- Allemand : Mastixbaum
- Anglais : Chios mastic tree , Mastic
- Espagnol : Lentisco, charneca comun
- Italien : Lentischio, sondrio

- **Nom scientifique:** *Pistacia lentiscus* L

III.2. Distribution géographique de *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus L. est un arbrisseau que l'on trouve couramment en sites arides, Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique, jusqu'aux Canaries [57].

Selon [58] l'aire de répartition de genre de *Pistacia* est illustrée dans la figur. I.10 ci-dessous :

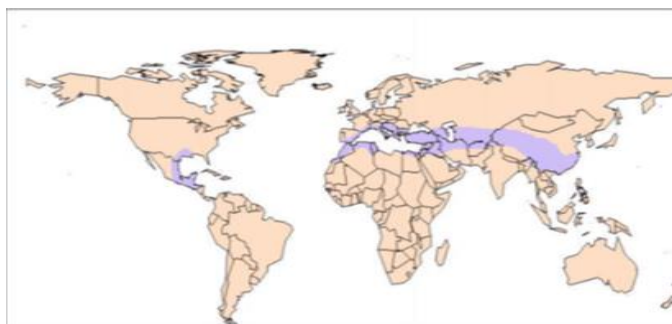


Figure.I.10: l'aire de répartition du genre *Pistacia* [58].

En Algérie, on le retrouve sur tout type de sol, subhumide et semi-aride [59], plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège[60]. Présente dans le bassin méditerranéen, il se trouve à l'état sauvage, dans les maquis, et les garrigues dans tout type de sols, bien qu'il préfère les terrains siliceux [61]. Il occupe l'étage thermo-méditerranéen. Sa limite méridionale se situe aux environs de Saida, sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée [62].

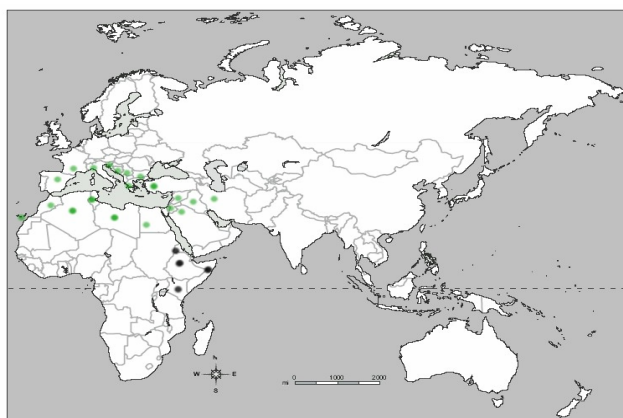


Figure I.11 : aire de répartition de *Pistacia lentiscus* L. autour du bassin Méditerranéen [63].

III.3. Description botanique de *Pistacia lentiscus* L

Pistacia lentiscus L, ou pistachier lentisque ou arbre à mastic, « Derou », est un arbrisseau de 1 à 3 m de hauteur [57], sclérophylle, qui se comporte comme une espèce thermophile [64]; odeur résineuse forte et à écorce lisse et grise à croissance très lente et à feuilles vertes persistantes et alternes [65], se développant dans des secteurs chauds à basses altitudes et dans les abrités et ensoleillés à altitudes moyennes (figurer I.7).



Figure I.12 : Feuilles, fleurs, graines du *Pistacia lentiscus* [66].

Il est caractérisé morphologiquement par :

□ **Des fleurs** : en grappes spiciformes denses, naissant 1 ou 2 à l'aisselle d'une feuille et égalant au plus la longueur d'une foliole. Elles sont unisexuées d'environ 3 mm de large et sont très aromatiques, (figure I.8) [64].

Elle dégage une odeur forte et désagréable (Figure I.8). On différencie les fleurs femelles des fleurs mâles grâce à leur couleur, vert jaunâtre pour les femelles et rouge foncé pour les mâles. Les fleurs mâles et femelles poussent sur des arbustes différents, les mâles ont 5 petits sépales dont émergent 5 étamines rougeâtres reposant sur un disque nectarifère. Les femelles à 3 ou 4 sépales à un ovaire supère avec un style court à 3 stigmates. Floraison de Mars à Mai[58]. La floraison est la formation puis l'épanouissement d'une fleur ou Inflorescence.

□ **Des feuille** : sont persistantes, paripennées, composées avec 4 à 10 paires de folioles elliptiques et lancéolées, alternées, coriaces, composées, entières et sessiles, la rachi est ailée entre les paires de folioles. Elles sont vertes foncées lavées de pourpre, luisantes en dessus mates et pâles en dessous (figure I.8)[64].

On trouve des pieds mâles et femelles distincts (espèce dioïque) qui fleurissent en grappes denses en mois de Mai [67].



Figure I.13 : Feuilles, fleurs du *Pistacia lentiscus*.

□ **Le fruit** :est une baie globuleuse de 2 à 3 mm, monosperme, remplie par nucléole de la même forme ; d'abord rouge, puis noir à la maturité [68]. L'huile du fruit de *Pistacia lentiscus* est de couleur vert foncée [58] .



figure.I.14 : graines du *Pistacia lentiscus*.

- **L'écorce** : rougeâtre sur les jeunes branches et vire au gris avec le temps. Quand on incise l'écorce la plante laisse s'écouler une résine irritante non colorée à odeur forte.
- **Les branches** : tortueuses et pressées, forment une masse serrée [64].
- **Mastic** : L'incision du tronc de cet arbuste fait écouler un suc résineux nommé mastic qui, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie [69].



Figure.I.15 : Mastic du *Pistacia lentiscus* [66].

III.4. Classification taxonomique de *Pistacia lentiscus* L

Pistacia est un genre qui appartient à la famille Anacardiaceae ou Pistaciaceae [70].

Il comprend 11 espèces qui sont des plantes dioïques dont la majorité est connue pour leur capacité à produire les oléorésines [71]. *Pistacia lentiscus* L est l'un de ces espèces.

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* [72].

Taxonomie de *Pistacia lentiscus* d'après Linné (L., 1753) [68]:

- **Règne** : Plantae, (végétal)
- **Sous règne** : Tracheobionta
- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Ordre** : Sapindales
- **Genre** : *Pistacia*
- **Espèce** : *Pistacia lentiscus* L.

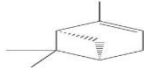
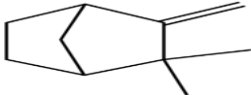
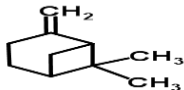
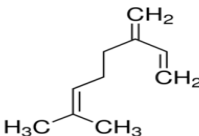
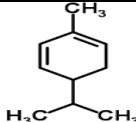
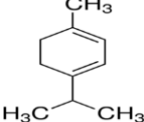
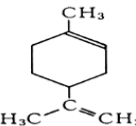
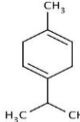
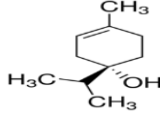
III.5 .Composition chimique de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

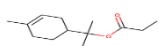
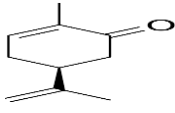
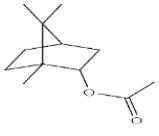
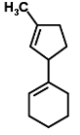

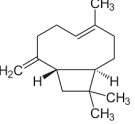
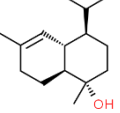
Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants appartenant exclusivement à 2 groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpènes volatiles et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane [73].

L'huile essentielle de *Pistacia Lentiscus* L. est composée majoritairement des monoterpènes(9,675%) dont le composé principale est le Limonène (4,760%). Suivi par les sesquiterpène (8,758%) , le composé principale est le β Cubebene (5,539%).

la molécule principale qui caractérise l'huile essentielle de cette plante médicinale est Spathulenol avec un pourcentage de 13,353%. Le tableauI.3 donne les principaux composés.[74] .

Tableau.I.3: Principaux composés des huiles essentielles de Pistacia Lentiscus.

Composés	Formule chimique	Temps de rétention	Taux (%)
α - Pinène		8,985	1,665
R-Camphène		9,425	0,290
β - Pinène		10,437	1,100
β -Myrcene		11,094	1,255
α - Phellandrene		11,397	0,605
α -Terpinène		11,803	0,424
Limonène		12,294	4,760
γ -Terpinène		13,163	0,828
L-terpinen-4-ol		16.644	3,832

3-cyclohexene-1 methanol, α - α 4 trimethyl		17,055	3,736
Carvone		18,472	2,805
L- α -bornyl acetate		19,375	1,192
1-(3 methylcyclopent-2-enyl) cyclohexene		19,484	0,733
Undecanone		19,741	5,580
Caryophyllene		22,582	3,219
α -Cadinol		27,623	4,112

Selon la pharmacopée européenne le chromatogramme des huiles essentielles est défini par le diagramme ci-dessous :

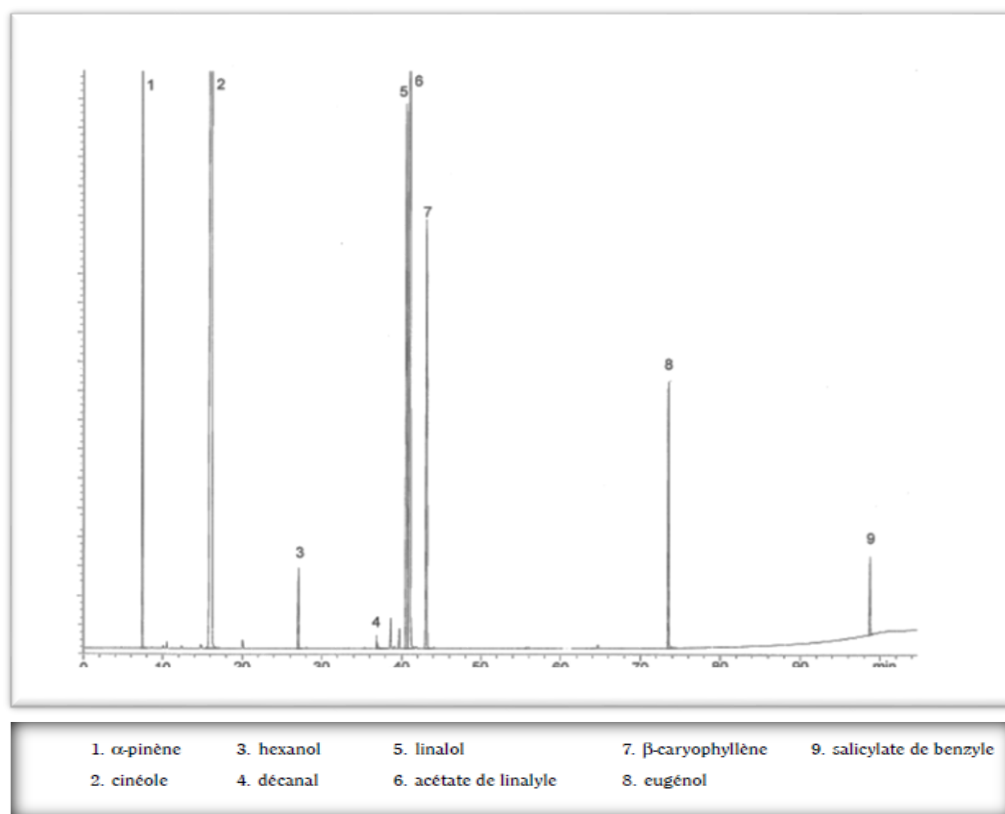


Figure I.16: chromatogramme d'huile essentielle.

III.6. Activité pharmacologique et effets thérapeutiques de *Pistacia lentiscus* L.

L'utilisation des dérivés de *Pistacia lentiscus* L. en médecine traditionnelle a fait l'objet de plusieurs travaux. Toutes les parties de cette plante ont des vertus thérapeutiques, synthétisées dans le tableau I.4 suivant :

Tableau.I.4 : effet thérapeutique de différentes parties de *Pistacia lentiscus L.*

Fruits	Feuille	Résine
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Douleurs dorsales. ➤ Pour les diabétiques. ➤ Pour le traitement des douleurs d'estomac. ➤ Soigner les brûlures. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apéritif et astringent. ➤ Guérir les troubles gastro-intestinaux. ➤ Traitement de l'eczéma. ➤ Traitement de la diarrhée. ➤ Agit contre les infections de la gorge. ➤ Un puissant antiulcéreux 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Astringente. ➤ Carminative. ➤ Diurétique. ➤ Tonique.

Autre utilisation

- **Alimentaire** : le lentisque produit une oléorésine appelée mastic (gomme), consommée dans les traditions comme chewing-gum, additif alimentaire [79]. Dans plusieurs pays d'orient et d'Afrique du Nord, on la mélange à de la farine et à de la pâte d'amandes pour faire une sorte de beurre considéré comme aphrodisiaque qui est dilué dans le thé [80].
- **Cosmétique** : fabrication de parfum, adhésif dentaire [79].
- **Industriel** : pour l'éclairage[81], préparation des savons.

IV- Travaux antérieurs

Introduction

Dans le cadre d'une étude comparative entre les méthodes D'extractions des huiles essentielles de *Pistacia lentisques* ; Nous exposons et discutons et comparons dans cette partie l'ensemble des résultats obtenus par plusieurs groupes concernant les caractéristiques physico-chimiques et phytochimiques des fruits de lentisque ; afin d'évaluer l'activité antioxydant de cette huile essentielle.

IV.1. Le rendement des huiles essentielles

Tableau I.5: rendement en huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L.

Groupe	(Bammou , 2015)	(DJEDAIA ,2017)	(ZITOUNI, 2017)	(ABBAS& MILOUDI ;2017)	(BELMER ABET&BE NGHANE M,2018)	(Karaoui, El-heit ;2017)	(BENROK IA&AOUAR,2015)
Rendement %	0.16 (feuilles) Extrait par (EP).	64,5 (fruits) Extrait par (Mét).	28.50 (feuilles) 13.369 (fruits) Extrait par (Mét).	16.29 (Feuilles) Extrait par (Mét).	18.52 (feuilles) 10.5 (fruits) Extrait par(Mét).	0.14 (feuilles) Extrait par (A.sul)	12,5% (feuilles et fruits) Extrait par (Mét).

(EP) : Ether de pétrole ; (Mét): Extrait par Méthanol ;(A.sul): l'acide sulfurique à 10 %.

Selon (Karaoui, El-heit ;2017), l'extrait A.sul des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. présente le plus faible rendement, à l'ordre de 0,14%, cette valeur est proche au rendement de l'extrait EP avec une valeur de 0.16% (Bammou, 2015).

Selon (DJEDAIA,2017) ; les fruits du lentisque extrait par Méthanol sont riches en huile avec un rendement élevé de **64,5%**.

Selon (ZITOUNI, 2017) ;le rendement des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. extrait par Méthanol était le plus élevé, il était de l'ordre de **28.50%**, et **16.2%** (ABBAS& MILOUDI, 2017) et celui des fruits était **13.369%**. Alors que le rendement le plus faible des extraits

méthanol était de l'ordre de **12,5%** des feuilles et des fruits obtenu par **(BENROKIA & AOUAR, 2015)**.

D'autre part, **(BELMERABET & BENGHANEM, 2018)**, ont reportaient que les rendements Méthanol ont étaient de l'ordre de **18.52%** et **10.5%** pour les feuilles, et les fruits respectivement.

On remarque que les rendements sont variables selon l'organe ;et le solvant utilise dans l'extraction.

Cette différence des rendement peut être attribué a différents paramètres el que les solvants d'extraction, la répartition géographique, et la partie utilisée de la plante.....

IV.2.Caractéristiques physicochimiques de l'huile de lentisque

Tableau I.6 : Caractéristiques physicochimiques de l'huile de lentisque.

Indices physico-chimiques	(Bouamara & Haddad, 2016) (fruits)	(DJEDAIA, 2017) (fruits)	(Dalila Beghlal, 2016) (graines)	(AICHE & Ghenima; 2016) (feuilles)
Indice de réfraction	1,469	1,4395	1,468	1.43
Indice d'acide	3.750	2,345	3,525	2.25
Indice saponification mgKOH/g	191,45	192,67	////////	////////
L'indice de peroxyde	5,393	4,2	2	////////

✚ Selon les résultats de tableau (07) on remarque que :

- **Indice de réfraction**

L'indice de réfraction dépend, comme la densité, de la composition Chimique de

l'huile et de la température. Il croit avec l'instauration et la présence sur les chaînes grasses de fonctions secondaires.

Selon(Bouamara&Haddad,2016) ; L'indice de réfraction mesuré pour l'échantillon de l'huile *Pistacia lentiscus* est de (1,469) pour les fruits. Cette valeur est proche de celles rapportées par (DJEDAIA,2017 ;Dalila Beghlal , 2016 ;AICHE&Ghenima;2016) dont l'indice des graines, des feuilles et des fruits était de l'ordre de (1,4395) ; (1,468) ;et (1.43) respectivement.

- **indice d'acide**

L'indice d'acide qui mesure la quantité d'acides gras libres résultant des réactions hydrolytiques des triglycérides.

Selon (Bouamara&Haddad,2016) ;l'indice d'acide obtenue pour les fruits (3.750) était proche de celui des graines (3,525)(Dalila Beghlal , 2016). Alors que les fruits du lentisque ont présentait un faible indice d'acide de valeur de (2.25) à (2.34) (DJEDAIA,2017) .

Indice de saponification

L'huile des fruits du *Pistacia Lentiscus* avait présente un indice de saponification de valeur de 191,45 mgKOH/g à 192,67 mgKOH/g (Bouamara&Haddad,2016 ; DJEDAIA, 2017).

Indice peroxyde

L'indice de peroxyde est une grandeur qui permet d'apprécier le degré d'oxydation d'une huile.

Selon(Bouamara&Haddad,2016 ;DJEDAIA, 2017) ; les valeurs de l'indice de peroxyde obtenue sont respectivement 2 mg/kgd'huile pour les graines, 4.2 à 5,393 mg/kg d'huile. Ces résultats sont inférieure aux normes du codex alimentarius qui fixe la valeur inférieure à 10 mEq de peroxydes/kg d'huile.

IV.3. Quantification des composés phénoliques

Le dosage des polyphénols a été réalisé selon la méthode Folin-ciocalton en utilisant l'acide gallique comme standard, la teneur en composés phénoliques des extraits a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage d'acide gallique.

Tableau I.07: Teneur moyenne de *Pistacia lentiscus* en polyphénols, flavonoïdes et Tannins.

composés phénoliques	Teneur moyenne						
	(AICHE & Ghenima ; 2017)	(DJEDA IA, 2017)	(Bouamara & Haddad, 2016).	(M.MIDANI & N.MESSAOUDI, 2018)	(BELMERABE T & BEN GHANEM, 2018)	(Cheraft, 2011)	(Djidel Saliha & Noureddine, 2013),
polyphénols totaux	119,77 ± 3,2 (mgEcat/g MS)	154,3466 ± 2,5 (mgEqAG/mg)	2,515 ± 1,01 (µg EAG/g)	44,463 µgEq AG/mg	26.11 (µg EAG/g)	3000 (mg/Kg)	390 ± 0.05 (mg GA.Eq/g extract)
flavonoïdes totaux.	60,56 ± 8,01 (mgEcat/g MS)	75,28 ± 1,01 (mgEcat/g MS)	16,08 ± 1,15 (µg EQ/g)	20,105 (µgEqQ/mg)	12.93 (mgEqAG/mg)	2800 (mg/Kg)	25.53 ± 0.029 (mg GA.Eq/g extract)
Tanins condensé	25,57 ± 5,03 (mgEcat/g MS)	51,54 ± 1,25 (mgEcat/g MS)	////////	14,179 (µgEqQ/mg)	////////	////////	////////

polyphénols totaux

Les analyses quantitatives des polyphénols ont montré que les feuilles ont donné **390 ± 0.05 (mg GA.Eq/g extract)** (Djidel Saliha & Noureddine, 2013), cette valeur est supérieure à celles données par (AICHE & Ghenima, 2016b) et (M.MIDANI & N.MESSAOUDI, 2018) représentant respectivement de **119,77 ± 3,2 (mgEcat/g MS)** et **44,463 µgEq AG/mg** de l'huile de *Pistacia lentiscus*. Alors que la teneur moyenne en polyphénols totaux dans l'extrait des fruits était **154,3466 ± 2,5 (mgEqAG/mg)**.

Tandis que, l'huile des graines de lentisque était la plus pauvre en polyphénols totaux ($2,515 \pm 1,01 \mu\text{g EAG/ g d'huile}$) (Bouamara &Haddad, 2016).

Il est clair que les feuilles ont un meilleur rendement en composés phénoliques.

En fait, la variation de la teneur en polyphénols est dépende notamment de l'origine géographique, des facteurs environnementaux et agronomique, du stade de développement des plantes et de la méthode de dosage.

flavonoïdes totaux

La détermination quantitative des flavonoïdes totaux révèle que la teneur de l'huile essentiel des feuilles était de $60,56 \pm 8,01 \text{ mgEcat/g MS}$ (AICHE&Ghenima, 2016a), supérieur à celles obtenues par (Djidel Saliha & Nouredine, 2013) et (M.MIDANI& N.MESSAOUDI, 2018), et avec une valeur de $25.53 \pm 0.029 \text{ (mg GA.Eq/g extract)}$, et $20,105 \mu\text{g Eq Q/mg}$ respectivement.

La teneur moyenne en flavonoïdes de l'extrait des fruits était de $75,28 \pm 1,01 \text{ mgEcat/g MS}$ selon (DJEDAIA, 2017). Alors que les graines ont présentait une teneur de $16,08 \pm 1,15 \mu\text{g EQ/g}$ Selon (Bouamara &Haddad, 2016).

Cette résultat permet d'expliquer l'utilisation de cette plante en médecine traditionnelle.

Tanins condensé

Selon (DJEDAIA,2017);Les tanins sont présents dans les fruits avec une teneur moyenne de $51,54 \pm 1,25 \text{ mgEcat/gMS}$ ce qui traduit sa richesse en ce composés. Cette valeur est supérieure à les résultats trouve (M.MIDANI &N.MESSAOUDI, 2018 ;AICHE & Ghenima, 2016) qui révèlent une teneur en tanins totaux des feuilles était respectivement de $25,57 \pm 5,03 \text{ mgEcat/gMS}$, et $14,179 \mu\text{gEqQ/mg}$.

Il est clair que les fruits sont plus riches en tannins par rapport aux feuilles

IV.4. Screening phytochimique :

Le tableau ci-dessous, représente les résultats du screening phytochimique réalisé sur les fruits du *Pistacia lentiscus* L.

Tableau I.08 : screening phytochimique des fruits du lentisque.

Métabolites secondaires		Bammou, M.2015	MESSA OUDI & KESSBI A, 2016	(Merzoug ui, 2015)	(Karaoui & El-heit, 2017)	(DJEDAI A, 2017)	(ZITOUNI, 2017)
Alcaloïdes		++	-	-	-----	-	+
Tanins	Chatéchiques	++++	+++	/////	++++	++	++
	Galliques	+++	+++	+++	++++	++	++
Flavonoïdes	Anthocyanes	++	++	+++	++++	+	+++
Composés réducteurs	Oses et holosides	+++	+++	/////	++++	++	+
	Mucilages	+++	++	/////	-----	++	+
	Hétérosides	-	-	/////	++++	++	+
Terpénoïdes	Stérols et triterpènes	+	++	+++	/////	/////	+++
	Saponosides	-	+++	-	/////	/////	+
Coumarine		////////	////////	/////	++++	-	-
Glucosides		////////	++	////////	++++	//////////	//////////

(-) : absence ;(+): présence en faible quantité. ;(++) : Présence en quantité moyenne ;(+++) : Présence en quantité importante ;(++++) : Présence en très forte quantité.

*Alcaloïdes :

Selon(**Bammou, M.2015**) ; les résultats avait montré la présence des alcaloïdes en quantité moyenne dans les feuilles, cela est comparable avec celui rapporté par [98]. et en faible quantité selon(**ZITOUNI, 2017**) .

Par contre le résultat obtenu par (MESSAOUDI&KESSBIA, 2016 ;Karaoui & El-heit, 2017); et (DJEDAIA, 2017) était négatif dans cela indique l'absence des alcaloïdes dans les graines , les feuilles et les fruits (**Tableau I.8**). Ces résultat sont comparables à celui de(Merzougui, 2015).

***Tanins catéchiques :**

selon (DJEDAIA, 2017); les fruits avait montré une quantité moyenne de tanins catéchiques. Ce qui est comparable à celui des feuilles(ZITOUNI, 2017) . Selon (MESSAOUDI&KESSBIA, 2016), les grains de pistachier sont très riche (quantité importante) en tanins catéchiques. le résultat obtenu par (Karaoui & El-heit, 2017) avait montré la présence des tanins en très forte quantité dans les feuilles ceci est comparable à celui de (Bammou.M, 2015).

***Tanins gallique :**

Selon (DJEDAIA, 2017) et (ZITOUNI, 2017), les feuilles et les fruits contient une quantité moyenne des tanins gallique. Par contre les résultats obtenu par (Karaoui & El-heit, 2017) et (Bammou.M, 2015) avait montré la présence des tanins en très forte quantité. Alors que (MESSAOUDI&KESSBIA, 2016) avait montré que les grains de pistachier sont très riche (quantité importante) en tanins galliques, ces résultat est comparable à celui de (Merzougui, 2015)

*** Flavonoïdes:**

Selon (Karaoui & El-heit, 2017), les feuilles sont très riche en Anthocyanes (très forte quantité) de même, (Merzougui, 2015) avait montré leur présence en quantité importante, ces résultats sont comparable avec les résultats obtenir par (ZITOUNI, 2017).Alors que (Bammou.M, 2015) avait rapporté que les Anthocyanes sont présente en quantité moyenne, ces résultats sont identiques avec ceux trouvés pour les graines (MESSAOUDI &KESSBIA, 2016).

Par contre, (DJEDAIA, 2017) avait montré la présence des Anthocyanes en faible quantité dans les fruits.

***Composés réducteurs :**

(Merzougui, 2015) avait montr l'absence de Mucilages dans les fruites . Selon (MESSAOUDI&KESSBIA, 2016) le test était négatif ce qui indique l'absence de Hétérosides, ces résultats identiques à celui des graines(Bammou et al., 2015).

***Terpénoïdes :**

Les tests étaient positifs et ont montré la présence de **Stérols et triterpènes** en quantités différents (Bammou et al., 2015; Merzougui, 2015; MESSAOUDI &KESSBIA, 2016; ZITOUNI, 2017).

Selon(MESSAOUDI&KESSBIA, 2016) ; **Saponosides** sont présente en quantité importante dans les graines, mais en faible quantité dans les feuilles (ZITOUNI, 2017). Par contre (Bammou et al., 2015) avait indique que le test était négatif ce qui indiqué l'absence de **Saponosides** dans les feuilles.

***Coumarine :**

Selon(Karaoui & El-heit, 2017), le test était positifs et montre la présence de coumarine en très forte quantité dans les feuilles, par contre les résultats obtenir par (ZITOUNI, 2017) indiqué l'absence de coumarine, et de même(DJEDAIA, 2017) avait indiqué leur absence pour les fruits.

***Glucosides :**

(MESSAOUDI&KESSBIA, 2016) avait montré la présence de Glucosides en quantité moyenne dans les feuilles, et en très forte quantité pour les graines selon (Karaoui & El-heit, 2017) .

IV.5. Composition chimique de l'huile de lentisque par CPG

Les acides gras sont considérés comme un code génétique des huiles, ce sont les constituants majoritaires de ces dernières avec lesquels on peut identifier leurs natures. L'analyse des résultats des esters méthyléniques relatifs aux acides gras de l'huile de lentisque étudié montre la richesse en acide palmitique, linoléique, oléique et palmitoléique (tableau I.9).

Tableau I.09 : composition en acides gras de l'huile de *Pistacia lentiscus* par CP.

Acides gras	(%) d'acides gras totaux			
	(Merzougui, 2015)	(DJEDAIA , 2017)	(Ghada BENSALEM ;2 015)	(Mahmod CHAREF, 2011)
A. palmitique C16 :0	28,22	26,94	30,42	16,53
A. palmitoléique C16 :1	3,3	1,41	////////	2,19
A. oléique C18 :1	47,01	54,45	47,40	61,70
A. linoléique C18 :2	19,26	16,03	27,16	9,89

L'acide oléique a été déterminé comme étant l'acide gras dominant dans l'huile de lentisque, (CHAREF, 2011) avait rapporté une teneur de **61,70%** est supérieure à celle obtenu par (DJEDAIA, 2017) avec un pourcentage **54,45 %**. Alors que les valeurs détectés par (Merzougui, 2015) et (BENSALEM, 2015) sont très proches (**47,01%** et **47,40%** respectivement).

Selon (BENSALEM, 2015), l'acide palmitique était détecté dans l'huile avec un pourcentage modéré avec une valeur de **30,42%**, cette valeur est supérieure à celles rapportaient par (Merzougui, 2015 ;DJEDAIA, 2017) et(CHAREF, 2011) qui sont respectivement de **28%**, **26,94%** et **16,53%**.

L'acide linoléique était également présent par , (BENSALEM, 2015) avait trouvé un pourcentage de **27,16%** qui est supérieure à celui obtenu par (CHAREF, 2011; DJEDAIA, 2017; Merzougui, 2015) qui sont respectivement **9,89%**; **16,03%** ; **19,2 %**.

L'acide palmitoléique était aussi présent mais en faible niveau. (Merzougui, 2015) avait indiqué la présence avec un pourcentage de **3,3%** qui est supérieure à celles de (BENSALEM, 2015; DJEDAIA, 2017) qui sont respectivement **2,19%**, et **1,41%**.

*En ce qui concerne les acides insaturés ; l'acide oléique C18: 1 et linoléique C18:2 ont été détectés dans l'huile étudiée dans les différents groupes.

IV.6. Evaluation du pouvoir antiradicalaire par DPPH

L'inhibition de radical DPPH est exprimée en IC₅₀. Ce paramètre est défini comme étant la concentration efficace de l'extrait capable de piéger 50 % des radicaux DPPH dans le mélange réactionnel, où l'activité la plus forte correspond à l'IC₅₀ la plus faible.

Tableau 10 : La concentration inhibitrice de l'extrait méthanolique des fruits et feuilles de *P.lentiscus*.

Groupe	(ABBAS & MILOUDI, 2017)	(DJEDAIA, 2017)	(ZITOUNI, 2017)	(FERRADJI, 2011)	(Bouamara & Haddad, 2016)	(AICHE & Ghenima, 2016)
La concentration inhibitrice IC ₅₀	51.40 µg/ml	14,75 10 ⁻³ mg/l.	0,069 mg / ml	54,29 µg/ml	100 mg/mL.	9,8 6 µg /ml

Selon (ABBAS & MILOUDI, 2017) ; l'extrait méthanolique des feuilles de *P.lentiscus* exerce un pouvoir antioxydant moins important avec IC₅₀ de **51.40 µg/ml** en comparaison avec la concentration inhibitrice IC₅₀ de **54,29 µg/ml** obtenue par (FERRADJI, 2011).

par contre (AICHE & Ghenima, 2016a) exerce un pouvoir antioxydant faible de **9,8 6 µg /ml**. Les concentrations étaient **IC₅₀ = 100 mg/mL** présentent également une forte activité à piéger le radical DPPH (Bouamara & Haddad, 2016). Ces valeurs sont meilleures que celle de **0,069 mg/ml** obtenue par (ZITOUNI, 2017).

Selon (DJEDAIA, 2017) ; La concentration inhibitrice IC₅₀ de **14,75 10⁻³ mg/l**. Le résultat obtenu par ce test montre que l'extrait méthanolique des fruits présente un effet antioxydant remarquable vis à vis du radical DPPH.

IV.7. Etude de l'activité antimicrobienne

Selon (Merzougui, 2015)[88], les huiles végétales de lentisque ont montré une petite zone d'inhibition (diamètre: 1 mm) vis-à-vis *Staphylococcus aureus*, et ont montré également une légère inhibition de la croissance d'*Escherichia coli*.

(ABBAS&MILOUDI ;2017)[84] ; on montre que toutes les concentrations des huiles essentielles de *pistacia lentiscus* appliquées, ont empêché partiellement (0.01 % à 0.5 %) ou complètement (1 %), la croissance de la souche fongique testée. L'huile essentielle de *pistacia* a exercé une importante activité inhibitrice vis-à-vis la moisissure *Fusarium oxysporum*, les diamètres, la vitesse et l'indice antifongique de la croissance de mycélium dépendent de la concentration d'huile essentielle avec CMI de 1%.

(Karaoui & El-heit, 2017)[86] ; on montre que *Staphylococcus aureus* qui est une bactérie caractérisée par une résistance, les souches à gram (+) ne sont pas moins sensibles voire résistantes à cette huile essentielle, par contre les souches à gram (-). *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* sont plus sensibles. Ces résultats montrent que l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* présente une activité contre les bactéries Gram (+).

(M.MIDANI&N.MESSAOUDI, 2018)[92] ; on montre que l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* a une activité bactéricide importante sur toutes les souches bactériennes dont les zones d'inhibition varient de : 26mm dans le cas de *Bacillus subtilis*, 15 mm pour *Candida albicans*, 14 mm pour *Aspergillus niger* et *Bacillus cereus*, 12 mm pour *Staphylococcus aureus*, 10 mm pour *Escherichia coli* et 9 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*.

Les résultats de (BELMERABET&BENGHANEM, 2018)[85] ; on montre que tous les extraits méthanoliques avec les différentes concentrations (100,200 et 400mg/ml), préparés à partir de *pistacia* récolté de trois régions, possèdent un effet antibactérien sur les deux souches (*Bacillus* et *Pseudomonas*), dont les diamètres des zones d'inhibition de la croissance de *Bacillus* varient entre 9.5 à 14.5 mm pour les feuilles des trois stations et atteignent 19 mm pour les graines de R1, tandis que l'inhibition de la croissance de *Pseudomonas* est presque totale avec les différents extraits.

Selon (**Bammou et al., 2015**)[74] ; l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. n'a aucun effet sur *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Proteus mirabilis* ; seul *Staphylococcus aureus* laisse voir une légère sensibilité (diamètre d'inhibition : 10 ± 1.00 mm).

Référence bibliographie

1. **Baba-Aissa**, Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, p:1-218. **1999**.
2. **Iserin**, -Encyclopédie des Plantes Médicinales, Identification, Préparation, Soins 2^{ème} édition Ed Larousse/VUEF, pp13-16, p 250, pp291-296,. 2001
3. **FLEURENTIN**, Les plantes qui nous soignent – Tradition et thérapeutique. Ouest France. 2007.
4. **BRUNETON.**, Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales .Tec et Doc. Paris. P : 125-130. **1999**.
5. **DELAVEAU**, Histoire et renouvellement des plantes médicinales. Ed : Albin Michel. Paris : 300-303. 1983.
6. **Alben**, Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design. *interactions*, **1996**. **3**(3): p. 11-15.
7. **KOTHE**, 1000 plantes aromatiques et médicinales. Ed : Terre édition. P7- 13. 2007.
8. **ANTON;R.**, .Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed : Tec et doc. Paris : 521. 2005.
9. **J.Vercantere**, plan, formulation et illustration du cours pharmacognosie, 2^{ème} cycle des études, université de Montpellier, France, . 2012
10. **Walton&Brown**, Chemical from Plants: Perspectives on plant secondary products; ed: world scientific; p: 1-14. **1999**.
11. **Djemai.Z**, Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de Zizyphus lotus L, mémoire magister, Université -El Hadj Lakhder –Batna. **2008**.
12. **Vermerris&Nicholson**, Phenolic Compound Biochemistry. USA: Springer. New York, EEUU; 3(16): 151-153. **2006**.
13. **Collin&Crouzet**, Polyphénols et procédés. Edition Lavoisier TEC & DOC, p 5 ,13 , 16 , 235. **2011**.
14. **Lugasi A, H.J., Sagi K, Biro L**, The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *J.Acta. biologica.szegediensis* ; 47(1-4) :119-125. **2003**.
15. **Cowan**, Plant Products as antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re* ; 12(4) : 564 582. **1999**.
16. **Guignard, J.L.**, Abrégé de biochimie végétale. Edition Masson, Paris, p 160. 1996.
17. **Sarni-Manchado P, C.V.**, Les polyphénols en agroalimentaire, Ed. Lavoisier (Tec & Doc), Paris, 300-398. **2005**.
18. **Gonzalez- Tejero MR, C.-P.M., Sanchez-Rojas CP** Medicinal plants in the mediterranean area : synthesis of the project Rubia. *J. Ethnopharmacol*, 116: 341-57. **2008**.
19. **Igor**, Etude des activités biologiques de Fagaranthoxyloides, Lam (Rutaceae). Thèse de pharmacie, Bamako, P133. **2002**.
20. **Samouelian, F., Gaudin, V., & Boccara, M**, Génétique moléculaire des plantes. Edition Quae, p 21, 22. Sanchez-moreno, C. methods used to evaluate the free radical

Référence bibliographie

scavenging activity in foods and biological systems .international journal of foods science and technology,2002,vol.8 ,n°3,pp.121-137. **2009**.

21. **Aniszewski, T.**, Alkaloids – secrets of life, Alkaloid chemistry, Biological significance, Applications and Ecological Role, Elsevier. **2007**.
22. **Yarnell**, Plant chemistry in veterinary medicine: Medicinal constituents and their mechanisms of action. In: veterinary herbal medicine, ed. Mosby Elsevier, St Louis: 159-182. **2007**.
23. **Loomis D, C.R.**, Biochemistry of terpenoids : A copenhensive Treatise. In: P. K. Stumpf and E. E.Conn (eds.). The Biochemistry of plants. Lipids : Structure and Function ; 4 : 364-410. Academic Press, San Francisco. **1980**.
24. **AFNOR**, 2000. Huiles essentielles. Echantillonnage et méthodes d'analyse (Tome 1), Monographies relatives aux huiles essentielles (Tome 2. Volumes 1 et 2).Mars.
25. **Carette, A.S.**, La lavande et son huile essentielle. In Besombes C., 2008. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle, p 289. 2000.
26. **Benabdallah, F.Z.**, Etude morphologique des feuilles et des fruits du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) et valorisation des huiles essentielles des feuilles et de l'oléorésine. 2012, Université Mohamed Khider-Biskra.
27. **Pharmacopée Européenne**, è.é., 2008 ;.
28. **Khia;et.al, , Ghanmi B, Satrani A, Aafi M, Aberchane B, Quaboul A, Chaouch N Amusant Z , Charrouf.**« Effet de la provenance sur la qualité chimique et microbiologique des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L.du Maroc. Culture de plantes médicinales,12, 341-347». **2014**.
29. **Angone;etAl**, Study of pharmacological properties of the methanolic extract of *Dichrostachys cinerea* bark (L.) Wight et Arn (Leguminosae) in isolated myometrium from pregnant rats. Journal of ethnopharmacology, **2015**. **169**: p. 195-199.
30. **Teucher, e.**, Effects of adenovirus-mediated sorcin overexpression on excitation contraction coupling in isolated rabbit cardiomyocytes. Circulation research, **2003**. **93**(2): p. 132-139.
31. **Mayer**, « Utilisations thérapeutiques des Huiles Essentielles : Etude de cas en maison de retraite. 7-10 ». **2012**.
32. **Svoboda, e.**, Rapid dendritic morphogenesis in CA1 hippocampal dendrites induced by synaptic activity. Science, **1999**. **283**(5409): p. 1923-1927.
33. **Kimbaris, e.**, Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). Ultrasonics sonochemistry, **2006**. **13**(1): p. 54-60.
34. **Santoyo, e.**, Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. Journal of food protection, **2005**. **68**(4): p. 790-795.
35. **Kaloustian, H.-M.**, La connaissance des huiles essentielles : entre sciences et tradition pour une application médicale raisonnée, Springer-verlag France, Paris,p.5-1. **2012**.
36. **FranchommeP**, L'aromathérapie exactement : Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles, Ed. Jollois. **2001**.
37. **Roulier G.2000**, L.h.e.p.v.s., Ed. Dangles, p.336.
38. **Joy Bowes E.2003**, T.c.o.A.O., 3rd Edition, p. 56.
39. **Hulin, V., Mathot, A. G., Mafart, P., & Dufosse, L.** « Antimicrobial properties of essential oils and flavour compounds. Sciences des Aliments (France) ». **1998**.
40. **Moro - Buronzo 2008A.**, Grand guide des huiles essentielles : Santé, Beauté, Bien

Référence bibliographie

Etre, HACHETTE pratique, , p.14.

41. **Fabrocini;2007**, Comment se soigner avec L'AROMATHERAPIE et guérir : agitation,anxiété, allergie, asthme, déprime, insomnie, lombalgie, mal de dos, migraines, palpitations,etc. Ed. de vecchi, , p. 4-17.
42. **Scimeca D2007.**, Les plantes du bonheur, Ed. Alpen, , p.12-17.
43. **LucchesiM.E2006.**, Extraction Sans Solvant Assistée parMicro-ondes Conception et Application à L'extraction des Huiles Essentielles Thèse de Doctorat, Décembre , p. 16-59.
44. **Nakayama, T.**, Suppression of hydroperoxyde-induced cytotoxicity by polyphenols. Cancer Research, 54: 1991-1993. **1994**.
45. **Cos, P., Ying, L.**, , Cos, P., Ying, L., Calomme, M., Hu, J. P., Cimangma, K., Poel, B.V., Pieters, L., Vlietinck,A. J. and Berghe, D.V. (1998). Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. J of National Product, 61:71-76. 1998.
46. **Georgetti;S.R.**, Evaluation of the Antioxidant Activity of Different Flavonoids by the ChimiluminescenceMethod. AAPS. Journalof Ph arm aceuticalScie nce , 5 (2) : 5. 2003.
47. **Atawodi;S.E.**, Atawodi S.E., Antioxidant potential of African medicinal plants. African Journal of Biote ch nology, 4(2) : 128, 133. 2005.
48. **Diallo;A**, Etude de la phytochimie et des activités biologiques de Syzygium guine e nse Willd (Myrtacées), Thèse de Doctorat en Pharmacie université de Bamako,p.11, 13. **2005**.
49. **Barus;C**, Etude électrochimique de molécules antioxydantes et de leur association en milieux homogène et diphasique - Application aux produits cosmétiques, Thèse de Doctorat université de Toulouse, p.8. 2008.
50. **Lévy-Dutel**, Scotto E., Les saveurs du bien être : Vivre heureux et centenaire, Ed. Eyrolles, p. 31, **ISBN : 97B-2-212-54681-1. 2011**.
51. **Zielinski**, Pathogen-induced human TH 17 cells produce IFN- γ or IL-10 and are regulated by IL-1 β . Nature, 2012. **484**(7395): p. 514-518.
52. **Cillard**, Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. Oleagineux, corps gras, lipides, **2006. 13**(1): p. 24-29.
53. **Gaussen, H, Leroy JF, Ozenda P.** Précis de Botanique. 2–Les Végétaux Supérieurs. 2ème ed. Patis: Masson;579 p. 1982.
54. **Garnier, G.**,Bézanger-Beauquesne, L., Debraux, G.Ressources médicinales de la flore française. Edition, Vigot Frères Editeurs, 665-666 P. 1961.
55. **Saadoune**, Types stomatiques du genre Pistacia: Pistacia atlantica Desf. ssp. Atlantica et Pistacia lentiscus L. Options Méditerranéennes, Serie A, Numero63.(2005).Disponible sur: www.cituelike.org/user/millivacs/article/8437723[consulté le 05/11/2012]. **2005**.
56. **Ait.Said**, Stratégie adaptative de deux espèces du genre Pistacia (P.lentiscus L. ETP.

Référence bibliographie

- atlantica Desf.) aux conditions d'altitude, des alinites et d'aridités: approche morpho anatomique, phytochimique et ecophysiologique. P15. 2011.
57. **Belakhdar.J.**, La pharmacopée marocaine traditionnelle : Médecine arabe et savoir population. Ed :Fennec. PP : 764. **2003**.
58. **Belfadel.F.Z.**, Huile de fruits de Pistacia lentiscus L., caractéristiques physicochimiques et effet biologiques (effet cicatrisant chez le rat). Magister en chimie organique, Université Mentouri, Constantine,144p. **2009**.
59. **Saadoun**, -Types stomatiques du genre Pistacia: Pistacia atlantica Desf.ssp. Atlantica et Pistacia lentiscus L. p369. **2002**.
60. **Belhadj;S**, -Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation, Centre Universitaire de Djelfa, Algérie, p 108. **2000**.
61. **POLESSE**, Arbres & Arbustes de Méditerranée. Ed: Edisud, p. 85. 2010.
62. **Ait Said**, Chemical composition and antibacterial activity of Lavandula coronopifolia essential oil against antibiotic-resistant bacteria. Natural product research, **2015**. **29**(6): p. 582-585.
63. **AL-Saghir;**, -Phylogenetic Analysis of the Genus Pistacia (Anacardiaceae).thèse de doctorat. Blacksburg, Virginia. **2006**.
64. **(More.D;White.J**, Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde,Flammarion, pp 18 ; 797. **2005**.
65. **Bock.B.**, (consultée le 10/01/2016) Pistacia lentiscus L.(**2009**). <http://www.telabotanica.org>. **2009**.
66. **Botanica., T.**, Pistacia lentiscus. Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France par Benoît Bock. BDNFF v4.02<http://www.tela-botanica.org>. **2011**.
67. **Hans**, 1000 plantes aromatiques et médicinales. Ed: Terre. p 242. **2007**.
68. **Maameri**, Pistacia lentiscus L.: Evaluation pharmaco-toxicologique. Thèse de Doctorat en sciences. Université de Constantine I, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine,138 p. **2014**.
69. **A.Ferredji**, activité antioxydante et anti-inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies de P.L, Magister, Université de Setif, Algérie, 2011. . 2011.
70. **Delazar, e., Al ;Reid,R.G. ;Sarker,S.D.** GC-MS analysis of the essential oil from the oleoresin of Pistacia atianiica var. Mutica. Chemistry of Natural Compounds, Vol.40, No. 1, . **2004**.
71. **Zohary and M.**, A monographical study of the genus Pistacia. Palestine J. of Bot.4 Jerusalem. Series, 5:187-228. **1952**.
72. **Ghalem;et Benhassaini**, Etude des phytostérois et des acides gras de Pistachia atlantica. Afrique Science. 3(3) 405 – 412. **2007**.
73. **Arab.K, Bouchnak O., Yahiaoui K.** Etude phytochimique et l'évolution de

Référence bibliographie

- l'activité antimicrobienne et antioxydant de l'huile essentielle et des composés phénolique du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). *Journal of Fundamental and applied Science*, 6(1):79-93.4. **2014**.
74. **Bammou.M, Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E.H. Ibijbijen J., Nassiri L.** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences* 86:7969– 7971. **2015**.
75. **BensegueniA, e.a., Belkhiri A, Boulebda N, Keck G.** Evaluation de l'activité cicatrisante d'un onguent traditionnel de la région de Constantine sur les plaies d'excision chez le rat. *Sciences & Technologie C – N°26, décembre (2007)*, p.83-87. **2007**.
76. **Atmani.D, ., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N., Atmani D.**Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. 112, (2):303–309. **2009**.
77. **KivçakB, A.,** Quantitative determination of α -tocopherol in *Pistacia lentiscus*,*Pistacia lentiscus* var. chia and *Pistacia terebinthus*by TLC-densitometry and colorimetry. 2005.
78. **Boullard.B, .** Dictionnaire des plantes médicinales du monde: Réalités etCroyance,Ed: Estem, p414, 415. **2001**.
79. **Dogan, Y., Baslar, S., Aydin, H., Mert, H. H.** A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey. *Acta Bot. Croat.* 62, (2) : 73–88. 2003.
80. **Rivera-ND.etObōndeCastroC,** La guia de incafo de las plantas utiles y venenosas de la peninsula Iberica y baleares (excluidas medicinales).Incafo éd.Madrid.p 1257. **1991**.
81. **Bonnier G. et Douin R.,** Flore complète illustrée en couleurs de France,Suisse et Belgique. Librairie Générale de l'Enseignement. Paris. 12 tommes. 120 fasc.,721 p. **1934**
82. **DJEDAIA, M.S.,** ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET CARACTERISATION DU FRUIT DE LA PLANTE LENTISQUE (*Pistacia Lentiscus* L.). **2017**, UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR-ANNABA.
83. **ZITOUNI, A.É.,** Profil polyphénolique et activité antioxydante de deux plantes médicinales *Pistacia lentiscus*. L et *Gymnocarpus decander*. forsk. **2017**.
84. **ABBAS&MILOUDI,** Evaluation de l'activité antioxydante et antifongique d'une plante médicinale : *Pistacia lentiscus*. **2017**.
85. **BELMERABET&BENGHANEM,** Contribution à l'étude phytochimique, l'évaluation de l'activité antimicrobienne et l'analyse pédologique des extraits de la plante *Pistacia lentiscus* L. récoltée de trois régions. **2018**.
86. **Karaoui, A. and Z. El-heit,** Valorisation des huiles de *Pistacia Lentiscus* et formulation de pommades Antifongique et formulation du savon. **2017**, université Akli Mouhand Oulhadje-Bouira.
87. **BENROKIA&AOUAR,** Etude de l'activité Antibactérienne des extraits de *Pistacia*

Référence bibliographie

lentiscus. **2015**.

88. **Merzougui, e.**, Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de Pistacia Lentiscus et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. ACS applied materials & interfaces, **2015**. 7(32): p. 17954-17962.
89. **Bouamara&Haddad**, Evaluation des activités biologiques de quelques huiles végétales. **2016**.
90. **Dalila Beghlal, K.E.B., Ilias Marmouzi, Leïla Haddar, Boukili Mohamed**, Phytochemical, organoleptic and ferric reducing properties of essential oil and ethanolic extract from Pistacia lentiscus (L.). **2016**.
91. **AICHE&Ghenima**, avtivité biologique; d'intéret medical; d'extrait des feuilles pistacia lentiscus et d'origanum majorana **2016**.
92. **M.MIDANI&N.MESSAOUDI**, Caractérisation biochimique des feuilles de Pistacia Lentiscus. **2018**.
93. **Cheraft, e.**, Activité biologique in vitro des extraits de Pistacia lentiscus contre les radicaux ABTS^{•+}, O₂^{•-} et •NO et caractérisation des fractions actives, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister En Biologie Option :Biochimie Appliquée aux Substances Végétales Bioactives. **2011**.
94. **Djideli Saliha, K.S., Ameni Djamila, Baghiani Abdrrahmane, Arrar Lekhmici; Charef Noureddine**, Antioxydant proprieties of Pistacia lentiscus L. leaves extracts. **2013**.
95. **K. Arab, A.**, phytochemical study and evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of essential oils and phenolic compounds of pistacia lentiscus L, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Algérie;. **2014**.
96. **MESSAOUDI&KESSBIA**, Etudes ethnobotanique, screening phytochimique et évaluation du pouvoir antimicrobien des polyphénols des grains de lentisque « Pistacia lentiscus L. ». **2016**.
97. **FERRADJI**, Activités antioxydante et anti-inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies Pistacia lentiscus. **2011**