الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Spécialité : Microbiologie appliquée

THEME :

Evaluation de l'activité Antioxydante Et Antimicrobienne des Extraits de *Pistacia Lentiscus*.

Présentée par :

M^elle^ HENNI Samia

M^elle^ MEKKI Hanane

M^elle^ BAILICHE Nour El Houda

- Devant le jury composé de :

Mme BOUMEDIENE Farida	MCB	université Médéa	Promotrice
Mme ZERGOUG Amina	MCB	université Médéa	Présidente
Mme CHAOUATTI Karima	MAA	université Médéa	Examinatrice

Année universitaire 2021/2022

REMERCIEMENTS

Louange à Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement et très particulièrement notre promotrice Mme BOMEDIENNE FARIDA, pour son aide,

Ses conseils, son orientation et sa grande disponibilité à toute épreuve Qu'elle sache que ses qualités humaines exceptionnelles et sa rigueur scientifique ne nous ont pas laissées indifférentes Qu'elle trouve ici l'expression de notre haute gratitude

Nos remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail : Mme CHAOUATI Karima, Mme ZARGOUG A.

Nous remerciements chaleureusement toute l'équipe de laboratoire de SAIDAL pour leurs disponibilités, pour leur gentillesse et patience, pour leurs orientations et leurs remarques objectives.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici nos sincères reconnaissances, particulièrement les enquêtés qui nous ont donné toutes les informations nécessaires pour

notre étude.

Dédicace

A l’aide du dieu tout puissant, qui m’a tracé le chemin de ma vie, Je dédie humblement ce travail avec une grande fierté et comme geste de gratitude :

A mes très chers parents pour leur amour, leur soutien, leurs encouragements pour tout ce qu’ils m’ont apporté et les valeurs qu’ils m’ont enseignées Je ne vous remercierai jamais assez Et surtout pour vous Maman, vous êtes et vous restez ma meilleure amie que dieu vous procure bonheur, santé et longue vie que ce travail soit pour vous un motif de fierté et de satisfaction Vous êtes les êtres les plus chers à mon cœur.

A mes sœurs et mes frères qui ont toujours été présents pour moi. Merci pour votre encouragement.

A mon ange, ma petite sœur Kamar que tous tes rêves soit réalisés avec pleins de succès inch’allah.

A mes amies pour les sympathiques moments qu’on a passé ensemble,

À toutes les personnes autour de moi qui m'ont apporté beaucoup d'amour et de soutien, à vous tous mes sentiments de profonde gratitude et de reconnaissance infinie.

Samia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour à :

Mes chers parents Monsieur Said madame Massouda

Vous m'avez donné le jour et vous m'avez accompagné dans mes premiers pas… Aujourd'hui, je suis le fruit de vos efforts et de toute votre attention. Soyez infiniment remerciés. Sachez que je vos aime profondément et que je vous suis reconnaissante. Que le dieu vous protège.

Mes frères et ma belle sœur Sabrina.

Mes nièces Anfe et Hind, les plus proches de mon cœur.

Mes chére amies Sihame Hadjer Khadidja Manel Amina et Massi.

A toute ma famille « MEKKI ».

A toute mes amies et sur toute mes amies de la promotion de microbiologie appliquée 2021-2022.

Sans oublie tous les professeurs que ce soit de primaire, du moyen, du secondaire, ou de l'enseignement supérieure.

Je tiens à remercier aussi toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce modeste travail.

Hanane

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail aux deux êtres que grâce à eux je suis venue au monde, mes chers parents qui m'ont donné de l'affection, qui m'ont bien éduqué et qui m'ont encouragé tout au long de mes études. Que Dieu garde mon père et bénisse ma chère mère.

A mes grands-parents qui n'ont jamais cessé de m'encourager.

A ma sœur tendre, Maroua. Je t'aime beaucoup.

A mes adorables frères, Abderrahmane et Sifeddine.

A mes tantes et mes oncles que j'aime et je respecte toujours.

A mes amies, plutôt à mes sœurs Hanane et Samia qui ont partagé avec moi ce travail.

Nour El Houda

Résumé

Ce travail s'inscrit pour évaluer les propriétés antioxydantes et antimicrobiennes in vitro des extraits de ***Pistacia lentiscu,*** on a commencé notre travail par une enquête ethnobotanique sur la plante médicinale ***Pistacia lentiscus*** , a été réaliser à l'aide de 50 fiches questionnaire distribuées à la population au niveau de daïra d'El Omaria avait comme objectif de regroupé une petite base de données sur le lentisque au prés de la population locale, En effet les résultat de cette étude montrent que la connaissance de lentisque est répondue chez la plus part des gents dans la zone d'étude précisément chez les personnes âgées, notamment de sexes féminins, ensuite les feuilles constitue la partie la plus utilisé dans la région , la plus part des personnes utilisent lentisque pour traité les affections digestifs.

L'huile de fruits et l'extrait éthanolique de feuilles de ***Pistacia lentiscus*** ont été extraites par méthode traditionnel, macération respectivement .L'activité antioxydante a été évaluée par le test DPPH, les résultats montrent que l'extrait des feuilles de ***Pistacia lentiscus*** présente un pouvoir antioxydant plus puissant que celui de l'huile de fruits.

En outre, la détermination de l'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion des disques, l'extrait éthanolique a montré une activité antibactérienne puissante contre 4 souches bactériennes pathogènes, Gram+ et Gram- avec des diamètres compris entre 17.0 et 29.0 mm, a également exhibé une excellente activité contre la levure ***C. albicans*** avec des diamètres compris entre 22.0 et 25.0 mm. L'éffet antimicrobien de l'huile de fruits sur les souches bactériennes testées, se révèle très intéressant avec des diamètres des zones d'inhibitions allant de 14 .0 à 23.0 mm, l'activité antifongique sur ***Candida albicans*** est nul.

Mots clés : *Pestacia lentiscus,* ethnobotanique, El Omaria, l'activité antioxydante, l'activité antimicrobienne.

Abstract

Abstract this work is part of evaluating the in vitro antioxidant and antimicrobial properties of ***Pistacia lentiscus*** extracts. at the level of daïra of El Omaria had as objective to gather a small database on the lentisk near the local population, Indeed the results of this study show that the knowledge of lentisk is answered in most of the people in the study area precisely in the elderly, especially females, then the leaves are the most used part in the region, most people use mastic tree to treat digestive ailments.

Fruit oil and ethanol extract from ***Pistacia lentiscus*** leaves were extracted by traditional method, maceration respectively.

Antioxidant activity was assessed by DPPH test. The results show that the extract of the leaves of ***Pistacia lentiscus*** exhibits more potent antioxidant power than that of the fruit oil. In addition, the determination of the antimicrobial activity was carried out by the disc diffusion method, the ethanolic extract showed potent antibacterial activity against 4 pathogenic bacterial strains, Gram+ and Gram- with diameters between 17.0 and 29.0 mm, also exhibited excellent activity against ***C. albicans*** yeast with between 22.0 and 25.0 mm. The antimicrobial effect of fruit oil on the bacterial strains tested is very interesting with diameters of the inhibition zones ranging from 14.0 to 23.0 mm, the antifungal activity on ***Candida albicans*** is nil.

Keywords: *Pistacia lentiscus, El Omaria,* ethanobothany, antioxidant activity, antimicrobial activity.

ملخص

هذا العمل هو جزء من تقييم الخصائص المضادة للأكسدة والميكروبات في مستخلصات الضرو . بدأنا عملنا بمسح عرقي نباتي للنبات الطبي ***Pistacia lentiscus*** ، باستخدام 50 ورقة استبيان تم توزيعها على السكان بدائرة العمارية بهدف جمع قاعدة بيانات صغيرة عن الضرو بالقرب من السكان المحليين ، وبالفعل تظهر نتائج هذه الدراسة أن المعرفة بالضرو يتم الرد عليها في معظم الأشخاص في منطقة الدراسة على وجه التحديد من كبار السن ، وخاصة الإناث ، فالأوراق هي الجزء الأكثر استخدامًا في المنطقة. يستخدم معظم الناس الضرو لعلاج أمراض الجهاز الهضمي.

زيت الثمار والمستخلص الإيثانولي لأوراق الضرو تم استخلاص الضرو بالطريقة التقليدية ، النقع على التوالي ، وتم تقييم نشاط مضادات الأكسدة باختبار DPPH. وأظهرت النتائج أن المستخلص من أوراق *الضرو* أقوى من مضادات الأكسدة من زيت الثمار.

بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد النشاط المضاد للميكروبات بواسطة طريقة انتشار القرص. أظهر المستخلص الإيثانولي نشاطًا قويًا مضادًا للبكتيريا ضد 4 سلالات بكتيرية ممرضة ، جرام + و جرام- بأقطار تتراوح بين 17.0 و 29.0 مم ، أظهر أيضًا نشاطًا ممتازًا ضد خميرة ***C. albicans*** بمعرفات قياسات تتراوح بين 22.0 و 25.0 مم، أثبت التأثير المضاد للميكروبات لزيت الفاكهة على السلالات البكتيرية المختبرة أنه مثير للاهتمام للغاية مع أقطار مناطق التثبيط التي تتراوح من 14.0 إلى 23.0 مم ، والنشاط المضاد للفطريات على المبيضات البيض لا شيء.

الكلمات المفتاحية :*Pistacia lentiscus* ، علم النبات العرقي ،العمارية ، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط مضاد للميكروبات.

Lexique des abréviations

Ac : absorbance du contrôle négatif.

At : absorbance de l'extrait testé.

ATB : L'antibiogramme.

ATCC: American Type Culture Collection.

B.M.H : Bouillon Mueller Hinton

B.S : Bouillon de sabouraud.

BHT: Butylated hydroxytoluene ou hydroxytoluène butylé.

CI50 : La concentration des extraits nécessaire pour piéger 50% de radicaux libres.

CMI: Concentrations Minimales Inhibitrices

D.O : Densité optique.

DMSO: Diméthylsulfoxyde.

DPPH: 2,2-diphényl-1- picryl-hydrayle.

E. coli : Escherichia coli.

EC_{50} : La concentration effective à 50%.

ERA : les espèces réactives de l'azote.

ERO : Les espèces réactives de l'oxygène.

Et : les toxines exfoliantes.

FRAP: ferric reducing-antioxidant power.

Hbl : Entérotoxine hémolytique.

I : L'inhibition de DPPH.

MHE : représente la masse en gramme de l'extrait.

MV : représente la masse en gramme du matériel végétal sec.

nm : nanomètre.

Ø ou D : diamètre d'inhibition.

R : Rendement de l'extraction.

UFC : McFarland.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Noms vernaculaires de ***Pistacia lentiscus*** **(Garnier & Cheraft, 2011)**. 4

Tableau 2 : Classification systématique de ***Pistacia lentiscus*** **(TISON & Jean-Marc, 2014)**. 5

Tableau 3 : Type de consommation et composition phytochimique des différentes parties de ***Pistacia lentiscus.*** 11

Tableau 4 : Utilisations ethnomédicales des différents produits de ***P. lentiscus*** (Bozorgi et al, 2013)**.** 15

Tableau 5 : Les espèces réactives d'oxygène et de nitrogène (Phaniendra et al, 2015)**.** 22

Tableau 6: Propriétés organoleptiques des extraits étudiés du ***Pistacia lentiscus.*** 54

Tableau 7 : Masses et rendements des extraits de feuilles de ***Pistacia lentiscus*** 55

Tableau 8 : Valeurs d'IC50 du test du pouvoir réducteur des différents extraits testés et du BHT. 59

Tableau 9 : Concentrations **EC50** des extraits des feuilles, fruits de ***Pistacia lentiscus*** et de **BHT**. 59

Tableau 10 : Diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne obtenus par différentes dilutions des extraits de lentisque. 61

Liste des figures :

Figure 1: Photographie représentant l'Arbuste Pistacia lentiscus (prise en janvier 2022). 3

Figure 2 : les branches de ***Pistacia lentiscus*** **(Bensalem G, 2015)**. 6

Figure 03 *:* les folioles de ***Pistacia lentiscus*** **(GREPHH, 2022)** 7

Figure 04: ***Pistacia lentiscus L***. en floraison **(Ben Douissa, 2004)**. 7

Figure 5 : Fruits de ***Pistacia lentiscus*** (rouge et noire) .A / (**photo prise en décembre 2021).** B/ **(Ben Douissa, 2004).** 8

Figure 6 : « Larmes » de résine qui s'écoulent du tronc de ***Pistacia lentiscus***. 8

(Ben Douissa, 2004).
Figure 7 : Répartition géographie de ***Pistacia lentiscus*** .Violet= ***Pistacia lentiscus*****.** 9
(Belfadel, 2009).

Figure 8 : Caractéristique climatique du ***Pistacia lentiscus*** **(Julve, 2021).** 10

Figure 9 : Caractéristique Du sol de ***Pistacia lentiscus.*** **(Julve, 2021)**. 11

Figure 10 : Produits commercialisés à base de ***Pistacia lentiscus***. A. Huiles essentielles, B. Huiles végétales, C. Compléments alimentaire, D. Parfums. 20

Figure 11 : Stress oxydatif dû à une perturbation sévère entre les ROS formation et défenses antioxydants (l'équilibre physiologique est Représenté par la ligne pointillée). (**Poljsak et al, 2013**) 21
Figure 12 : Classification simplifiée des composés phénoliques (**LAGUNA, 2019**) 23

Figure 13 : Structure d'acides phénoliques (**LOPEZ-GIRALDO et al, 2007**) 23

Figure 14 : Structure de base des flavonoïdes (**Krishna et al, 2001**) 24

Figure 15 : Le changement de la structure chimique, colleur du radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (**Yeo & F Shahidi, 2019**)**.** 25

Figure 16 : Schéma de la morphologie de la bactérie ***E. coli*** **(BOULADE, 2019).** 28

Figure 17 : ***Pseudomonas aeruginosa*** **(GREPHH, 2022)**. 29

Figure 18 : ***Bacillus subtilis (Science photo library,2022).*** 31

Figure 19 : ***Candida albicans (Science photo library,2022).*** 35

Figure 20 : Carte géographique de la région d'El Omaria **(GRAAG, 2022)** 37

Figure 21 : Schéma récapitulatif des différentes étapes du travail. 38

Figure 22 : Extraction de l'huile de lentisque **(originale, 2022).** 40

Figure 23 : Séchage des feuilles de ***Pistacia lentiscus*** **(originale, 2022).** 40

Figure 24: le broyage de matériel végétal **(originale, 2022).** 41

Figure 25: Extraction par macération dans l'éthanol aqueux (**originale, 2022**). 42

Figure 26: Mécanisme de réaction du 2,2'-diphenyl-1- picrylhydrazyle(DPPH) avec un antioxydant **(Liang & Kitts, 2014).** 43

Figure 27: Une solution éthanolique de DPPH **(originale, 2022).** 44

Figure 28: Préparation des solutions filles **(originale, 2022).** 44

Figure 29: Préparation de l'inoculum bactérien **(originale, 2022).** 45

Figure 30: La disposition des disques sur la gélose **(originale, 2022).** 47

Figure 31: Le pourcentage de la connaissance du lentisque dans les trois régions. 48

Figure 32: Usages de lentisque selon le sexe. 49

Figure 33: Usages de lentisque selon les classes d'âges. 50

Figure 34: Utilisation des différentes parties de ***Pistacia lentiscus*** dans la zone étudiée. 51

Figure 35: Répartition selon la forme d'emploi de lentisque. 51

Figure 36 : L'utilisation de ***Pistacia lentiscus*** par groupe de maladies traitées dans la zone d'étude. 52

Figure 37: Présentation des rendements des extraits de ***Pistacia lentiscus.*** 56

Figure 38: Le changement de couleur de DPPH-extrait (**original, 2022**). 57

Figure 39: la réduction du radical DPPH après 30 min d'incubation de la solution DPPH-extrait. (**Originale ,2022**). 57

Figure 40 : Pourcentages d'activité antioxydante en fonction des différentes concentrations de l'extrait des feuilles et fruits de ***Pistacia lentiscus.*** 58

Figure 41 : Les résultats de l'activité antimicrobienne des feuilles. 62

Figure 42 : les résultats de l'activité antimicrobienne de ***Pistacia lentiscus*** des fruits. 63

Tableau de matières :

Remerciement

Dédicace

Résume

Abstract

ملخص

Lexique des abréviations

Liste de tableau

Liste de figure

Sommaire

Introduction**……** 01

Première partie : Données bibliographiques

Chapitre I : Présentation du plant

1. I. Généralité sur la plante…….. 03

I.1 Définition…… 03

I .2. La position systématique de ***Pistacia lentiscus*****.....** 04

I .3 Description botanique…….……...……. 05

I .4. Répartition géographiques de Pistachier lentisque…… 09

I .5 Exigence écologique……... 10

I .6 Etude phytochimique de l'espèce *Pistacia lentiscus*……..... 11

I .7 Utilisations thérapeutiques traditionnelles de *Pistacia lentiscus*……..... 15

I .8 Activités biologiques de *Pistacia lentiscu*……. 16

I .9 Applications industrielles……..... 18

Chapitre II : Activité antioxydant

1. Stress oxydatif……..... 21

2. Définition d'un radical libre……. 21

3. Activité antioxydant…….…… 22

4. Mécanisme d'activité antioxydant 24

5. Evolution de l'activité antioxydant……... 24

Chapitre III : Activité antimicrobienne

I. Activité antimicrobienne……... 26

I.1. Les bactéries……... 27

I.2. Les bactéries étudiées……. 27

I.3. Infections bactériennes……... 31

I.4. Les antibiotiques……. 31

I.5. Méthodes d'étude de l'activité antibactérienne…….. 32

I.6. Activité antifongique……. 33

Deuxième partie : Etude expérimentale

Matériels et méthodes

I. matériel végétale…… 37

I.1. Zone d'étude et matériel végétal…… 37

I. 2 Enquête ethnobotanique…… 39

I. 3. Préparation des extraits de la plante (fruits et feuilles)……. 39

I.4. Rendement de l'extraction…….. 43

II .Pouvoir antioxydant…….. 43

II.1. Test du DPPH…… 43

II.1.1. Principe de DPPH .....…… 43

II.1.2 Méthode de piégeage du DPPH ……. 43

III. Activité antimicrobienne des différents extraits de *Pistacia lentiscus*…….. 45

III.1. Souches microbiennes utilisées…… 45

III.2. Préparation de l'inoculum…… 45

III.3. Ensemencement…… 46

III.4. Méthode de diffusion (méthode de disque)…….. 46

Résultats et Discussion

I. Résultat ethnobotanique……. 48

1. Le nom vernaculaire désignant *Pistacha lentiscus*…… 48

2. La connaissance de Pistacia lentiscus L. dans les trois régions……. 48

3. Usage selon Le sexe d'appartenance et l'âge ……... 48

4. Niveau d'étude…….. 50

II. Les critères quantitative et qualitative de l'extraction……. 54

1. Propriétés organoleptiques…… 54

2. Rendement d'extraction……. 54

3. Activité antioxydant…….. 56

4. Evaluation de l'activité antimicrobienne…… 60

Conclusion et Perspective……. 66

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Le développement de la résistance aux antibiotiques est devenu au cours de la dernière décennie, aux plans internationaux, une préoccupation majeure en termes de santé humaine et animale. En effet, cette évolution remet en question l'efficacité des médicaments et peut aggraver le pronostic de certaines maladies infectieuses, avec des conséquences sociales et économiques importantes **(Guillot, 2014).**

Bien que la résistance aux antibiotiques soit un phénomène naturel, leur mésusage chez l'Homme et l'animal accélère son processus **(Favrichon & Pribile, 2018)**. La préservation de leur efficacité pour le traitement des maladies est un défi majeur en santé publique pour les années à venir, tant les espoirs sont faibles de voir apparaître de nouvelles familles d'antibiotiques dans un futur proche **(Genet, 2018)**.

De plus, les effets nuisibles du stress oxydant sur la santé humaine sont devenus un vrai problème, l'utilisation de molécules antioxydantes de synthèse est actuellement remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels **(Bammou et al, 2020)**.

En effet, la peroxydation des lipides au cours des processus de fabrication et de stockage des aliments sous l'action des radicaux libres de l'oxygène (ROS) conduit à la perte de la qualité des aliments. Aussi, les industries alimentaires utilisent des antioxydants de synthèse pour retarder l'oxydation des lipides. Ces antioxydants de synthèse sont responsables de nombreux effets indésirables **(Mau et al, 2004).**

Actuellement, le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques et la toxicité des antioxydants synthétiques ont conduit les scientifiques à chercher dans le monde végétal des molécules naturelles efficaces et dénuées de tout effet adverse **(Boudjouref, 2011)**

Les plantes médicinales présentent une variation marquée des principes actifs au cours des différentes saisons ; car ceux-ci ont été largement attribués aux variations des variables environnementales telles que la température et les précipitations **(Saad et al, 2015)**.

Dans la flore algérienne il existe plusieurs espèces de plantes encore peu ou pas étudiées, mais dotées de réelles propriétés pharmacologiques, Le pistachier lentisque est l'une des espèces de par son anatomie et sa physiologie, Il est l'une des espèces les plus tolérantes aussi bien à la sécheresse qu'à la salinité **(Vasques et al, 2016)**.

C’est une espèce très riche en métabolites secondaires **(Ait Said et al, 2011)** et largement utilisée en médecine traditionnelle et dans le domaine agroalimentaire **(Reigosa et al, 2006).**

De nombreuses recherches à travers le monde se sont orientées vers la valorisation des substances naturelles douées d’activités biologiques afin d’établir des règles scientifiques pour leur usage. Et c’est dans ce contexte que s’inscrit le présent travail qui a pour objectif principal d’évaluer les propriétés antioxydantes et antimicrobiennes des extraits des fruits et des feuilles de ***Pistacia lentiscus***.

Le présent travail comporte deux parties distinctes :

Une partie bibliographique dans laquelle nous réaliserons une synthèse des connaissances concernant ***P. lentiscus L***., et leurs activités (l’activité antioxydante, antibactérienne et antifongique).

Une partie expérimentale qui est subdivisée en deux chapitres :

L’un présente les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail, comporte la réalisation d’une enquête ethnobotanique pour connaître l’utilisation de la plante du ***Pistacia lentiscus***, l’autre est consacré à la présentation des résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

Enfin, la conclusion générale met en évidence les principaux résultats obtenus et leur rôle pour la valorisation du patrimoine national dans le domaine des plantes médicinales.

Première partie

Données Bibliographiques

Chapitre I

Présentation du plant

I. Généralité sur la plante

I.1 *Définition*

Le lentisque comprend les espèces qui sont des plantes dioïques dont la majorité est connue pour leur capacité à produire les oléorésines **(Zohary, 1952)**, utilisé pour diverses propriétés thérapeutiques, grâce à ces composées bioactifs **(Benhammou, 2006)**.

Pistachier lentisque ou le lentisque ou arbre à mastic (***Pisiacia lentiscus L***) ; en arabe locale «Derou» ou «Tadist» est en général un arbuste de 1 à 8 m de hauteur **(figure 1) (Lauk et al, 1996).**

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



Figure 01 : Photographie représentant l'Arbuste ***Pistacia lentiscus***. **(Photo prise en janvier 2022).**

Tableau 01 : Noms vernaculaires de ***Pistacia lentiscus*** **(Garnier & Cheraft, 2011)**.

Langue	Noms
Berbère	Tidekth, Amadagh
Arabe	Derou, Sareys
Français	Arbre au mastic, Pistachier lentisque, Restringe, Lentisque d'Espagne
Anglais	Mastic ou masticktree
Espagnol	Lentisco, charnecacomun
Allemand	Mastixbaum
Italien	Lentischio, sondrio

Synonymes :

Lentiscus massiliensis Mill., Fourr (1869). **(Fourr, 1869)**

Lentiscus vulgaris Fourr, (1869) **(Fourr, 1869)**

Pistacia brevifolia Gand, (1875) **(Gand, 1875)**

I .2. La position systématique de *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus appartient à la famille des ***Anacardiacées*** synonymes des ***Térébinthacées***, ont décrit environ 500 espèces de cette famille **(De Laraz, 2004)**.

Selon la classification commune de **(Zohary, 1952)**, le genre ***Pistacia*** regroupe en plus de ***P. lentiscus***, 10 autres espèces et divisé en 4 sections. Cette espèce est classée dans la section d'***Eu-Lentiscus*** à coté de ***P. weinmannifolia*** et ***P. saportae***.

Tableau 02 : Classification systématique de ***Pistacia lentiscus*** **(TISON & Jean-Marc, 2014)**.

Domaine	**Biota**
Régne	***Plantae***
Sous-régne	***Viridaeplantae***
Embranchement	***Spermaphytes***
Sous-embranchement	***Angiospermes***
Classe	***Equistopsida***
Sous-classe	***Magnoliidae***
Superordre	***Rosanae***
Ordre	***Sapindales***
Famille	***Anacardiaceae***
Sous-famille	***Anacardioideae, Pistaciaceae***
Genre	***Pistacia***
Espèce	***Pistacia lentiscus***

En Algérie, le genre ***Pistacia*** est représenté par quatre espèces, ***Pistacia lentiscus***, ***Pistacia terebinthus***, ***Pistacia vera*** et ***Pistacia atlantica*** (pistachier de l'Atlas appelé localement bétoum) **(Ghalem & Benhassaini , 2007)**.

I .3 Description botanique

Pistacia lentiscus L est l'une des 14 espèces dans le genre ***Pistacia L***. des ***Anacardiacae*** **(Onay et al, 2016)**.

Le ***Pistacia lentiscus*** est un petit arbuste ou arbre sempervirent de 1–5 m de haut, se caractérise par son système reproducteur dioïque (plantes mâles et plantes femelles) et par son périanthe homochlamydique de fleurs **(Yaniv & Dudai, 2014)**.

Le lentisque se reconnaît à sa belle couleur mais particulièrement à sa très bonne odeur prononcée et unique.

- **Cette espèce est caractérisée par :**

Les Branches :

Tortueuses et pressées, forment une masse serrés. **(Belfadel, 2009)**.



Figure 02 *:* les branches de ***Pistacia lentiscus*** **(Bensalem G, 2015)**.

Les feuilles :

Des feuilles persistantes formées par 4 à 10 folioles de couleur verte foncée **(Emna Chaabani, 2019)** , Les feuilles du ***Pistacia lentiscus*** ont une durée de vie de 2 ans **(Onay & Jeffree, 2000)**.

On trouve des pieds mâles et femelles distincts (espèce dioïque) qui fleurissent en grappes denses en mois de Mai **(Mekious, 1997)**.

Les folioles :

Assez étroites et coriaces, sont ovales à elliptiques, terminées par une petite pointe. Leur nombre varie de 2 à 12 **(Quezel & Santa, 1962)**.



Figure 03 *:* les folioles de ***Pistacia lentiscus*** **(GREPHH, 2022)**

Fleurs :

Aromatiques, unisexuées. Les fleurs mâles sont caractérisées par une couleur rouge foncée tandis que les fleurs femelles sont de couleur vert jaunâtre. La floraison s'étend du mois d'avril au mois du juin **(Mekious, 1997).**



Figure 04: ***Pistacia lentiscus L***. en floraison **(Ben Douissa, 2004)**.

Fruits :

Est une drupe, d'abord rouge puis noire à maturité **(Landau et al, 2014)** La période de fructification s'est produite au milieu et à la fin de l'été (juillet-août) et maturation des fruits a été achevée à l'automne (octobre). Ils sont généralement à une graine drupes (4–6 mm), initialement vertes, puis rouges et deviennent noir brillant à mûrissement complet (septembre-octobre). **(Zaouali , 2018).**





Figure 05 : Fruits de ***Pistacia lentiscus*** (rouge et noire) .A **/** (**photo prise en décembre 2021).** B/ **(Ben Douissa, 2004).**

L'Ecorce :

De couleur 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 **(Belfadel, 2009)**.

Mastic:

La production de résine jaune clair (entre 4 à 5 kg par arbre) appelée 'le mastic' qui est obtenue en été par incision du tronc. La distillation de cette résine permet l'extraction d'une essence utilisée en parfumerie à les propriétés de cristal opaque et un goût de baume et odeur forte. **(Marone , 2001)**.



Figure 06: « Larmes » de résine qui s'écoulent du tronc de ***Pistacia lentiscus***.

(Ben Douissa, 2004).

I .4. Répartition géographiques de *Pistachier lentisque*

Pistacia lentiscus est une espèce dioïque qui pousse dans tout type de sol mais préfère les endroits siliceux **(Castola, 2000)** Elle est un arbrisseau que l'on trouve couramment en sites arides Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique, jusqu'aux Canaries **(Belfadel, 2009)**. On la rencontre dans les garrigues et surtout les maquis du bassin méditerranéen et les forêts **(Quezel & Santa, 1962)** année **(figure 7).** Elle préfère les endroits pauvres en nutriments, en eau et aussi à une exposition longue des températures et des radiations solaires plus élevées **(Magiatis et al, 1999)** .

Le genre ***Pistacia L***. est probablement d'origine américaine, selon les fossiles les plus anciens (Paléocène) découverts en Amérique du Nord **(Zohary M. , 1952).**

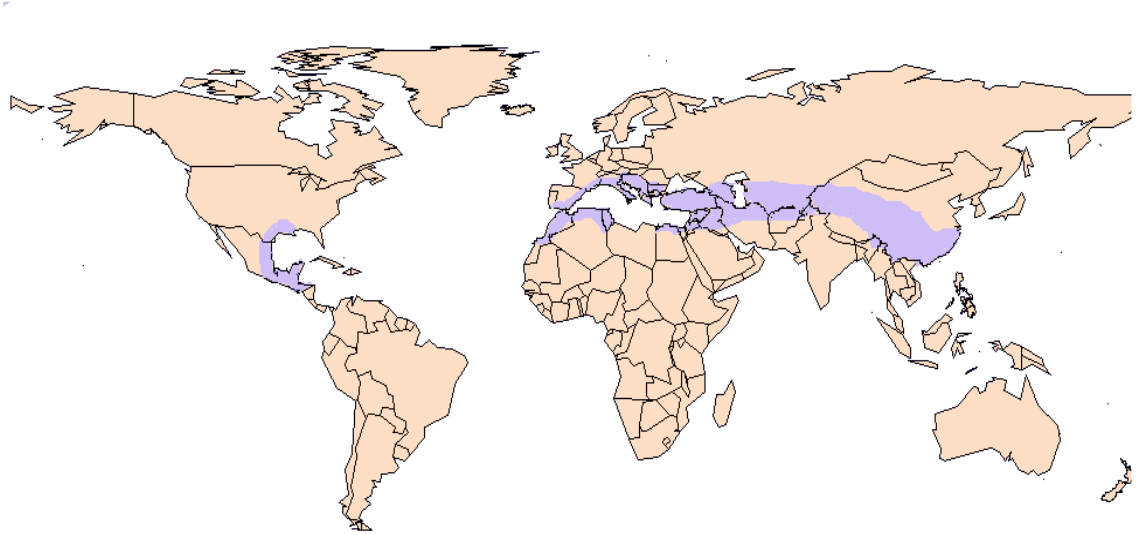


Figure 07: Répartition géographie de ***Pistacia lentiscus*** .Violet= ***Pistacia lentiscus*****. (Belfadel, 2009)**.

I .5 Exigence écologique

Le pistachier lentisque pousse dans une ambiance climatique subhumide, semi-aride et chaude. En zones humides, ***Pistacia lentiscus*** est plus abondante dans les plaines que sur les hauteurs, contrairement aux zones semi-arides où elle pousse plutôt sur les hauteurs. Dans des régions arides et avec un climat sec, ***Pistacia lentiscus*** devient rare excepté dans certaines régions, où sont présents certains facteurs compensateurs (morceau temporairement humide, substratum argileux ou limon argileux) **(Bensalem G, 2015)**.

Pistachier lentisque est un arbrisseau qui préfère sur les sols siliceux et secs, il se développe sur des sols calcaires, donc cette plante est considérée comme thermophile et xérophile.

Pistacia lentiscus est une espèce indifférente aux propriétés physico-chimiques du sol mais préfère des sols à faible concentration en phosphore et potassium conjugués avec des concentrations différentes en carbonate de calcium et en azote **(Dogan et al, 2003)**.

Pistacia lentiscus est considéré comme une espèce indifférente aux variations du milieu, d'ailleurs sa dispersion indique son adaptation optimale aux conditions globales qu'offre son milieu environnant. L'adaptation au manque d'eau de ***Pistacia lentiscus*** est expliquée par l'absence de stomate au niveau de la face supérieure des feuilles, et la présence de stomates sur la face inférieure de la feuille. Son système radiculaire est puissant et bien développé, s'accrochant sur les pentes rudes et les terrains rocheux, c'est un couvre sol idéal **(Saadoun, 2002).**

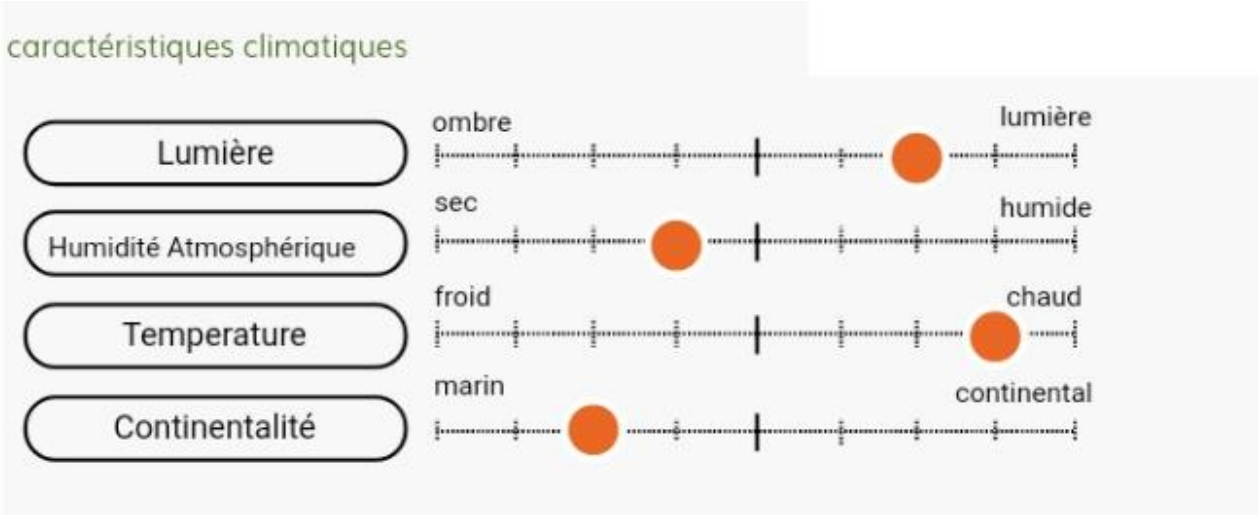


Figure08: Caractéristique climatique du ***Pistacia lentiscus*** **(Julve, 2021).**

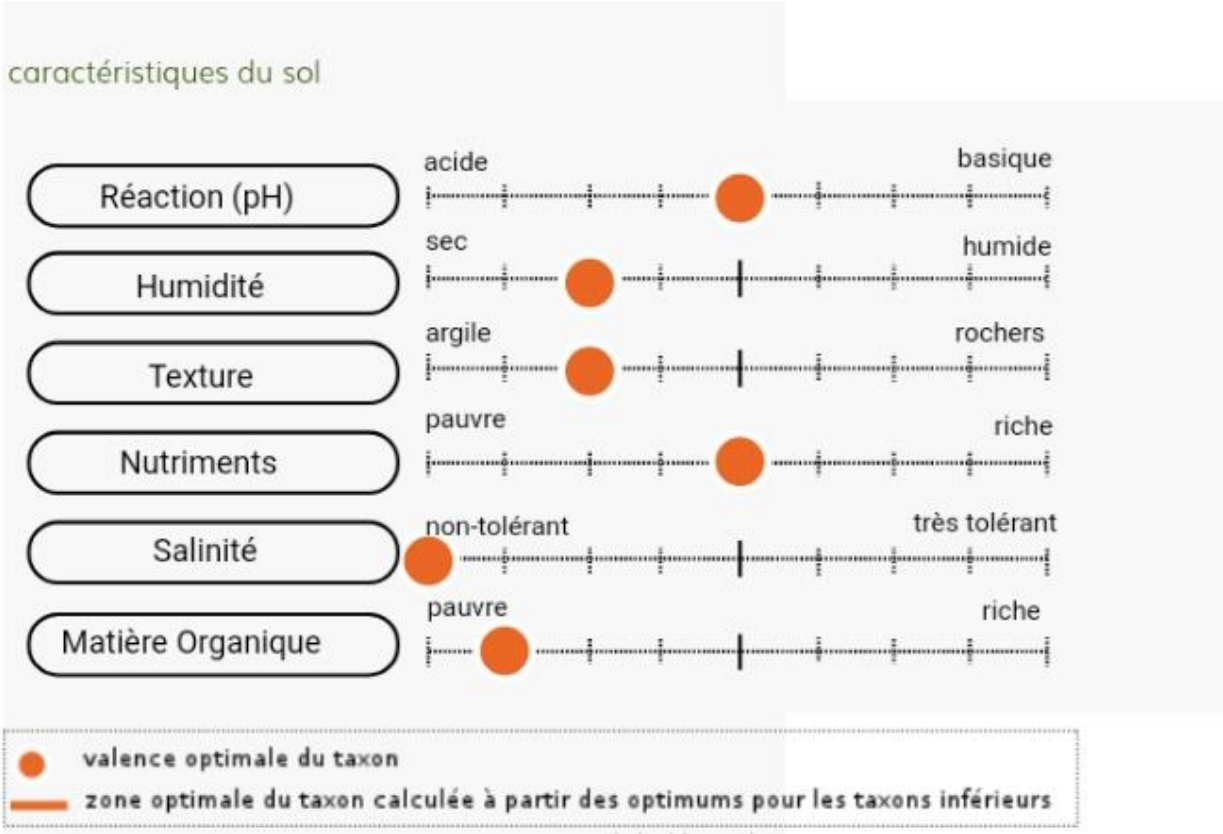


Figure 09: Caractéristique Du sol de ***Pistacia lentiscus.*** **(Julve, 2021)**.

I .6 Etude phytochimique de l'espèce *Pistacia lentiscus*

Les différentes parties de ***Pistacia lentiscus*** ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques pour but d'identifier leurs principes actifs

Tableau 03 : Type de consommation et composition phytochimique des différentes parties de ***Pistacia lentiscus.***

Parties	Consommation	Composition phytochimique	Références
Feuilles	Sous forme d' *Extrait aqueux ou organique ou *Tisane	* Très forte teneur en polyphénols leucoanthocyanes, saponosides, sénosides, alcaloïdes, tannins totaux avec des teneurs	**(Arab et al, 2014)**

		fortes en tannins galliques et flavonoïdes et moyenne en anthocyanes glucosides (cyanidine-3-O-glucoside, delphinidin 3-O-glucoside) *monoterpènes(α-pinène, limonène,sabinène et mycéne) *sesquiterpènes (β-caryophyllène)	**(Bozargi et al, 2013)**
Fruits	Sous forme d' *Extrait aqueux ou organique *Tisane *Crue	*sont très riches en composés phénoliques, avec une forte teneur en polyphénols totaux et en tannins alors que les flavonoïdes sont présents mais avec des teneurs plus faibles. d'anthocyanines essentiellement: cyanidine 3-O-glucoside (70%), delphinidine 3-Oglucoside (20%) et cyanidine 3-O-arabinoside (10%)	**(Mehenni et al, 2016)** **(Abdelwaheb et al, 2007)**

Résine ou mastic	*Chewing-gum	riches en α-pinène, β-pinène, myrcène, monoterpènes, sesquiterpènes, monoterpènes oxygénés, diterpènes et des composés non terpènoides . *sesquiterpéne telles que le β caryophyllène (5%), *Alcool terpéniques telle que: l'αterpineol et le linalol, *Acide masticadienonic, , acide morolique, et acide oléonolique .	**(Trabelsi et al H. , 2012)** **(Bozargi et al, 2013)**
Huile essentiel e des feuilles	Consommation directe	longifolène, α-pinène, β-pinène, γ-cadinène, trans-β-terpinéol, α-acomeol, γmuurolène, Sabinène et terpinén-4-ol *beta - Myrcène , Limonène., -pinène.,-phella-rène Tricyclène (7.71%), terpinène-4-ol (7.44%), sabinène (6.96%), caryophyllène (6.62%), caryophyllène oxide	**(Dob et al, 2006)** **(Castola et al, 2000)** **(Haloui et al, 2015)**

Huile essentiel et des fruits		(6.05 %), p-cymène (5.04 %), 3-carène (4.44%), α-terpinéol (4.16%) et trans-β-Ocimène (3.89%). *Hydrocarbures monoterpéniques *α-pinène, myrcène *Sesquiterpènes(β-caryophyllène, germacrène D)	
Huile végétale (huile grasse, ou huile fixe)	Consommation directe	Le fruit noir a des teneurs élevés en matières grasses / au fruit rouge *Acide oléique, acide palmitique et acide linoléique. *Quatre stérols et six alcools triterpéniques, *α-tocophérols (vitamine E). *Na, suivi de K, Ca, Mg, Fe et Cu.	**(Dhifi et al, 2013)** **(Belyagoubi-Benhammou et al, 2018)**

I .7 Utilisations thérapeutiques traditionnelles de *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus est une plante connue depuis longtemps. En effet, des fouilles archéologiques indiquent que les populations du Mésolithique et Néolithique connaissaient déjà cette plante. **(De lanfranchi, 1999)**.

Cette plante médicinale qui est utilisée depuis longtemps dans diverses régions en Algérie pour soigner différentes pathologies dont l'inflammation, les brûlures et les troubles gastro-intestinaux. **(Abouri et al, 2012).**

Les vertus thérapeutiques des produits issus de cet arbuste font partie de la pharmacopée traditionnelle de plusieurs pays du pourtour méditerranéen. **(Sharifi & Hazell, 2009).**

Tableau 04 : Utilisations ethnomédicales des différents produits de ***P. lentiscus*** **(Bozorgi et al, 2013).**

Région	Partie de la plante utilisée	Utilisation traditionnelle
Algérie	Feuilles	Apéritif et astringent
	Résine	Maux d'estomac ; dyspepsie ; ulcère gastrique troubles intestinaux ; inflammation hépatique ; maladies des dents ; diabète ; hypercholestérolémie ; diurétique
Grèce	Parties aériennes	Stimulant ; diurétique ; hypertension ; calculs rénaux ; jaunisse ; toux ; maux de gorge, eczéma ; maux d'estomac
Iraq	Résine	Douleurs abdominales
Iran	Résine	Renforcement de la gencive ; désodorisant de l'halène ; tonique cérébral et hépatique, maladies gastro-intestinales
Italie	Feuilles	Maux de dents, mycose, herpès, douleurs abdominales et intestinales, rhumatismes, antiseptique, cicatrisant, émollient, expectorant, astringent
Jordanie	Feuilles	Jaunisse

	Résine	Brûlures et maux d'estomac
Maroc	Feuilles	Maladie digestive ; contre le mauvais œil
	Feuilles, écorce	Analgésique gastrique
	Racines	Antiseptique et anti-odontalgique
Portugal	Graines	Antirhumatisme
	Tiges	Antiseptique buccale
	Parties aériennes	Hypertension
	Fruits	Grippe
Espagne	Feuilles	Dérmatophytose chez les vaches
	Bourgeons tendres	Verrues
Tunisie	Fruits	Utilisation comestibles ; condiments ; traitement gale ; rhumatismes ; antidiarrhéique
Turquie	Feuilles	Eczéma ; diarrhée ; infections de la gorge ; paralysie ; calculs rénaux ; la jaunisse ; asthme, maux d'estomac ; astringent ; anti-inflammatoire; antipyrétique ; stimulant

I .8 Activités biologiques de *Pistacia lentiscus*

Les activités biologiques des produits issus de ***Pistacia lentiscus*** ont été décrites à travers plusieurs études scientifiques. La majorité de ces études ont concernés la résine et l'huile essentielle de la plante et à degré moindre les feuilles. En revanche très peu d'études se sont intéressées à l'huile fixe de ***Pistacia lentiscus***, qui sont résumées dans le tableau suivant :

Parties de la plante	Activités	Références
Résine,huile essentielle **Résine**	**Antimicrobienne** Contre ***Helicobacter pylori*** Contre ***Porphyromonas gingivalis*** et ***Prevotella melaninogenica***	**(Miyamoto et al, 2014)** **(Paraschos et al, 2012)**
Huile essentielle recueillie au stade de floraison **Extrait brut des feuilles**	**Anti-oxydante** Piégeage des radicaux libres Piégeage des DPPH	**(Congiu et al, 2002)** **(Emtinan et al, 2018)**
Extrait de la résine **Mastic** **Extraits des feuilles et l'huile grasse des fruits**	**Anti-inflammatoire** Inhibition de l'expression des molécules d'adhésion dans les cellules endothéliales aortiques humaines stimulées par le TNF-α Inhibition de la PKC, entraînant une diminution de la production de superoxyde et d'H2O2 Effet anti-inflammatoire sur le modèle d'œdème de la patte de rat.	**(Triantafyllou et al, 2011)** **(Triantafyllou et al, 2011)** **(Dellai et al, 2013); (Ben Khedir et al, 2016)**

Extrait aqueux (bouilli et non bouilli)	**Hépato-protectrice** Réduction de l'activité de 3 enzymes (phosphatase alcaline, alanine aminotransférase, aspartate amino transférase) et le niveau de bilirubine	**(Janakat et al, 2002)**
Huile grasse	**Cicatrisante**	**(Boulebda et al, 2009)**
Mastic (ou Résine) **Huile essentielle**	**Anti-tumorale** Inhibition de la prolifération et induction de l'apoptose des cellules tumorales colorectales humaines in vitro *Inhibition de la croissance tumorale chez des souris immunocompétentes par induction de l'apoptose, réduction de la néoangiogenése et inhibition de l'expression des chimiokines *Effet antiprolifératif et proapoptotique sur les cellules leucémiques humaines et inhibition de la libération du VEGF	**(Dimas et al, 2009) ; (Balan et al, 2007)** **(Magkouta et al, 2009)** **(Loutrari et al, 2006)**

I .9 Applications industrielles

De nombreux produit sont formulés à partir d'ingrédients issus de ***Pistacia lentiscus*** tels que la résine, l'huile essentielle, l'huile végétale ou des extraits enrichis.

La société Super Smart commercialise un supplément naturel à base de la résine de mastic (***Pistacia lentiscus***) sous le nom de Mastic gum. Ce supplément nutritionnel semble protéger la muqueuse gastrique, possède des effets antimicrobiens et antifongiques et présente un intérêt contre la dyspepsie et les ulcères gastroduodénaux. La boite de 60 gélules est vendue à 32 euros.

Mastic Gum est un autre produit à base de la résine de ***Pistacia lentiscus***, commercialisé par la société Jarrow formulas pour protéger l'estomac et prévenir les problèmes gastriques.

L'huile essentielle de ***Pistacia lentiscus*** est commercialisée par de nombreuses sociétés comme Vitalba, Huiles & Sens, Florame, etc. Cette huile est connue pour ces propriétés anti œdémateuse, antalgique cutanée, parasiticide, insectifuge, décongestionnante veineuse et lymphatique, décongestionnante prostatique et décongestionnante des sinus et des bronches.

L'huile végétale des fruits de Lentisque obtenue par pression mécanique est également commercialisée par le laboratoire Nature orient.

Le Lentisque est même utilisé dans plusieurs parfums comme Lilaia (Bvlgari), Infusion d'Iris (Prada), French Mastic (Queen B), etc. La figure I.9 regroupe les produits commercialisés à base de Lentisque **(Emna chaabani, 2019)**

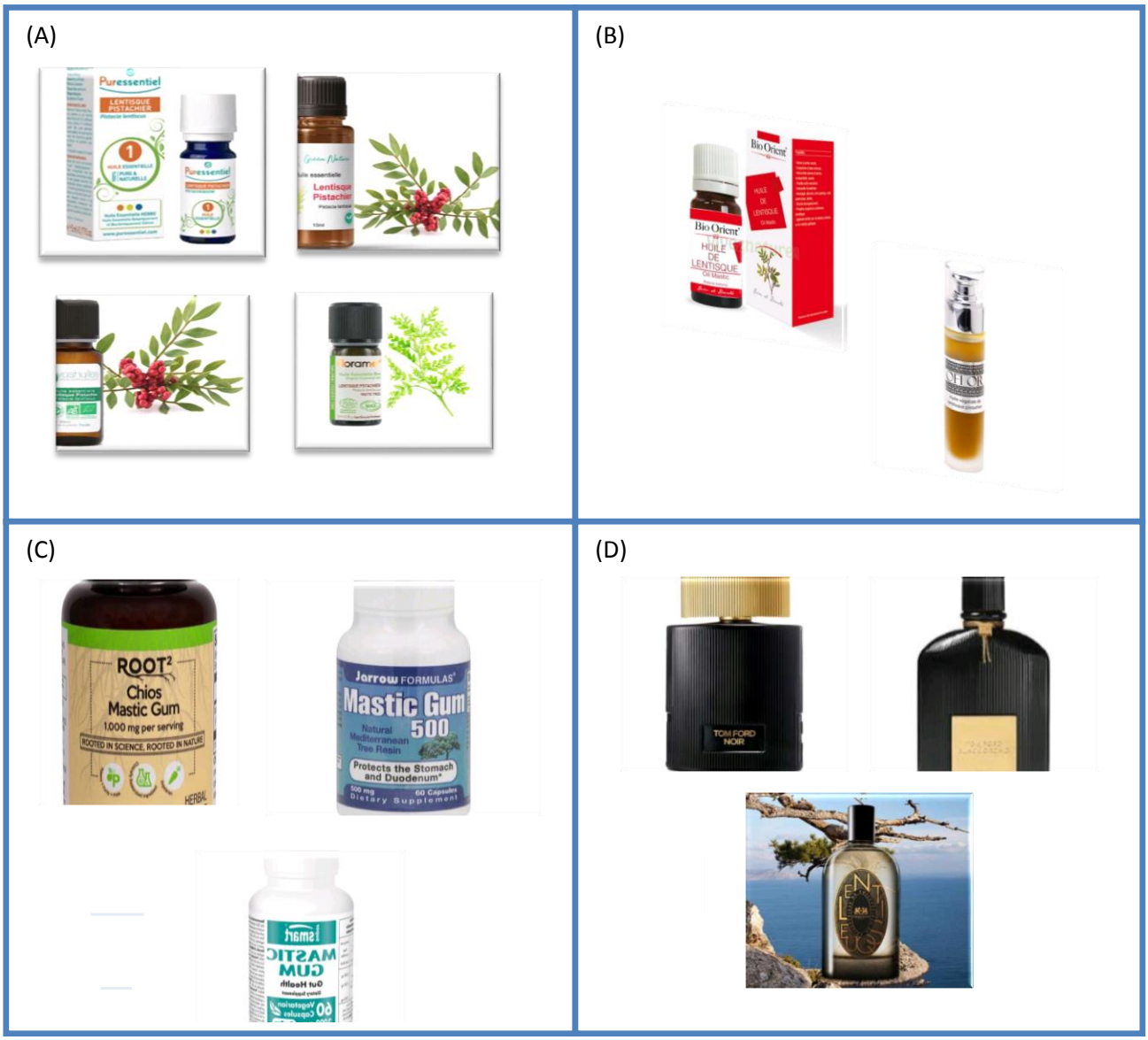


Figure 10 : Produits commercialisés à base de ***Pistacia lentiscus***. A. Huiles essentielles, B. Huiles végétales, C. Compléments alimentaire, D. Parfums. **(Emna chaabani, 2019)**

Chapitre II

Activité antioxydante

1. Stress oxydatif

Le stress oxydant ou le stress oxydatif, est défini comme un déséquilibre entre la production d'oxydants et de leur élimination par des mécanismes protecteurs antioxydants au sein d'un même organisme. Ce déséquilibre entraîne des dommages aux cellules et aux biomolécules, comme les lipides, les protéines et les acides nucléiques. **(Niki.E, 2018)** .

Egalement, il est déterminé comme une augmentation de biodisponibilité d'espèces réactives de l'oxygène ERO résultant d'un déséquilibre entre la génération et l'épuisement des ERO. **(Poljsak et al, 2013).**

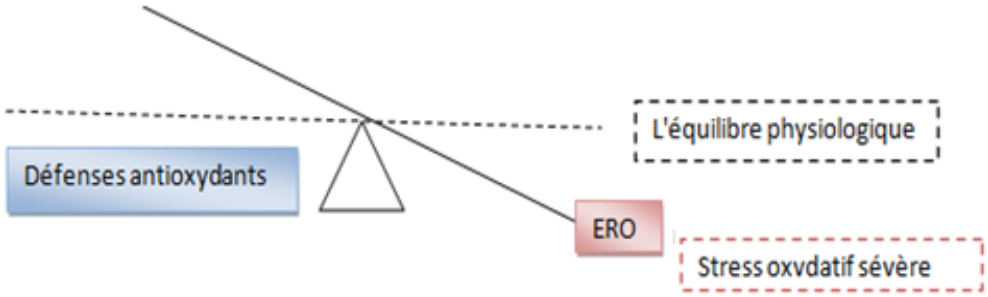


Figure 11:Stress oxydatif dû à une perturbation sévère entre les ROS formation et défenses antioxydants (l'équilibre physiologique est Représenté par la ligne pointillée). **(Poljsak et al, 2013)**.

L'augmentation d'espèces réactives de l'oxygène devient dangereuse, déterminant des effets indésirables sur les structures cellulaires, y compris les organites intracellulaires, participants à l'apparition et/ou à la progression de plusieurs pathologies humaines, tels que les troubles neurodégénératifs, le cancer, les maladies pulmonaires. **(Patergnani et al, 2021)**.

D'une autre part le stress oxydatif est impliqué dans plusieurs maladies liées à l'âge comme les maladies cardiovasculaires (MCV), les maladies pulmonaires obstructives chroniques, les maladies rénales chroniques .car le vieillissement diminue les défenses antioxydants et augmente la production mitochondriale de radicaux libre. **(Liguori et al, 2018) (Poprac et al, 2017)**.

2. Définition d'un radical libre

Les radicaux libres peuvent être définis comme des atomes ou des molécules ou des fragments moléculaires contenant un ou plusieurs électrons non appariés dans leurs orbitales atomiques ou moléculaires.

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les espèces réactives de l'azote (ERA) considèrent comme des radicaux libres générés physiologiquement dans le corps humain **(Qazi & Molvi, 2018)**.

Tableau 05: Les espèces réactives d'oxygène et de nitrogène **(Phaniendra et al, 2015)**.

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO)	Espèces réactives de l'azote (ERA)
• Superoxyde (O2), • Peroxyde d'hydrogène (H2O2) • Radical hydroxyle (HO) • Radical peroxyle (RO2) • Radical alcoxyle (RO) • radical hydroperoxyle (HO2) • L'oxygène singulet (1O2) • Ozone (O3)	L'oxyde nitrique (NO) • Dioxyde d'azote (NO2) • acid nitrique (HNO2) • Tétroxyde de diazote (N2O4) • Trioxyde de diazote (N2O3) • Peroxynitrite (ONOO) • Acid peroxynitrique (ONOOH) • Peroxynitrates d'alkyle (ROONO) • Cation de nitronium (NO2 +) • Chlorure de nitryle (NO2Cl)

3. Activité antioxydante

3.1 Définition

L'antioxydant est défini comme toute substance chimique qui pourrait ralentit ou empêche les dommages oxydatifs causés par les radicaux libres. L'antioxydant inhibe les dommages oxydatifs causés par les radicaux libres par plusieurs mécanismes.

Les sources de l'antioxydant sont abondamment disponibles dans la nature et peuvent être trouvées dans l'alimentation quotidienne. Plusieurs composés majeurs identifiés comme antioxydants tels que les polyphénols, les vitamines et les caroténoïdes. **(Romulo & Andreas, 2020)**.

3.2 Les composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent inhiber les enzymes associées au développement de maladies humaines et ont été utilisés pour traiter diverses maladies humaines courantes. **(Rahman et al, 2022)**.

Les composés phénoliques sont classifié comme suit **figure 12**:

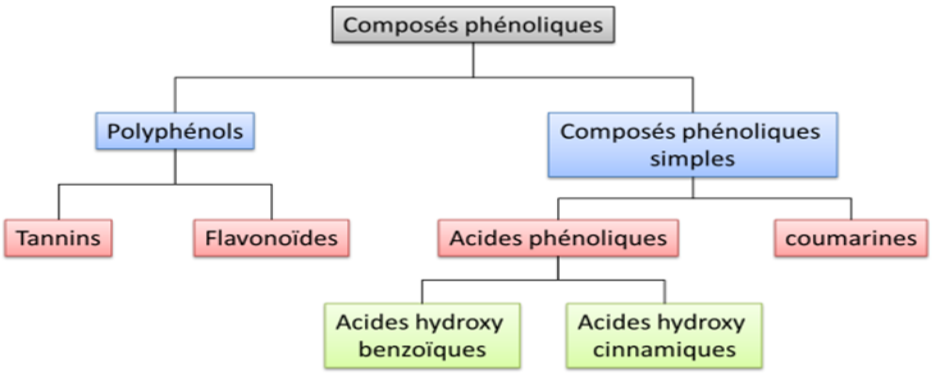


Figure 12: Classification simplifiée des composés phénolique**s (LAGUNA, 2019)**.

Les composés phénoliques présents dans les végétaux sont essentiellement divisés en acides phénoliques, flavonoïdes. **(Rudrapal et al, 2022).**

3.3Activité antioxydant de *Pistacia lentiscus* :

L'utilisation de molécules antioxydants synthétiques pose actuellement un problème de santé en raison de leurs risques toxicologiques potentiels. Aujourd'hui, plusieurs recherches sur les plantes en tant que nouvelles sources d'antioxydants naturels sont en cours de développement. **(HEMMA et al, 2018)**.

Des études récentes ont montré que toutes les parties de ***Pistacia lentiscus L***. présentent une riche source des composés phénoliques comme d'acides phénoliques et de flavonoïdes, principalement représentés par les acides hydroxybenzoïques et les flavonols.

Ces composés sont en grande partie responsables de l'activité antioxydant de ***Pistacia lentiscus* L**. Cela est dû aux propriétés redox des polyphénols, qui permettent leur utilisation en tant qu'agents réducteurs, donneurs d'hydrogène, chélateurs de métaux et extincteurs d'oxygène simples et permettent par conséquent l'exposition d'un large éventail d'effets biologiques positifs. **(Garofulic et al, 2020)**.

3.3.1- Les acides phénoliques :

Les acides phénoliques sont composés de sous-produits hydroxylés d'acides carboxyliques aromatiques portant un seul cycle phénolique. Selon le squelette C1-C6 ou C3-C6, ils sont généralement appelés dérivés de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique **(Rudrapal & Chetia, 2017)** .

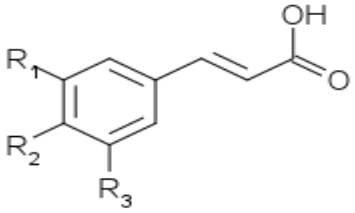


Figure 13: Structure d'acides phénoliques **(LOPEZ-GIRALDO et al, 2007)**.

3.3.2- Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes étant la classe dominante des polyphénols végétaux se composent de deux anneaux phénoliques reliés par un pont à trois carbones avec un squelette structurel commun C6-C3-C6. **(Rudrapal & Chetia, 2017)**.

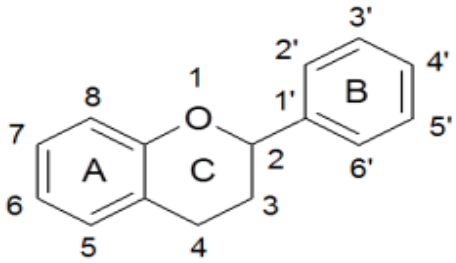


Figure 14:Structure de base des flavonoïdes **(Krishna et al, 2001)**.

4. Mécanisme d'activité antioxydante

Les antioxydants sont un élément important de la capacité à lutter contre les radicaux libres **(Lee et al, 2020)**, à travers la capacité de contrer les espèces réactives de l'oxygène (ROS) ou espèces réactives de l'azote (RNS) et de stimuler l'activation de la cascade de signaux à l'intérieur des cellules.

Les mécanismes par lesquels les antioxydants détoxifient ces composés dangereux sont complexes et impliquent une interaction directe ou indirecte avec les radicaux. les antioxydants inhibent ou éteignent les réactions des radicaux libres principalement en raison de leur capacité réductrice ou de leur capacité à donner des atomes d'hydrogène, de leur solubilité et de leurs propriétés chélatantes.

De plus, leur capacité à moduler les enzymes métaboliques clés et à activer ou bloquer la transcription des gènes a également une importance remarquable. **(Barreca, 2021)**.

5. Evaluation de l'activité antioxydante

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer l'activité antioxydant des composés phénoliques présente dans l'espèce de ***Pistacia lentiscus***, notamment :

- Piégeage du radical libre 2,2- diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

- Réduction du fer (FRAP, pour ferricreducing-antioxidant power).

5.1 Piégeage du radical libre 2,2- diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH):

Cette méthode est une approche rapide, basé sur la mesure des propriétés antioxydants comprennent l'utilisation des radicaux libres utilisés pour évaluer le potentiel des substances à des piégeurs de radicaux libres.

Le radical libre DPPH interagit avec un électron impair pour donner une forte absorbance à 517 nm qui lui confèrent une coloration violette.

Un antioxydant réagit au DPPH pour former du DPPH-H, qui a une absorbance plus faible que le DPPH en raison de la plus faible quantité d'hydrogène il provoque une décoloration, ou une teinte jaune, à mesure que le nombre d'électrons absorbés augmente **(Baliyan et al, 2022)**.

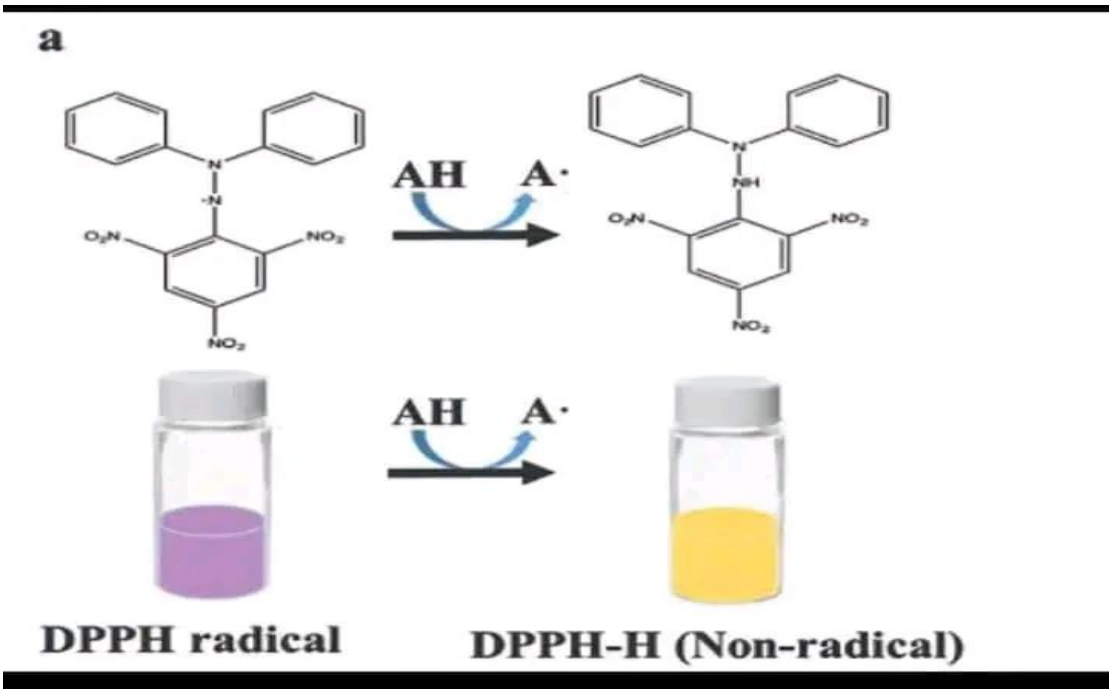


Figure 15: Le changement de la structure chimique, colleur du radical libre 2,2- diphényl-1-picrylhydrazyl **(Yeo & F Shahidi, 2019)**.

5.2 Réduction du fer (FRAP, pour ferric reducing-antioxidant power) :

La méthode FRAP (ferric reducing antioxidant power) est révélée utile pour le dépistage des capacités antioxydantes et la comparaison des efficacités de différents composés

Dosage du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP). Est basé sur la réduction d'un complexe Fe3+ (-TPTZ) incolore en Fe2+ (-TPTZ) bleu intense une fois qu'il interagit avec un antioxydant potentiel. **(Spiegel et al, 2020)**.

Chapitre III

Activité antimicrobienne

I. Activité antimicrobienne

Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage systématique des micro-organismes ou les plantes, qui sont des sources de beaucoup d'agents thérapeutiques utiles.

Dès la naissance, l'homme se trouve dans un entourage qui est plein de petits êtres vivants (micro-organismes ou microbes), qui vont progressivement coloniser son revêtement cutanéomuqueux. Pour résister à ces micro-organismes de nombreux moyens sont mis en jeu. On peut schématiquement en distinguer 3 groupes : les barrières anatomiques, les mécanismes de résistance naturelle (ou innés) et l'immunité acquise **(Avril et al, 1992)**.

Les plantes ont été utilisées comme agents thérapeutiques contre diverses maladies infectieuses affectant à la fois les humains et les animaux. Ces plantes peuvent fournir de nouvelles sources d'agents antimicrobiens **(George et al, 2008)**.

Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistant aux antibiotiques. Vu leurs petite taille, ils sont échappé de l'observation, ils ne sont donc visible qu'au microscope. Les micro-organismes peuvent être divisés en quatre grands groupes **(Nicklin et al, 2000).**

- Les bactéries
- Les virus
- Les levures et les champignons « mycoses »
- Les protozoaires **(Bayoud, 2005)**.

De nombreuses études ont trouvés que les extraits de ***Pistacialentiscus***, surtout leurs huiles essentielles sont actifs non seulement contre les bactéries mais aussi contre les champignons. Selon la littérature, l'activité antimicrobienne de cette huile essentielle est due probablement aux composés majoritaires tels l'α-pinène **(Magiatis et al, 1999)**, le β-pinène et le linalol**(Imelouane et al, 2009)**.

Elle peut être aussi attribuée aux phénols, constituants des huiles essentielles **(Tassou & Nychas, 1995)**.

Athamena et al (2010), ont montré que les polyphénols tels que les tannins, les flavonoïdes sont des substances antimicrobiennes importantes, ce qui a été confirmé par **(Mezni et al, 2012)**, qui ont trouvé qu'il existe une corrélation positive entre le contenu en composé

phénolique et l'activité antimicrobienne. L'activité antimicrobienne ne dépend seulement de la présence des composés phénoliques, mais également de la présence de divers métabolites secondaires **(Halmi, 2015)**.

D'autres études suggérées que les composés phénoliques présentent dans ***Pistacia lentiscus*** agissaient en perturbant les mécanismes enzymatiques impliquant dans la production d'énergie à la fois pour les bactéries et les levures. Ils peuvent également détruire les germes en modifiant leurs composés **(Sikkema et al, 1995)**.

I.1. Les bactéries

Les bactéries sont définis historiquement comme des micro-organismes vivants unicellulaires (formé d'une seule cellule).visible au microscope (de 0,5 µm à 1µm de largeur et de 0,5 à 0,8 µm de longueur) et appartenant à une zone de transition entre le règne animal et le règne végétal.

Parmi les organismes unicellulaires, nous trouvons des procaryotes (les archéobactéries et les eubactéries) et des eucaryotes (les protistes et certains champignons dont les levures). Elles sont présents un peu partout ; l'air, l'eau, les sols, la peau, etc. Elles peuvent survivre de façon indépendante, se nourrie et se multiplier comme elles sont dotées d'un grand pouvoir d'adaptation **(Nicklin et al, 2000)**.

La plupart des bactéries se nourrissent de déchet organique en décomposition (plantes mortes animaux), ce sont les saprophytes ou les mangeurs de déchet

La majorité des bactéries présentes naturellement chez l'homme ne causent pas d'effets néfastes à la santé. Certaines sont même essentielles autant à l'organisme humain qu'à l'environnement, comme les bactéries présentent dans les intestins qui aident à digérer. D'autres bactéries, par contre, sont bel et bien des véritables agents pathogènes qui provoquent toujours une maladie **(Elghozi & Duval, 1992)**.

I.2. Les bactéries étudiées

Escherichia coli :

E .coli a été découverte pour la première fois lorsque l'allemand *Theodore Escherich* isola ces microorganismes lors de cas de diarrhée chez un nourrisson en 1885 **(SHULMAN et al, 2007),** Après cela les chercheurs ont continués les recherche afin de connaitre et trouver le maximum des propriétés sur ce microorganisme. ***E .coli*** est une bactérie commensale à l'homme et de nombreux animaux elle se trouve dans le tube digestif des animaux à sang chaud **(GWIDA et al, 2020),** parmi ces animaux on trouve les carnivores, les omnivores, herbivores,

les oiseaux. Elles sont capables de survivre dans de nombreux habitats écologiques différents notamment dans le sol, l'eau, les sédiments et dans les aliments contaminés **(YAO, 2019).**

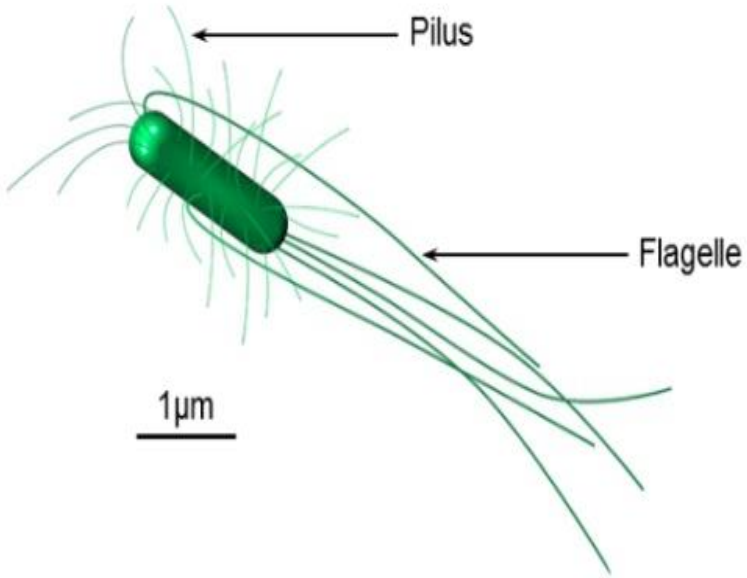


Figure16: Schéma de la morphologie de la bactérie ***E.coli*** **(BOULADE, 2019)**.

Escherichia coli contribuée à différentes fonctions comme, la dégradation des aliments **(El Kaoutari et al, 2014)**, la modulation du système immunitaire et la protection de microorganismes pathogène, il existe certaines souches pathogènes d'***E.coli*** qui génèrent des effets délétères au niveau de l'intestin, sa pathogénicité est souvent associée à la présence de l'ilot génomique pks **(Nougayrède et al, 2006).**

Staphylococcus aureus

L'espèce de ***S .aureus*** appelé le staphylocoque doré, est à la fois est une bactérie commensale et pathogène de l'homme et l'animal **(MORGENE, 2018)**, Ces microorganismes sont des habitants normaux de la peau et des muqueuses de nombreuses espèces animales, y compris les humains, Ils sont aussi omniprésents dans l'environnement (le sol, l'eau, les aliments contaminés, l'air…) **(FETSCH, 2018)**

Staphylococcus aureus produit un ensemble de facteurs de virulence tels que des protéines d'adhésion, des super antigènes , des toxines exfoliantes (ET) **(Bhunia, 2018)**, de plus, ***S.aureus*** synthétise des toxines responsables du syndrome du choc toxique, des enterotoxines causant des toxi-infections alimentaires et d'autres facteurs dans le but d'échapper aux systèmes immunitaire de l'hôte **(Fetsch & Johler, 2018)**.

Cette espèce est responsable de nombreux types d'infections chez l'homme et compte parmi les agents pathogènes les plus souvent isolés des infections hospitalières et communautaires. Outre les nombreuses résistances que cette bactérie peut présenter vis-à-vis

des antibiotiques et des antiseptiques, cette dernière est également armée pour annihiler de nombreux mécanismes de défenses que son hôte pourrait lui opposer incluant les anticorps, la phagocytose et la cytotoxicité**(Vincenot et al, 2008)**.

Pseudomonas aeruginosa

P. aeruginosa fut découverte par Carle GESSARD (1850-1925), un jeune pharmacien parisien suivait ses recherches sur les bacilles pathogènes **(Lyczak et al, 2000).**

Cette bactérie fut l'agent responsable des surinfections des plaies au cours de la 1ère guerre mondiale, les soldats montrèrent de pus bleu au niveau de leurs plaies.**(Boudada, 2015)**.

Ce germe opportuniste peut être considéré comme un pathogène hospitalier majeur et l'un des principaux agents pathogènes nosocomiaux affectant les patients hospitalisés. Il peut être impliqué dans de nombreuses infections aiguës et chroniques dans la communauté, mais surtout dans les hôpitaux, provoquant 10 à 20% des infections nosocomiales **(Frikh et al, 2017)** Sa pathogénicité est attribuée à la production de plusieurs facteurs de virulence, fortement induits chez les individus présentant des défenses immunitaires défaillantes (patients en réanimation, atteints de pneumopathies, immunodéprimés, ...) **(Mahenthiralingam et al, 1996)**.

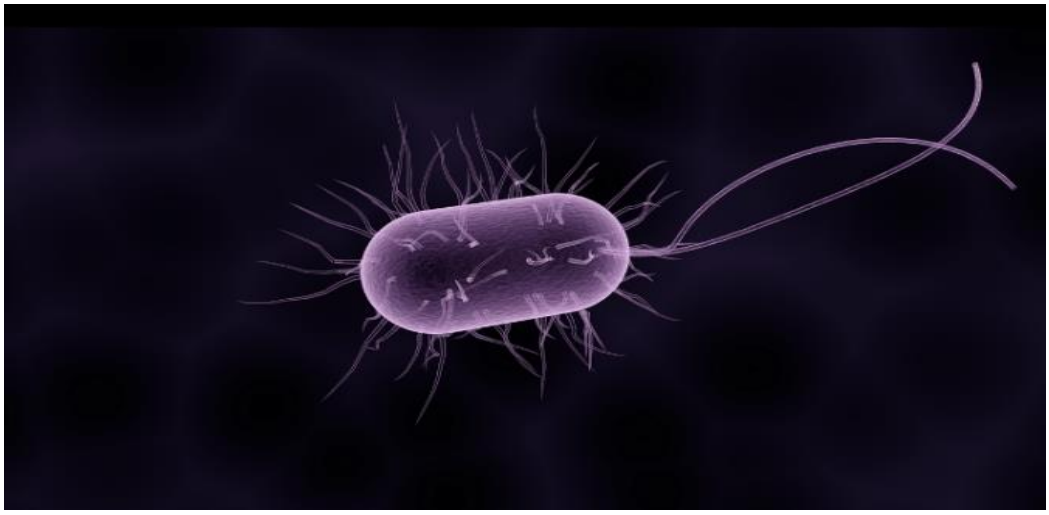


Figure17: *Pseudomonas aeruginosa*(GREPHH, 2022).

La virulence de la bactérie dépend d'un grand nombre de facteurs associés aux cellules membranaires et extracellulaires, ces facteurs jouent un rôle important dans la colonisation, la survie de la bactérie et l'invasion des tissus **(Ben Haj Khalifa et al, 2011).**

Bacillus subtilis

Bacillus subtilis, connu aussi comme le bacille du foin ou le bacille de l'herbe, est une bactérie Gram-positive, catalase-positive, c'est surtout une espèce ubiquitaire. Elle est mobile grâce à une ciliature péritriche (un système de flagelle qui recouvre tous les côtés de la surface d'une bactérie).

Elle est aérobie stricte, sa température optimale est de 40 °C trouvée dans le sol. Il peut former une endospore dure protectrice, il est classé comme un aérobie obligatoire **(Bridier et al, 2010)**.

Les bactéries saprophytes dont fait partie ***Bacillus subtilis*** ne sont pas pathogènes dans les conditions normales, leur pathogénicité se manifeste sous l'action de facteurs favorisants,quand les circonstances le permettent, n'importe quel germe peut provoquer une maladie.**(Bouhairi, 2017)**.

L'infection à ***B. subtilis*** survient surtout en milieu hospitalier dans le cadre d'infections nosocomiales. Ces infections restent limitées à certains patients dont l'état immunitaire favorise l'installation comme ceux atteints de malignités hématologiques **(Ozkocaman et al, 2006)**.

L'infection peut être provoquée par la bactérie donnée comme probiotique surtout chez les immunodéprimés où des cas de septicémie récurrente à ***B. subtilis*** ont été enregistrés **(Oggioni, 1998)**.

Les études montrent que les souches de ***B. subtilis*** produisent des toxines instables et stables à la chaleur, parmi les toxines produites, certaines sont semblables à la toxine émétique (céréulide) de ***B. cereus***, elles comportent également une entérotoxine hémolytique BL (Hbl) et une entérotoxine non hémolytique (Nhe). Un composant cytotoxique non émétique stable à la chaleur a également été signalé chez certaines souches de ***B. subtilis*****(Elizabeth, 2020)**.



Figure18 : ***Bacillus subtilis (Science photo library, 2022).***

I.3.Infections bactériennes

Les infections bactériennes ont un impact important sur la santé publique, elles peuvent se produire à n'importe quel site du corps, car tous les organes humains sont sensibles, les infections peuvent être causées par la destruction des cellules du corps par l'organisme ou par la réponse immunitaire du corps à l'infection. Les bactéries sont transmises à l'homme par l'air, l'eau, la nourriture ou des vecteurs vivants, les principaux modes de transmission des infections bactériennes sont le contact, l'air, les gouttelettes, les vecteurs et les véhicules. Cependant, les mesures préventives ont un impact considérable sur la morbidité et la mortalité. Ces mesures comprennent entre autres: le traitement de l'eau, la vaccination des humains et des animaux et des mesures d'hygiène personnelle **(Doron et Gorbach, 2010).**

I.4. Les antibiotiques

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. Ces derniers sont des substances qui en faible quantité ont la capacité soit de détruire les bactéries (effet bactéricide), ou d'inhiber leur croissance (effet bactériostatique) **(Billing et al, 1998)**, la majorité des antibiotiques actuels sont de nature synthétique ou semi-synthétique mais il y'a certains d'origine naturelle. La majorité des antibiotiques naturels transmettent leur effet antibactérien par inhibition de synthèse de la paroi bactérienne et la synthèse des protéines sauf la classe des Rifamycines qui inhibent la synthèse de l'ARN **(Singh, 2012),**les antibiotiques synthétiques et semi synthétiques qui sont développés en fonction des « cibles » de destruction de la cellule bactérienne, peuvent être classées en quatre groupes selon **(Kohanski et al, 2010)**

1- antibiotiques inhibent la synthèse d'ADN

2- antibiotiques inhibent la synthèse d'ARN

3- antibiotiques inhibent la synthèse de la paroi bactérienne

4- antibiotiques inhibent la synthèse des protéines

I.5. Méthodes d'étude de l'activité antibactérienne

L'antibiogramme (ATB) a pour but de déterminer les Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) d'une souche bactérienne vis-à-vis des divers antibiotiques. Par définition (O.M.S), la CMI est la plus faible concentration d'antibiotique capable de provoquer une inhibition complète de la croissance d'une bactérie donnée, appréciable à l'œil nu [201], après une période d'incubation donnée. La détermination de cette valeur est peu précise mais elle est consacrée par l'usage et elle bénéficie d'une masse importante d'informations recueillies à son sujet **(Duval, 1980)**.

Les méthodes utilisées pour évaluer l'activité antimicrobienne in vitro sont nombreuses et donnent parfois des résultats différents selon les conditions expérimentales adoptées par chaque manipulateur. Deux genres de techniques sont utilisables :

A. Méthode de diffusion

Les disques de papier buvard imprégnés d'une quantité définie d'antibiotique sont déposés à la surface d'un milieu gélosé (milieu de Müller Hinton) préalablement ensemencé avec une suspension de bactéries. A partir du disque, l'antibiotique diffuse dans la gélose, sa concentration étant d'autant plus faible qu'on s'éloigne de la source (gradient de concentration). Après incubation du milieu de culture (18 h à 37 °C), on constate que chaque disque est entouré d'une zone d'inhibition de la croissance bactérienne : la multiplication des microorganismes s'arrête là où il existe dans la gélose une concentration d'antibiotique supérieure ou égale à la concentration minimale inhibitrice (CMI) **(N.Touder, 2011)**.

On mesure le diamètre d'inhibition de la croissance bactérienne et on en déduit la valeur approchée de la CMI de l'agent antimicrobien vis à vis de la souche étudiée (l'aire circulaire qui entoure le disque et qui ne montre aucune culture visible permet de mesurer le diamètre d'inhibition qui indique le degré de sensibilité de la bactérie) **(Ozenda, 1991)**.

B. Méthode de dilution

C'est la méthode de référence, qui peut être pratiquée en milieu solide et liquide, lorsque la mesure de la CMI est effectuée selon une technique en milieu liquide, on distribue dans un premier temps, dans une série de tubes à hémolyse stériles (ou dans les capsules d'une plaque), sous un même volume, des concentrations décroissantes d'antibiotique que l'on ensemence avec un inoculum calibré de la souche étudiée. Après 18 à 24 h d'incubation à 37°C, la plus faible concentration de la gamme produisant l'inhibition de la culture microbienne est qualifiée de CMI.

Le principe de la technique en milieu solide est identique, différentes concentrations d'antibiotiques sont incorporées dans une série de boîtes qui contiennent un milieu nutritif solide par la présence de gélose. L'intérêt de cette technique en milieu solide réside dans la possibilité d'étudier un grand nombre de souches bactériennes **(N.Touder, 2011)**.

Résistance des bactéries aux antibiotiques

L'utilisation excessive des antibiotiques conduit à la sélection des effets délétères chez les patients et dans la grande majorité des cas à l'apparition de populations bactériennes résistantes.

Les bactéries peuvent être intrinsèquement résistantes à certains antibiotiques, ou peuvent acquérir la résistance, soit par mutation, soit par transfert génétique. Le deuxième mode d'acquisition de résistance peut se faire selon trois mécanismes différents dont la transduction (avec un bactériophage comme vecteur), la transformation (capture d'ADN par la bactérie) et la conjugaison (transfert de plasmide d'une bactérie à une autre qui peut être d'espèce différente) (Baudry et Brézellec, 2006).

Les changements qui peuvent toucher la bactérie réceptrice sont entre autres :

1) des modifications de la paroi bactérienne qui font cette paroi difficilement attaquée par l'antibiotique,

2) augmentation de la vitesse des échanges avec le milieu extérieur (absorption dans la cellule et décharge hors de la cellule), ce qui limite le temps de présence de l'antibiotique et sa concentration dans la cellule, ou

3) la production d'enzymes qui rendent l'antibiotique inefficace (Borges-Walmsley et al., 2003; Alvarez-Ortega et al., 2013).

Les recherches récentes sont consacrées à trouver de nouveaux substances à activité antibactérienne, plus efficaces que les antibiotiques synthétiques, bien acceptées par le corps humain et sans exercer des effets délétères sur la santé **(BELKHIR, 2018) ;**

I.6. Activité antifongique

Les champignons

Champignons = Fungi = mycètes (mukes = champignon).

Les champignons représentent l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes **(Mueller & Schmit, 2007).**

Ce sont des organismes eucaryotes unicellulaire ou pluricellulaire à mode de reproduction sexuée ou asexuée. Les spores produites peuvent avoir un rôle dans la dispersion des champignons, mais peuvent également jouer un rôle dans la survie de l'organisme lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables **(Madelin)** , leur mode de nutrition de type osmotrophe se fait par absorption en libérant dans un premier temps des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur (digestion des aliments a l'extérieur de la cellule, c à d que les nutriments pénètrent sous forme soluble).

Ces organismes sont dépourvus de chlorophylle et sont tous hétérotrophes **(Carlile & Watkinson, 1994) (Redecker, 2002)**, ils ne peuvent pas faire de photosynthèse, Ces organismes sont très importants et vivent en relation avec d'autres organismes, selon plusieurs manières :

Saprophytes : ils prélèvent leurs nutriments à partir de matières organiques en décomposition. Ils sont très importants en tant que décomposeurs et recycleurs de matières mortes.

- parasites : leurs nutriments proviennent de la matière vivante.

  * mycoses (chez les animaux)

  * maladies fongiques (chez les végétaux : phytopathogène) : fabrication de mycotoxines.

- symbiotes : ces mycètes obtiennent leurs nutriments grâce à un autre organisme, leur procurant en retour certains bénéfices. Ce type d'association est essentiel pour les végétaux, 90% des plantes seraient en symbiose avec ces champignons. Ces champignons sont appelés mycorhizes. D'autres mycètes vivent en relation avec une algue. Ils ne peuvent survivre l'un sans l'autre. Ce sont les lichens.

Le nombre d'espèces fongiques varie de 60 à 100 milles **(Reboux et al, 2010),** elles sont omniprésentes dans notre environnement, aussi bien dans l'air que sur le sol et les surfaces, dans l'alimentation et parfois dans l'eau **(Anonyme, 2012).**

Ces organismes se présentent sous une multitude de formes et de tailles. Ainsi, la plupart des Mycètes sont multicellulaires et filamenteux, tandis que certains sont des organismes unicellulaires peu complexes n'ayant que quelques microns de diamètre. Ces derniers sont connus sous Je nom de «levures ». Les levures sont des cellules sphériques, se divisant principalement par bourgeonnement ou par fission binaire. Les Mycètes que l'on nomme «moisissures» sont formés de cellules filamenteuses à embranchements multiples qui s'allongent aux extrémités. Ces filaments (ou «hyphes ») sont uni- ou multi-nucléés et peuvent être cloisonnés par des structures appelées «septa» (« septum» au singulier). Un amas d'hyphes s'appelle «mycélium » **(Guearro et al, 1999).**

Candida albicans

Candida albicans est un organisme eucaryote, se présente sous la forme d'éléments unicellulaires ronds ou ovalaires, non capsulés, non pigmentée, aérobie, diploïde, avec un matériel génétique qui se répartit en huit chromosomes. Elle se reproduit par bourgeonnement multilatéral d'une cellule mère (blastospore) et produit des pseudo-mycéliums et des vrais mycéliums **(Poulain, 2013).**

Il s'agit d'un champignon levuriforme, opportuniste qui vit à l'état commensal dans le tube digestif de l'homme et peut coloniser par contiguïté les voies génitales et respiratoires.

Candida albicans vit à l'état commensal dans le tube digestif de l'homme et peut coloniser par contiguïté les voies génitales et respiratoires. Elle est rarement retrouvée sur la peau saine et sa présence dans le milieu extérieur provient d'une contamination**.(Eggimann et al, 2011)**.

Ainsi, ***C. albicans*** possède une grande capacité d'adaptation et peut devenir pathogène lorsque les conditions lui sont favorables. Le passage de la forme saprophyte à la forme pathogène est possible grâce à l'activation de différents caractères de virulence parmi lesquels nous pouvons citer, l'adhésion sur les cellules de l'hôte, son polymorphisme et son aptitude à former des biofilms **(Noble et al, 2010).**



Figure 19 : ***Candida albicans(Science photo library,2022).***

A/ Infections fongiques humaines

Les champignons et les autres espèces microbiennes sont très répandues dans l'environnement, y compris le sol, les plantes, les arbres, et même dans la peau et d'autres parties du corps humain. La plupart d'entre eux ne sont pas dangereux, même conférer certains avantages à l'hôte, étant considéré comme la flore commensale. Malgré que certaines espèces en face à une croissance trop anormale, pourraient devenir nuisibles à l'hôte et, en dernière instance, pourrait compromettre sa vie **(Brunke & hube, 2013).**

Les infections fongiques représentent actuellement un des plus graves problèmes de santé publique dans le monde. Elles occupent le quatrième rang dans les causes principales d'infections hématogènes **(Tsai et al, 2013),** les mycoses peuvent apparaitre sous la forme d'une simple infection superficielle dont les symptômes et les signaux ne sont pas toujours visibles. Puis, elle s'évolue jusqu'à former des lésions systémiques graves et débilitantes prospèrent très lentement, la plupart des temps, sans aucune méfiance par l'individu infecté**(Pierce, 2005)**; **(Lupi et al, 2005); (Hay, 2006)(Tsai et al, 2013).**

B/ Les antifongiques

Les antifongiques sont des substances qui détruisent les champignons responsables des mycoses : infections par des champignons microscopiques (fongicides) ou qui empêchent leur croissance et leur multiplication (fongistatiques) **(Ybert, 2001).**

En général, les méthodes d'évaluation de l'activité antifongique sont rapides, moms coûteuses et facile à réaliser. L'activité contre les mycètes filamenteux peut être évaluée par la méthode de diffusion et de la dilution avec les mêmes inconvénients et avantages pour les analyses antibactériennes **(Wilkinson, 2006)**

C/ Les plantes constituent une source précieuse d'antifongiques naturels

La thérapie antifongique actuelle est fréquemment associée à une toxicité élevée. Cette toxicité est due principalement aux similitudes entre les champignons et les cellules de mammifères (Ostrosky-Zeichner et al, 2010; Pierce et al., 2013). Malgré la découverte de nouvelles molécules et la disponibilité de formulation pour réduire cette toxicité, la recherche de nouveaux agents antifongiques et la caractérisation de nouvelles cibles sont un besoin continu (Wiederhold et Patterson, 2015). Les agents antifongiques à rechercher maintenant sont l'idéals, ils devraient avoir un large spectre d'activité, des structures moléculaires variées et avec moins d'effets secondaires (Carrillo-Muñoz et al, 2006).

Les plantes peuvent répondre à cette demande du fait de leur capacité de biosynthèse engendrant une grande diversité structurale, et de la permanence de leur exposition aux attaques fongiques, particulièrement en forêt tropicale humide. Les plantes constituent une source précieuse de composés thérapeutiques potentiels: des huiles essentielles, des flavonoïdes, des alcaloïdes, des peptides, des protéines, des glycoprotéines et des tannins, qui peuvent être utilisés directement ou comme modèles pour la synthèse de nouveaux composés (Scorzoni et al, 2016). **(BELKHIR, 2018)**

Deuxième partie

Etude expérimentale

Matériel et méthode

I. Matériel végétale

Notre étude a été réalisée entre le laboratoire de microbiologie aux niveaux de groupement SAIDAL et le laboratoire de biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Dr Yahia Farès de Médéa.

I.1. Zone d'étude et matériel végétal

I.1.1. Localisation géographique et caractéristiques climatiques de la zone d'étude :

EL Omaria est une circonscription administrative dans la Wilaya de Médéa, située dans le tell central dans l'Atlas blidéen à 57 Km au sud de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 115 ,32Km^2. Elle est comprise entre les méridiens 3°1' et 3°51' Est de Greenwich, et entre les parallèles 36°15' et 36°52',hémisphère Nord. La région appartient au domaine l'Atlas blidéen, elle est limitée par les régions qui se manifestent dans la carte géographique ci-dessous :

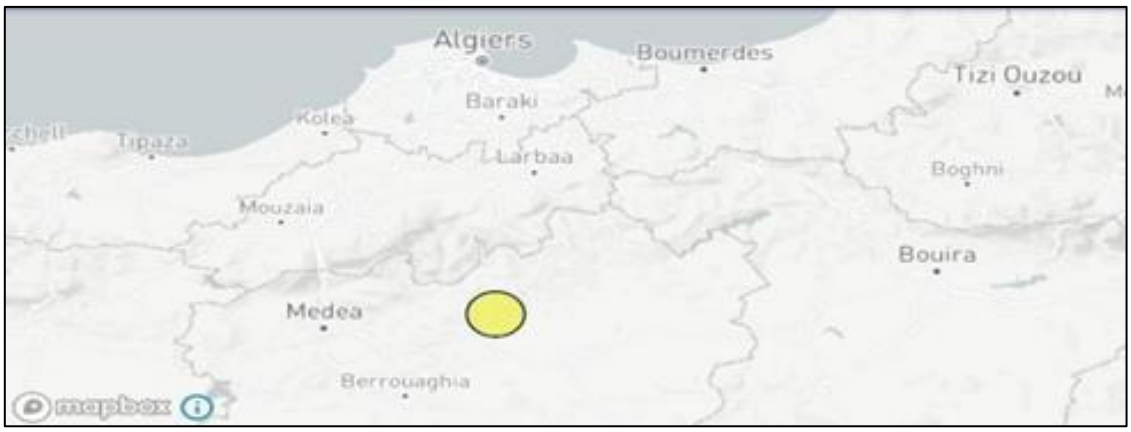


Figure 20:Carte géographique de la région d'El Omaria **(GRAAG, 2022).**

La région de d'El Omariase caractérise par un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été.Les précipitations varient de 99.3mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. L'amplitude des températures tout au long de l'année est de21°C.

I.1.2. Récolte et identification du matériel végétal

Les fruits et les feuilles de l'arbuste ***Pistacia lentiscus*** (PL) ont été récoltés dans la régiond'ELOmariaen décembre 2021. Un spécimen de ***Pisactialentiscus*** a été identifié par unherboriste.

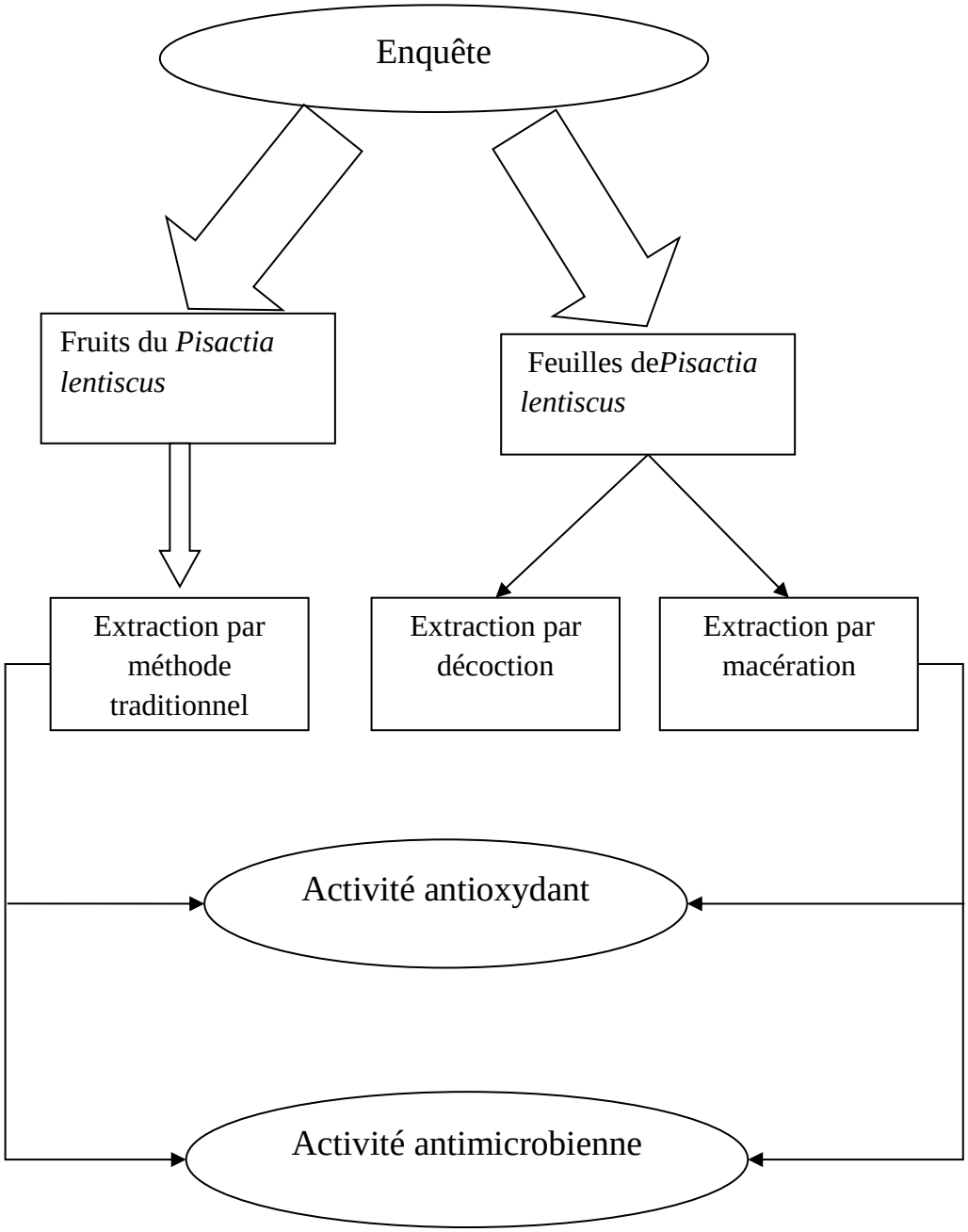


Figure 21 : Schéma récapitulatif des différentes étapes du travail.

I.2. Enquête ethnobotanique

L'enquête ethnobotanique est un travail sur terrain qui nous a permis d'avoir un contact direct avec la population interrogée pour enquérir le savoir-faire des villageois sur les plantes médicinales dans la vie quotidienne.

Notre l'enquête, c'est déroulée durant trois mois, de Février à Avril 2022, avec des sorties régulières sur le terrain et l'entretien direct sous forme d'enquêtes avec la population et les herboristes, ainsi que ceux du secteur de la santé, concernant leurs connaissances sur le lentisque, l'utilisation et les types des préparations médicinales. À partir d'un échantillonnage aléatoire, nous avons composés N = 50 qui répondent aux principales caractéristiques de la population de la région d'El Omaria.

La fiche d'enquête ethnobotanique est retrouvée dans l'annexe numéro 2.

I.3. Préparation des extraits de la plante (fruits et feuilles)

a- Préparation de l'huile du fruit du lentisque

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par la méthode traditionnelle selon le protocole décrit par **(Boukeloua, 2009).**

- **Effeuillage :**

Cette opération a été effectuée manuellement dans le but de se débarrasser des rameaux et des feuilles récoltées avec les fruits.

- **Lavage :**

Les fruits ont été lavées avec de l'eau courante pour éviter d'éventuelles contaminations et éliminant les fruits moisies qui flottent sur l'eau.

- **Séchage :**

Les fruits lavée ont été égouttés, puis, séchés dans un endroit aéré à l'abri de la lumière.

- **Broyage et malaxage :**

Les fruits de lentisque ont été ensuite écrasées, y comprises les enveloppes et les graines et malaxées pour les transformer en une pâte. Un peu d'eau froide a été ajouté en triturant soigneusement le mélange.

- **Décantation :**

Le mélange obtenu a été versé dans une jarre contenant de l'eau froide. Dans cette étape, l'huile remonte naturellement à la surface puisque sa densité est inférieure à celle de l'eau. Généralement, 30 à 36 heures sont nécessaires pour cette opération.

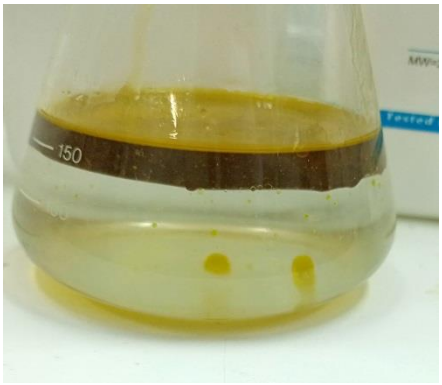


Figure 22 : Extraction de l'huile de lentisque **(originale, 2022).**

- **Stockage :**

L'huile obtenue a été stockée dans des bouteilles en verre bien remplies (95% de leur capacité), hermétiquement fermées et gardaient au frais à l'abri de la lumière jusqu'à leur utilisation.

b- Préparation de l'extrait des feuilles de*Pisactia lentiscus*

- **Séchage de la plante**

Les feuillesde la plante ont été séchées dans un endroit bien aéré, à une température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant trois semaines.

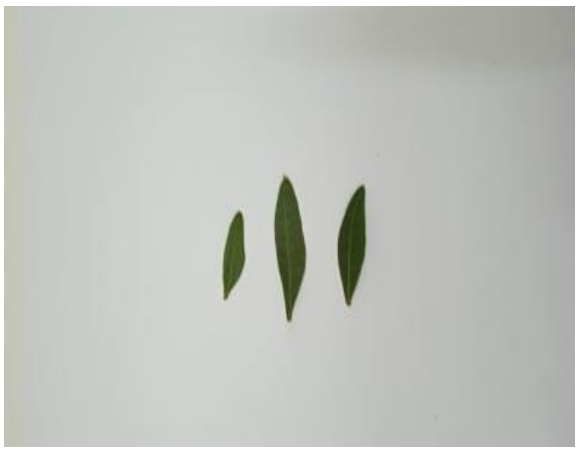


Figure 23 : Séchage des folioles de ***Pistacialentiscus*** **(originale, 2022).**

- **Broyage**

Une fois séché, le matériel végétal a été broyée dans un broyeur mécaniques jusqu'à l'obtention d'une poudre, puis conservé dans des flacons, en verre hermétiquement fermés à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la chaleur jusqu'à son utilisation.



Figure24 : le broyage de matériel végétal **(originale, 2022).**

Après le broyage du matériel végétal, on a procédé à 2 types d'extraction.

b. 1/Extraction par macération dans l'éthanol aqueux (extraction solide/liquide)

La macération (extraction solide-liquide) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans le méthanol aqueux pour extraire les principes actifs (composés phénoliques et flavonoïdes). Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **(Martha, 2008),** avec quelques modifications.

D'abord, on pèse 10 gramme de la matière végétale. Puis, on met la matière végétale (10 g) sur l'éthanol aqueux éthanol/eau (70/30 : v/v).Après, on la laisser macérer sous agitation magnétique pendant 24 heures.Le macérât a été ensuite filtrés sur du papier wattman n° 3. Le filtrat a été évaporé à sec sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif (rotavapor) qui permet à éliminer le solvant sous vide.L'extraitsec obtenu a été ensuite conservés au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à mesure.

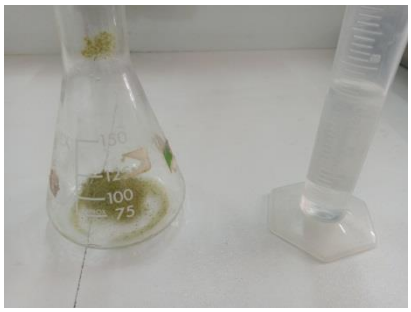
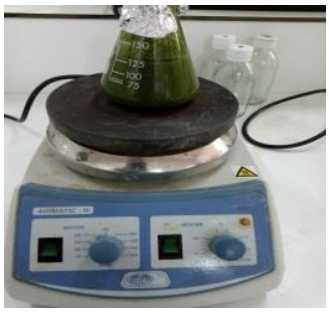
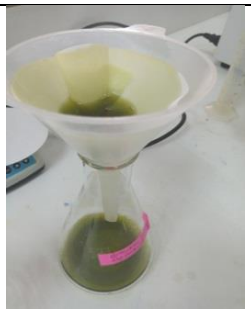
		
Etape 1	Etape 2	Etape 3
		
Etape 4	Etape 5	Etape 6

Figure25 : Extraction par macération dans l'éthanol aqueux (**originale, 2022**).

b.2/Décoction

Cette méthode est très ancienne. Elle consiste à chauffer les feuilles d'une plante avec de l'eau ; jusqu'à ce que cette dernière soit bouillante et les constituants se dissolvent.

Le décocté a été préparé selon la méthode adoptée par **(Sqalli et al, 2007)**10 g de poudre par 100 ml d'eau ont été porté à ébullition (chauffage à reflux) pendant différentstemps. L'extrait récupéré par filtration est soumis à une évaporation sous pression réduite à 40°C dans un rota vapeur. La solution obtenue est séchée pour obtenir une poudre brun foncé. Le résidu sec pesé est conservé à 4°C jusqu'à son utilisation. **(Sqalli et al, 2007)**

I.4. Rendement de l'extraction

Le rendement d'extraction d'est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait récupérée (MHE) et la masse de la matière végétale (MV) utilisée. Il est exprimé en pourcentage, puis, calculé par la relation suivante **(Falleh et al, 2008)**:

$$R\% = (M_{HE} / M_V) \times 100$$

MHE : représente la masse en gramme de l'extrait.
MV : représente la masse en gramme du matériel végétal sec.

II .Pouvoir antioxydant

Nous avons évalué l'activité antioxydant de l'extrait éthanolique des feuilles, l'huile de fruits (dans les mêmes conditions expérimentales et le même protocole) en utilisant le test du DPPH.

II.1. Test du DPPH

II.1.1. Principe de DPPH

Le DPPH (2,2'-diphenyl-1- picrylhydrazyle) est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517 nm. Il fixe un hydrogène arraché à l'antioxydant AH pour former le DPPH-H qui n'absorbe pas à 517 nm. Cette transformation est accompagnée par une décoloration de la solution. Cette méthode représente un moyen pratique pour mesurer l'activité antioxydant **(Figure 26) (Liang & Kitts, 2014).**

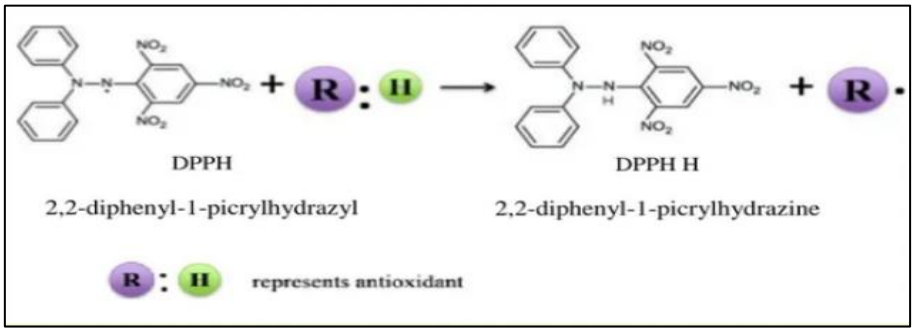


Figure 26 : Mécanisme de réaction du 2,2'-diphenyl-1- picrylhydrazyle(DPPH) avec un antioxydant **(Liang & Kitts, 2014).**

II.1.2.Méthode de piégeage du DPPH :

Le test utilisant le DPPH a été réalisé en suivant la méthode décrite par **(Espín & al, 2000)**, avec quelques modifications.

a- Préparation de la solution du DPPH

4 mg de DPPH sont solubilisés dans 100 ml d'éthanol absolu pour en avoir une solution éthanolique de DPPH.



Figure 27: Une solution éthanolique de DPPH **(originale, 2022).**

b- Préparation des solutions à différentes concentrations

On prépare une série de solutions d'huile diluée dans l'éthanol à différentes concentrations (0-0 ,25mg /ml).Le prélèvementde 0 ,1 ml de chaque solution d'extrait est additionné à un volume de 3,9 ml de la solution déjà préparée de DPPH. Puis, le mélange est agité pendant 10 secondes au vortex et laissé incuber à l'obscurité pendant 30 minutes.Le contrôle négatif est réalisé en remplaçant l'échantillon par l'éthanol, le blanc contient l'éthanol et l'échantillon. Enfin la lecture de l'absorbancea été effectuée à une longueur d'onde de 518 nm.



Figure 28 : Préparation des solutions filles **(originale, 2022).**

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition de DPPH, ce pourcentage est calculé selon la formule suivante :

I%=((Ac-At)/Ac)*100

Ac : absorbance du contrôle négatif

At : absorbance de l'extrait testé.

La valeur IC50 est la concentration de l'échantillon qui assure la réduction de 50% de l'activité du DPPH a été déterminée graphiquement **(Samartha et al, 2008)**.Elle a été exprimée en ug/ml et comparée avec celle de l'acide ascorbique.

III. Activité antimicrobienne des différents extraits de *Pistacia lentiscus*

III.1. Souches microbiennes utilisées

Pour mettre en évidence l'activité antimicrobienne des différents extraits de ***Pistacia lentiscus***, cinq genres de microorganismes. Il s'agit de :

- **Bactéries**

- deux souches à Gram positif (***Bacillus subtilis*** et ***Staphylococcus aureus*)**.
- deux souches à Gram négatif (***Escherichia coli*** et ***Pseudomonas aeruginosa***).

- **levure**

- ***Candida albicans***

Les souches microbiennes, misent à notre disposition par le laboratoire de microbiologie du groupe SAIDAL. Harbile. (Médéa), sont de référence ATCC (American Type Culture Collection). Le DMSO a été utilisé comme témoin.

III.2. Préparation de l'inoculum

Une pré-culture des souches microbiennes est préparée dans le Bouillon B.M.Hpour les bactéries et le bouillon B.S pour les levures afin d'obtenir une phase exponentielle de croissance.



Figure 29 : Préparation de l'inoculum bactérien **(originale, 2022).**

Après 18-24 h d'incubation à 37°C pour les bactéries et 48 h d'incubation à 30 °C pour les levures, la turbidité est ensuite ajustée au standard McFarland 0.5 avec un colorimètre, ce qui correspond à ≈ 10^8UFC/ml pour les bactéries (D.O = 0.08 à 0.1 / λ 625 nm) et ≈ 10^6 UFC/mL pour les levures (D.O = 0.08 à 0.1 / λ 625 nm).

L'inoculum peut être ajusté en ajoutant, soit de la culture s'il est trop faible, ou bien le milieu (B.M.H ou B.S) stérile s'il est trop chargé.

L'ensemencement doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum **(Rahal, 2008)**; **(Vital et al, 2016).**

III.3. Ensemencement

Les boîtes de Pétri sont coulées à une épaisseur de 4 mm, car une couche plus fine augmente la taille de la zone d'inhibition ce qui peut donner un résultat erroné. Ensuite, les boîtes sont introduites dans l'étuve à 37°C pendant 30 min avant l'ensemencement afin d'éliminer l'humidité.

D'abord, on trempe un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne. Puis, on l'essor en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum. Ensuite, on frotte l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée sèche, de haut en bas, en stries serrées. On répète l'opération 2 fois, en tournant la boîte de 60° à chaque fois sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. On finit l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Dans le cas où l'on ensemence plusieurs boîtes de Pétri, il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.**(Rahal, 2008).**

III.4. Méthode de diffusion (méthode de disque)

Nous avons utilisé la méthode de diffusion (méthode de disque) pour mentionner la sensibilité ou la résistance du microorganisme vis-à-vis des extraits testés des feuilles et des fruits de ***Pistacia lentiscus*** : la méthode de l'aromatogramme qui permet la mise en évidence de l'activité antibactérienne de nos extraits, rapportée par **(Remmal et al, 1993).**

L'extraitéthanoliquedes feuilles et l'huile ont été dissouts dans le DMSO pour préparer les différentes concentrations avec trois dilutions (1/2, 1/4 et 3/4).Des disques stériles de 6mm de diamètre ont été imprégnés de 10 µl de chaque extrait. Ces disques imprègnes sont alors déposés sur la gélose et les extraits diffusent radialement des disques dans la gélose en formant un gradient de concentration. L'incubation des boîtes est faite à 37°C pendant 24 h pour les bactéries et à 30°C pendant 48 h pour les Candidats.

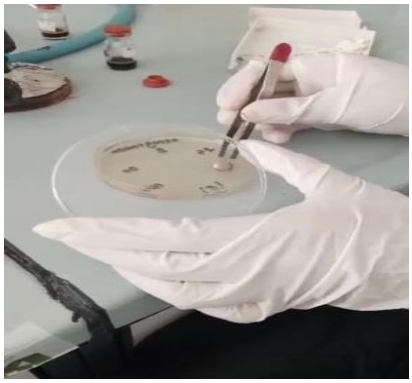


Figure 30 : La disposition des disques sur la gélose **(originale, 2022).**

L'interprétation des résultats se fait par la mesure des diamètres Ø d'inhibition, qui sont représentés par une auréole claire formée autour de chaque disque. Les résultats sont exprimés selon quatre niveaux d'activité **(Ponce et al, 2003)**.

- (-) souche résistante (D < 8 mm)
- (+) souche sensible (9mm ≤ D ≤ 14mm)
- (+ +) souche très sensible (15mm ≤ D ≤ 19 mm)
- (+ + +) extrêmement sensible (D >20 mm)

NB :

Deux boites sont utilisées pour chaque souche.

La boite de contrôle, réalisée pour chaque expérience, est une boite ensemencée dont le disque déposé au centre de la gélose n'est pas imbibé d'extrait.

Résultats et Discussion

I. Résultat ethnobotanique

I.1. Le nom vernaculaire désignant *Pistacha lentiscus*

Le principal nom vernaculaire désignant le pistachier lentisque dans les zones d'El Omaria est edhrou (الضرو).

I.2. La connaissance de *Pistacia lentiscus* L. dans la région d'El Omaria

Plus de 84% des gens de la zone d'étude enquêté connaissent le pistachier lentisque. Cependant, 16% de la population interrogée n'ont pas des informations sur cette plante (**Fig.1**).

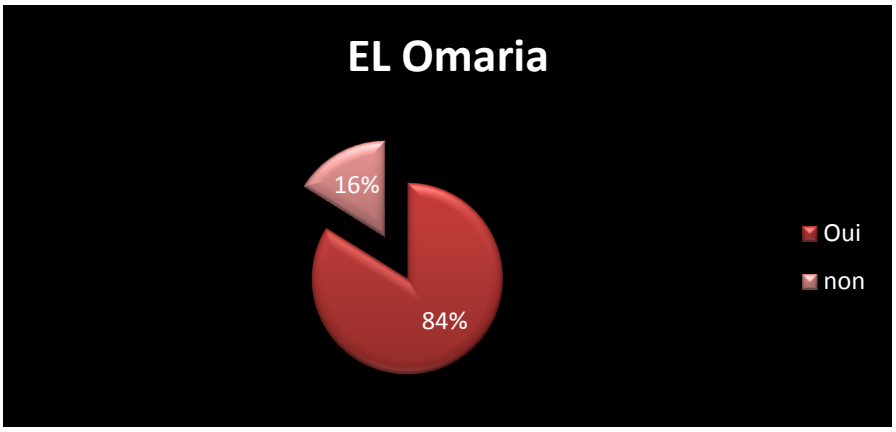


Figure 31 : Le pourcentage de la connaissance du lentisque dans les trois régions.

I.3 .Usage selon le sexe d'appartenance et l'âge

Dans cette communauté, on observe que les femmes ont plus de connaissances sur lentisque par rapport aux hommes (65% et 35%).

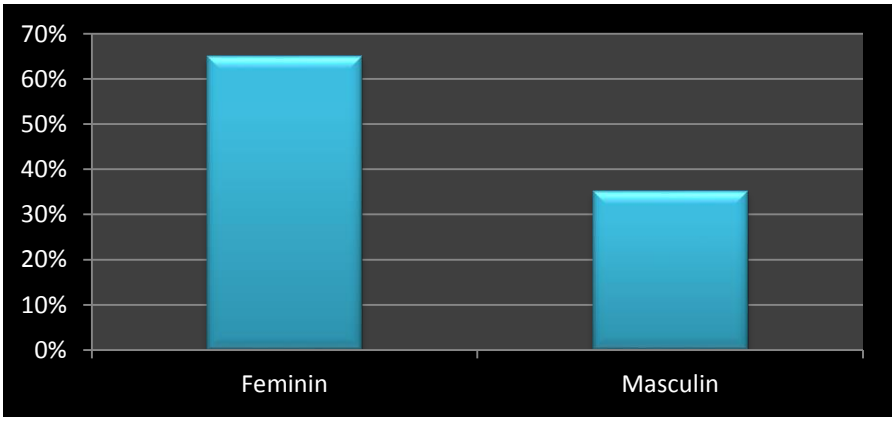


Figure 32 : Usages de lentisque selon le sexe.

Et c'est ce que **(Beldi et al, 2021)** a confirmé ; En effet, ce sont les femmes qui sont les mieux informées et plus impliquées dans la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales notamment le pistachier lentisque. En tant que responsables de la santé des ménages et des enfants, elles utilisent davantage les plantes médicinales que les hommes. D'ailleurs, certaines avaient affirmé avoir l'habitude de garder certaines parties de plante ou son huile en réserve à la maison au cas où elles en auraient besoin dans l'immédiat pour traiter des brûlures ou des troubles gastriques. Ces données concernant le genre des répondants concordent avec de nombreuses études menées en Algérie et au Maroc (Boutabia et al. 2011, Alaoui et al. 2012, Fakchich & Elachouri 2014, Rhattas et al. 2016, Alaoui & Laarbya 2017, Djedaia 2017, Katiri et al. 2017, Miara et al. 2018, Lazli et al. 2019, Senouci et al. 2019).

Le traitement des données nous a permis d'obtenir le graphe de la **figure 33**, qui montre qu'à l'échelle de la zone d'El Omaria, les personnes d'âge supérieur à 60 ans ont une fréquence d'utilisation de lentisque de 44%, suivie par les tranches d'âge [40- 60], [20-40] avec respectivement 38% et 18% et enfin celle du moins de 20 ans est nulle.

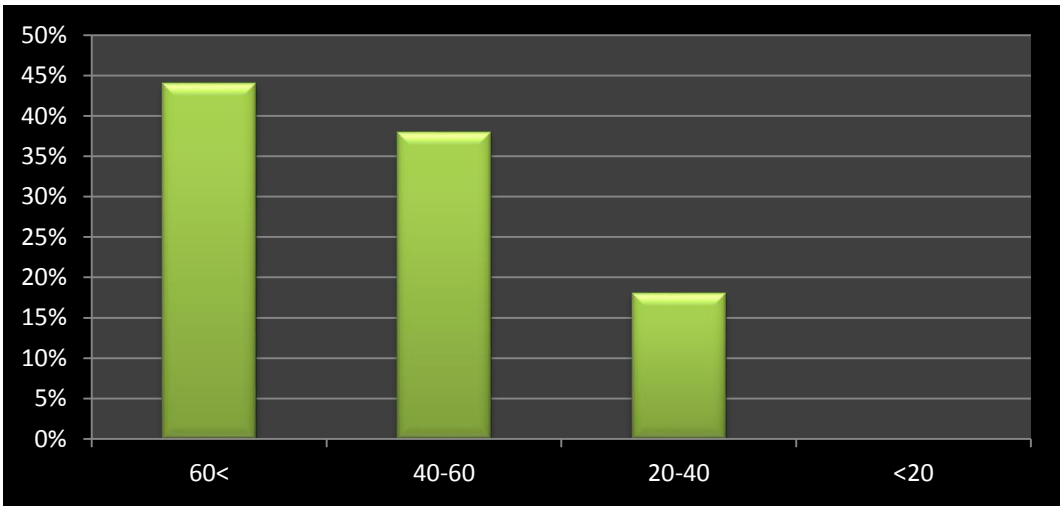


Figure 33 : Usages de lentisque selon les classes d'âges.

Les résultats obtenus montrent effectivement que 82% des personnes les plus âgées (> 40 ans) ont plus de connaissances en lentisque par rapport aux autres classes d'âges. Ce pourcentage illustre bien le savoir médicinal local maîtrisé par cette catégorie de la population.

Ces résultats confirment ceux trouvés par **(R.Mehdioui & Kahouadji, 2007)**, les personnes les plus âgées ont plus de connaissances en plantes médicinales par rapport aux autres classes d'âges.

I.4. Niveau d'étude

Dans la zone d'étude, les Analphabètes (44%) possèdent des informations considérables sur la plante. Ces informations sont héritées de leurs ancêtres et se transmettent à travers les générations c'est pourquoi l'information se trouve à tous à tous les niveaux scolaires (24% secondaire ,16% universitaire et 16% primaire).

Parties utilisées de la plante

Notre enquête ethnobotanique révèle que la zone d'étude utilise que deux parties de la plante (feuilles, fruit) dans la phytothérapie. Le feuillage constitue la partie de la plante la plus utilisée pour les préparations phytothérapiques avec un pourcentage de 73% de la totalité des enquêtés, et 27% pour l'utilisation du fruit. Par contre l'utilisation de l'écorce et racine est absente.

Les feuilles sont l'organe végétatif le plus utilisé de la plante pour les préparations médicinales , cela est dû à leur disponibilité durant presque toute l'année , La fréquence élevée d'utilisation des feuilles peut être expliquée par le fait qu'elles sont le siège de la photosynthèse et parfois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques de la plante **(Bigendako-Polygenis & Lejoly, 1990)** en plus de l'aisance et la rapidité de leur récolte **(Bitsindou & Bouquet, 1996)**.

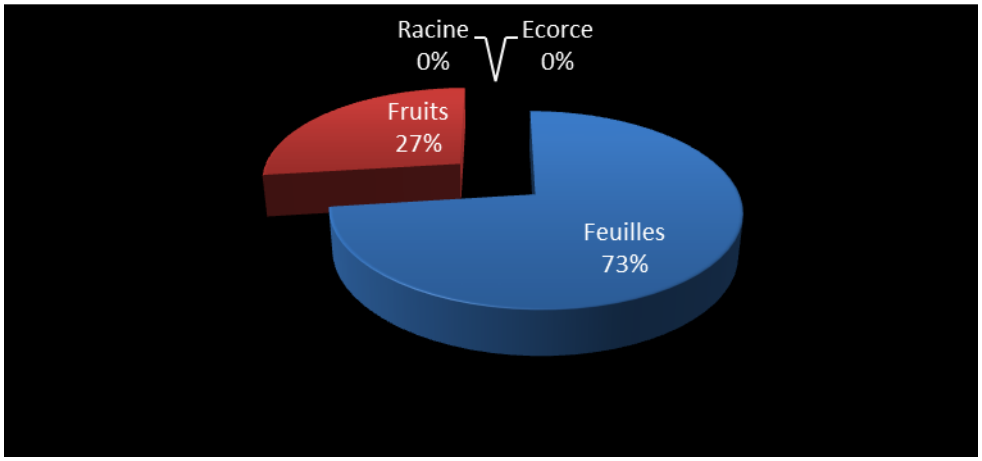


Figure 34 : Utilisation des différentes parties de ***Pistacia lentiscus*** dans la zone étudiée.

Forme d'emploi :

La plus fréquente est l'huile (72%) celle-ci permet de faciliter le mode d'administration, et d'avoir des résultats rapides et efficaces. Le lentisque est également utilisé sous forme de tizane (28%).

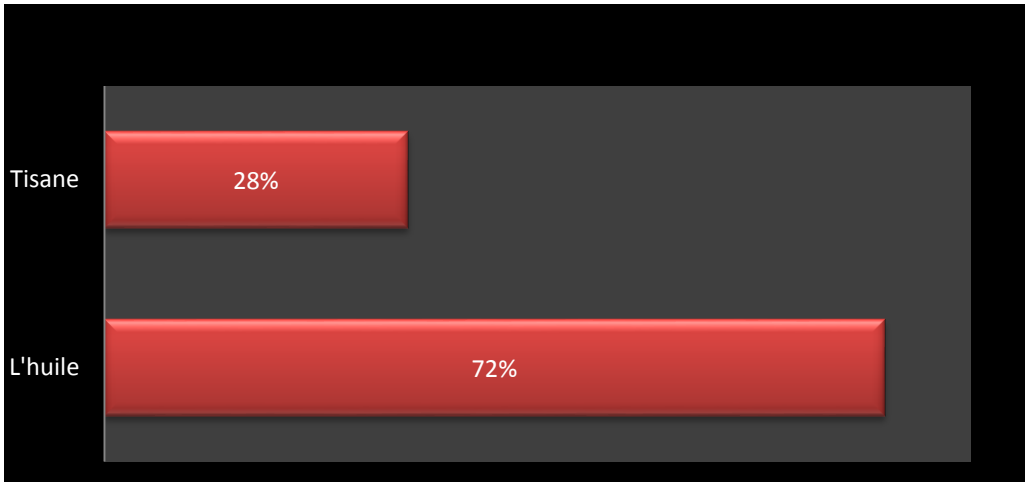


Figure 35 : Répartition selon la forme d'emploi de lentisque.

Mode de préparation

Environ 95 % des gens enquêtés de la zone d'El Omaria achètent les produits issus de la plante essentiellement les huiles fixes, environ 5% des informateurs récoltent les feuilles et les fruits du lentisque pour en extraire l'huile par le biais de méthodes traditionnelles (les herboristes) .

La décoction constitue le mode d'emploi le plus fréquent (57%). Elle est suivie par la préparation par l'infusion et en poudre avec respectivement 28% et 15%. Les autres modes d'emplois (macération, cataplasme, goute, nature et fumigation) représentent 5%, il est beaucoup utilisé par les herboristes.

Les utilisations thérapeutiques de *Pistacia lentiscus*

L'analyse de la Figure 3, nous a permis de déterminer les 5 groupes principalement de maladies traitées par le ***Pistacia lentiscus L***.et utilisées d'une manière traditionnelle dans la région étudiée. Ce sont les maladies de l'appareil digestif qui sont les plus traitées par la plante étudié, avec un pourcentage de 41%, suivies par les affections dermiques et de transit avec 30%, ensuite viennent les autres maladies, appareil respiratoire 20%, les maladies du système nerveux 5%, les maladies de l'appareil circulatoire 4% .

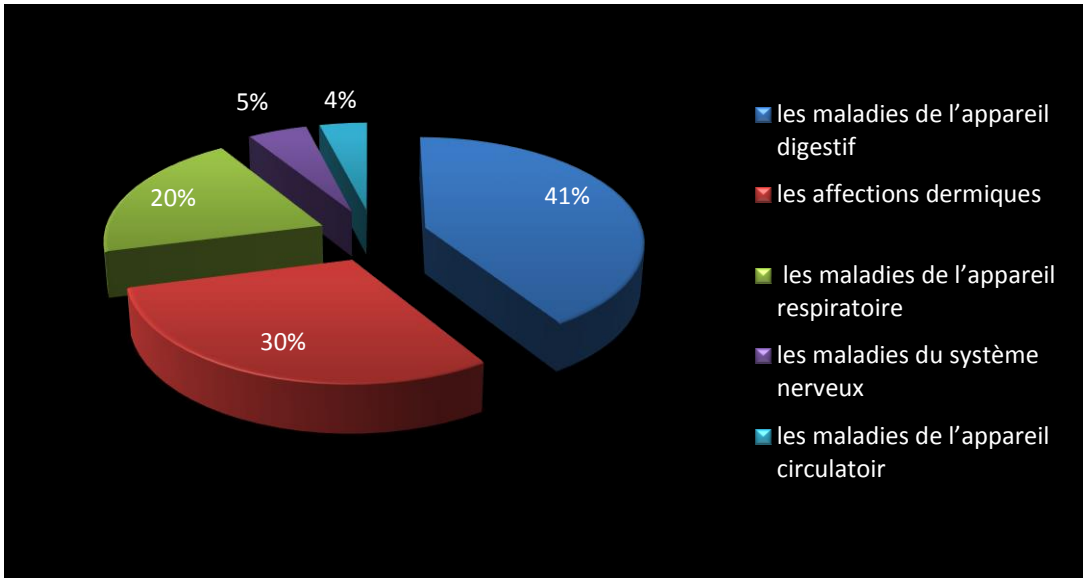


Figure 36 : L'utilisation de ***Pistacia lentiscus*** par groupe de maladies traitées dans la zone d'étude.

La toxicité

Selon les informateurs de la région, le pistachier lentisque, ne présente aucun effet toxique. En comparant ces résultats avec d'autres études, 92 % des informateurs infirment leurs toxicité **(Bammou et al, 2015)**.

(Beldi et al, 2021) À noter que les personnes questionnées, n'ont évoqué aucune forme de toxicité ou d'effets indésirables quant à l'utilisation du pistachier lentisque.

Conclusion

L'étude ethnobotanique réalisée dans le cadre de cette étude a mis en évidence l'importance de ***Pistacia lentiscus*** dans la phytothérapie traditionnelle des populations locales de la région considérée El Omaria.

L'analyse des résultats nous a permis d'élaborer certaines conclusions, elle montre que l'utilisation de la plante médicinale Pistacia lentiscus L. occupe une place très importante et une grande valeur au milieu de la population d'EL Omaria.

Les résultats de l'étude ethnobotanique, nous ont permis de noter que sur les 50 personnes interrogées dans la région, les femmes sont les conservatrices de l'information ethnobotanique avec 65% contre 35% pour les hommes, La majorité des usagers de ***Pistcia lentiscus***. Les personnes enquêtées sont majoritairement âgées plus de 60 avec un taux de 44%, ce sont les utilisateurs les plus fréquents de notre plante médicinale étudiée. L'enquête montre

aussi que les analphabètes prédominent avec 44%, suivie des personnes qui ont un niveau secondaire avec 24%.

De point de vue ethnobotanique, La feuille est l'organe le plus utilisé, la décoction est la forme la plus pratiquée, l'huile la forme d'emploi plus fréquentée.

Les résultats de l'étude ont montré aussi que lentisque est très utilisée dans les maladies des appareils digestif et pour les troubles cutanés, Par ailleurs, selon les enquêtés, la plante n'est pas toxique.

II. Les critères quantitatifs et qualitatifs de l'extraction

1. Propriétés organoleptiques

Tableau 6 : Propriétés organoleptiques des extraits étudiés du ***Pistacia lentiscus.***

	Extrait	Aspect	Couleur	Odeur
Feuilles	Extrait éthanoïque	Pâteux	Vert ocre	aromatique, très puissante et pénétrante
	Extrait par décoction	Pâteux	Vert empire	aromatique, très puissante et pénétrante
Fruits	L'huile	Liquide mobile et limpide	Jaune pàle	aromatique, très puissante et pénétrante

Les propriétés organoleptiques de notre étude sont en accord avec ceux répertoriés par **(Amara et al, 2019)** et **(Belhachat et al, 2018)**.

2. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction a été calculé pour les deux organes (feuilles et fruits) des deux genres de ***Pistacia*** :

L'extraction de l'huile de ***Pistacia lentiscus*** (fruits) pour 125g de matière végétale par la méthode traditionnelle a donné un rendement de 43,22% est supérieur à celui trouvé par **(Trabelsi et al, 2012)** 38,8%.

Le rendement de l'huile est influencé par la zone de récolte et le stade de maturité. D'un autre côté, il existe de nombreuses études montrant qu'au cours de la période de maturité, le pourcentage de l'huile augmente radicalement au début du stade de maturation et baisse légèrement quand le fruit dépasse la maturité **(Salvador et al, 2001)**.

La provenance du matériel végétal, ainsi que les protocoles d'extraction sont décrits dans la partie expérimentale. Le résultat des extractions successives est détaillé dans le Tableau:

Tableau 7 : Masses et rendements des extraits de feuilles de ***Pistacia lentiscus.***

Pistacia lentiscus		
Les extraits	Masse de la matière premiere utilisée (g)	Les rendements (%)
Extrait éthanoïque de feuilles	10	32
Extrait de feuilles par Décoction	10	18
L'huile	125	43,22

Selon les résultats illustrés dans le tableau, le rendement en extrait éthanolique (macération) de l'ordre de 32 % est supérieur à celui d'extrait obtenu par Décoction 18%. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les procédures d'extraction influent le rendement. C'est pour cette raison que nous avons opté pour l'utilisation de l'extrait ethanolique pour la suite de notre expérimentation**.**

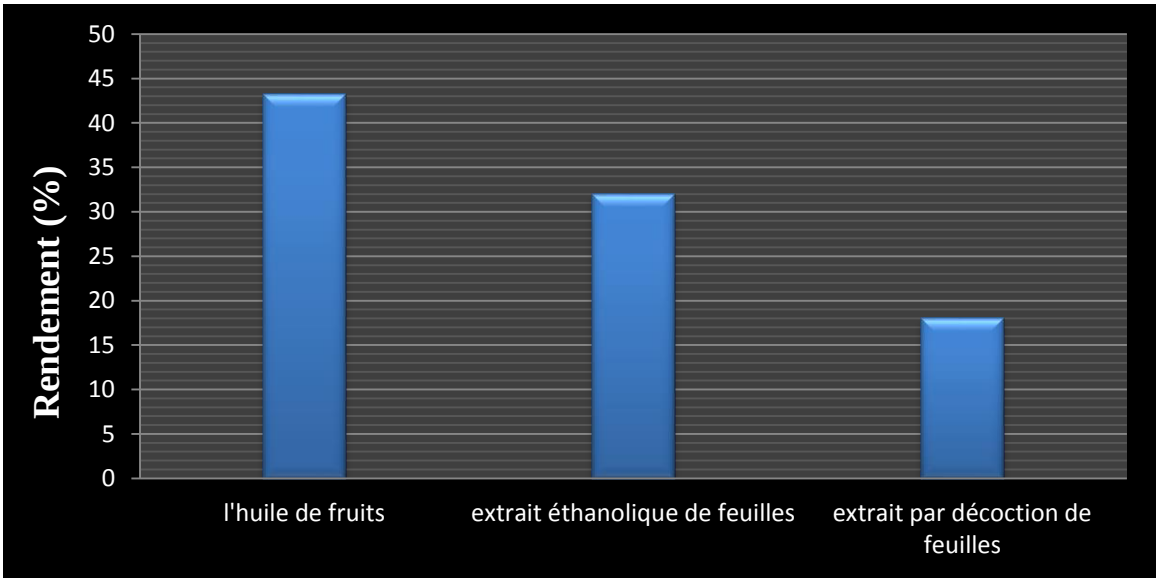


Figure 37 : Présentation des rendements des extraits de ***Pistacia lentiscus.***

Selon nos résultats on remarque que le rendement des extraits des fruits de ***Pistacia lentiscus*** est plus élevé par rapport à celui des extraits des feuilles, cela est dû à la richesse des fruits en composés extractibles. Selon Mah Hafez, (2010) la nature de l'organe utilisé dans l'extraction de l'huile essentielle et les extraits influence son rendement et sa composition chimique **(BENROKIA & AOUAR , 2015)**. Le rendement d'extraction n'est que relatif, il semble être lié à différents facteurs intrinsèques tel que les propriétés génétiques des plants et extrinsèques tels que l'origine géographique, les conditions et la durée de stockage du matériel végétal et aux conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée **(Debbabi et al, 2017)**.

3. Activité antioxydant

Les méthodes d'extraction et les procédures analytiques jouent un rôle important dans l'évaluation des activités antioxydantes **(Khalid et al, 2014)**. Et leur évaluation nécessite au moins l'utilisation de deux tests ou bien deux méthodes différentes puisque chaque composé possède un mécanisme d'action propre à lui **(Bekara et al, 2016)**.

A / Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil) :

Pour évaluer l'activité antioxydante de nos extraits de ***Pistacia lentiscus***, nous avons opté pour la méthode qui utilise le ***DPPH*** (2,2-diphényl-1- picryl-hydrayle) comme un radical libre relativement stable, Elle reste l'une des méthodes les plus simples, les plus rapideet les plus efficace à cause de la grande stabilité du radical DPPH **(Bozin et al, 2008).**

Le radical DPPH est largement utilisé pour tester la capacité des composés d'agir comme piégeur des radicaux libres ou donateurs d'hydrogène pour évaluer l'activité

antioxydante, Après 30 min d'incubation de la solution DPPH-extrait (et standard), à différentes concentration son note que la coloration violette vire vers le jaune dans les quatre extraits, ce changement de couleur est dû à la réduction du radical DPPH.(**Figure**).

DPPH• (violet) + AH (flavonoïde) →DPPH-H (jaune) + A• (radical flavonoxy) DPPH• + R•→DPPH-R **(Da Silva, 2008). Figure**

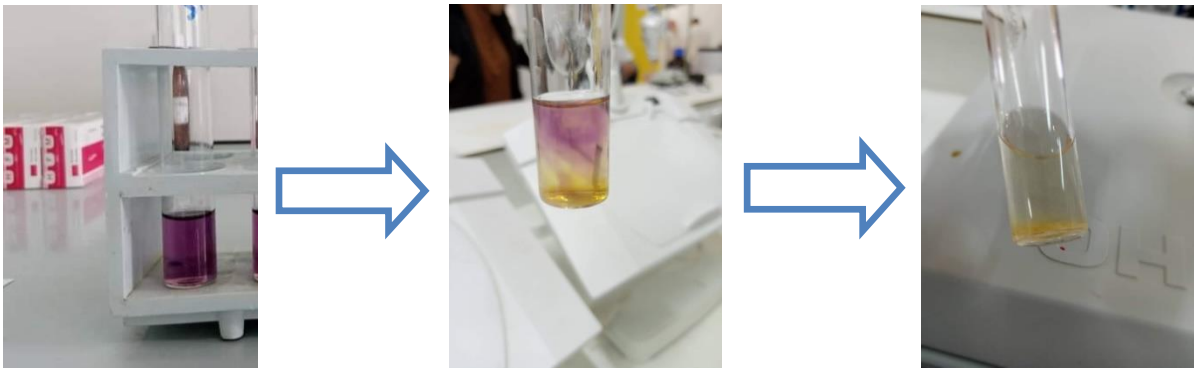


Figure 38 : Le changement de couleur de DPPH-extrait (**original, 2022**).

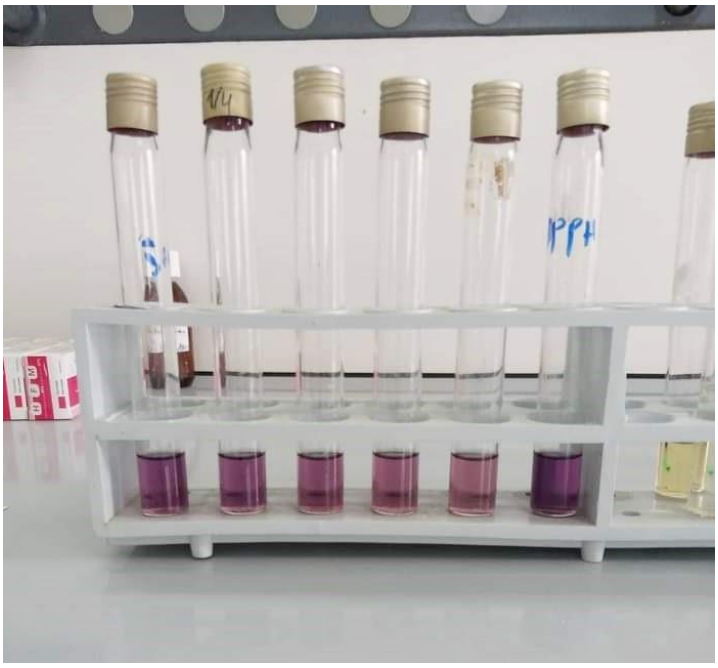


Figure 39 : la réduction du radical DPPH après 30 min d'incubation de la solution DPPH-extrait. (**Originale ,2022**)

Calcul des CI50

La concentration des extraits nécessaire pour piéger 50% de radicaux libres, est calculée graphiquement en traçant les pourcentages d'inhibition calculés en fonction de différentes concentrations des fractions utilisées. Cette concentration est connue sous le terme CI50 ou concentration inhibitrice **(Bertoncelj et al, 2007)**.

Pour mieux caractériser le pouvoir antiradicalaire, nous avons calculé de l'EC_{50} qui prend en considération la concentration de DPPH dans le milieu réactionnel [concentration effective à 50%, EC_{50}= (IC_{50}/µg de DPPH/ml)]. La mesure de l'absorbance a été effectuée par spectrophotométrie à 518 nm.

A des fins comparatives, on a utilisé le BHT comme standard.

L'évaluation et l'augmentation des pouvoirs antioxydant de ***Pistacia Lentiscus L.*** est illustré dans les courbes suivantes :

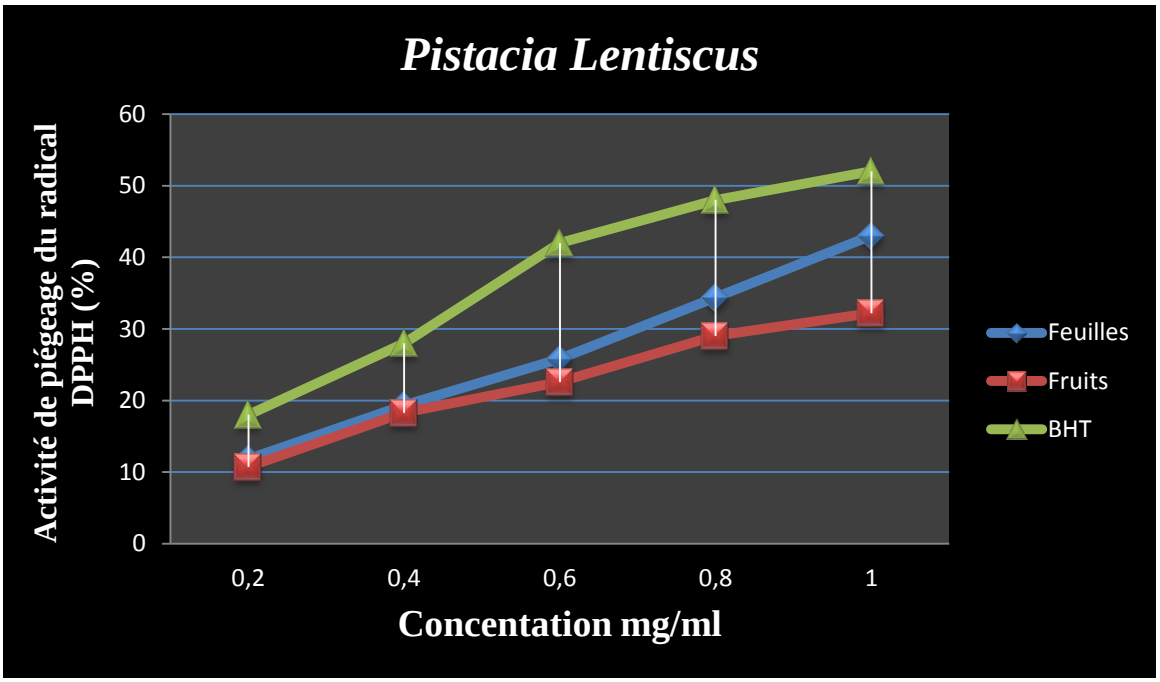


Figure 40 : Pourcentages d'activité antioxydante en fonction des différentes concentrations de l'extrait des feuilles et fruits de ***Pistacia lentiscus.***

Les résultats indiquent que tous les extraits testés possèdent cette propriété antioxydante. Les résultats semblent que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration (Les extraits et et le standard BHT).

On remarque que l'activité la plus implorante est enregistrée pour les feuilles pour les différentes concentrations .La valeur d'EC50 est inversement liée à la capacité antioxydant d'un composé, comme elle exprime la quantité de l'antioxydant nécessaire pour diminuer 50% de la concentration du radical. Plus EC50 est faible plus l'activité antioxydant d'un composé est élevée **(Villano et al, 2007)**.

Les résultats obtenus d'EC50 des feuilles, fruits de ***Pistacia lentiscus*** et de **BHT**. Sont regroupés dans le tableau.

Tableau 9 : Concentrations **EC50** des extraits des feuilles, fruits de ***Pistacia lentiscus*** et de **BHT**.

Organes	EC50 g/ml
Feuilles	0,15
Fruits	0,20
BHT	0,11

D'après les résultats de tableau qui regroupe une comparaison entre le pouvoir réducteur des deux organes de ***Pistacia Lentiscus*** par rapports au BHT. Le pouvoir antioxydant des deux organes de ***Pistacia lentiscus*** est très important par rapport au BHT avec des valeurs de EC50 de 0.15g/ml, 0.20 g/ml et 0.11g/ml respectivement pour les feuilles fruits de ***P. lentiscus*** et le BHT.

IC50 est relativement faible que celle de BHT. Il a été démontré que les molécules antioxydants telles que le BHT, tocophérol, flavonoïdes et les tanins réduisent et décolorent le DPPH en raison de leur capacité à céder l'hydrogène **(Bougandoura et al, 2013)**.Ce pouvoir antioxydant est probablement dû aux composés phénoliques présents dans les feuilles et les fruits de ***Pistacia lentiscus***, et qui sont connus comme substances antioxydants ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène **(Kelly et al, 2002)**.

Les composés phénoliques sont largement distribués dans les tissus des plantes parmi lesquels se retrouvent de nombreuses molécules antiradicalaires et antioxydantes.

Les groupements fonctionnels présents dans les composés phénoliques en général peuvent céder facilement un électron ou un proton pour neutraliser les radicaux libres. La forte activité antioxydante des plantes serait donc liée à de fortes teneurs en groupement phénoliques **(Bidié et al, 2011)**.

D'après **(Belyagoubi-Benhammou, 2016)**, il est très accepté que ce n'est pas nécessaire que la forte teneur en polyphénols exhibe une activité antioxydante puissante. La seule explication de l'absence de corrélation entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante est que l'activité antioxydante dépend non seulement de la concentration mais aussi de la structure de ces molécules **(Belyagoubi-Benhammou, 2016)** des stades de maturité du fruit, où même des conditions du stockage post-récoltent **(Chougui et al, 2013)**.

Des études sur la relation entre la structure chimique des composés phénoliques et leur capacité à piéger les radicaux libres ont montré que l'activité de piégeage dépend du nombre, de la position et de la nature des substituts des cycles B et C et du degré de polymérisation **(Andzi Barhé & Feuya Tchouya, 2016)**.

4. Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'activité antibactérienne se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition autour du disque de papier imprégné d'extrait brut étudié. Le diamètre de la zone d'inhibition diffère d'une bactérie à une autre et d'un extrait à un autre .La variation de l'activité antimicrobienne des extraits expliquent les variations de leurs compositions chimiques. Nous avons considéré qu'un extrait a une activité antibactérienne si son diamètre d'inhibition est supérieur à 9mm. **(Ponce et al, 2003)**.

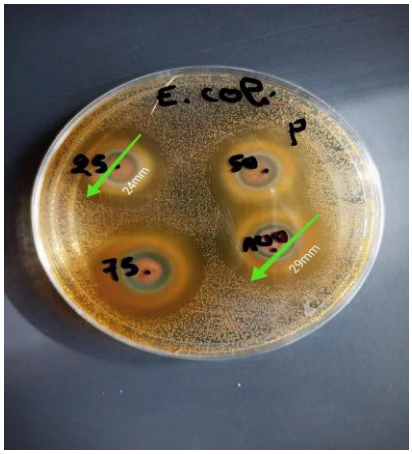
Tableau 10 : Diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne obtenus par différentes dilutions des extraits de lentisque.

Diamètres des zones d'inhibition de croissance (mm)			
Souches microbiennes	Concentration	Feuilles	Fruits
Escherichia coli	25%	24	14
	50%	25	16
	75%	28	17
	Pure	29	23

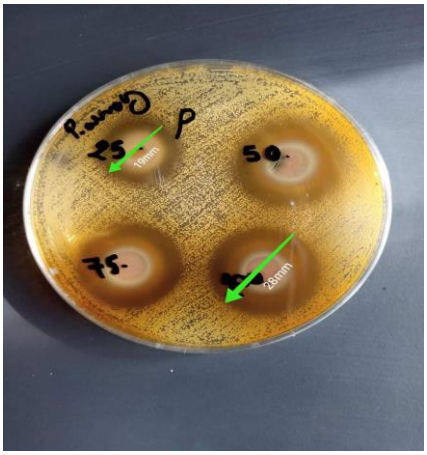
Pseudomonas aeruginosa	25%	19	17
	50%	25	18
	75%	26	20
	Pure	28	24
Staphylococcus aureus	25%	18	15
	50%	20	20
	75%	21	21
	Pure	22	22
Bacillus subtilis	25%	17	16
	50%	18	18
	75%	19	19
	Pure	20	22
Candida albicans	25%	22	-
	50%	23	-
	75%	25	-
	Pure	25	-

L'évaluation de l'activité antibactérienne a permis de noter que l'extraits de feuilles de ***P. lentisque***, a une activité très fortement inhibitrice vis-à-vis les quatre souches bactériennes testées (***E. coli, Bacillus subtilis***, ***Pseudomonas aeruginosa*** et ***Staphylococcus aureus***) alors qu'il est actif vis-à-vis de la levure ***C. albicans*** avec des zones d'inhibition allant de 22.0 à 25.0 mm, nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par **(Bakli, 2020).**

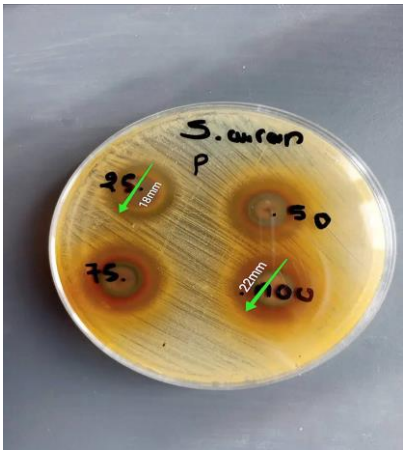
D'après nos résultats on a remarqué que l'huile de ***Pistacia lentiscus*** a une activité bactéricide importante sur toutes les souches bactériennes testées. Les diamètres des zones d'inhibitions obtenus dans notre étude peuvent être expliqués par le faible volume des extraits utilisés. Il y a une relation proportionnelle entre le volume administré et l'effet antimicrobien. **(degryse et al, 2008)**; **(Touaibia, 2015)**.



E.coli



Pseudomonas aeruginosa



Staphylococcus aureus

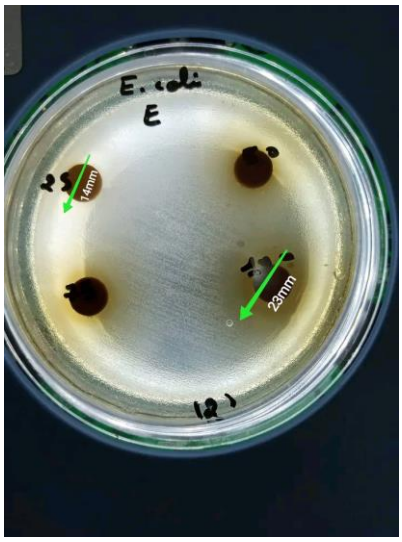


Bacillus subtilis



Candida albicans

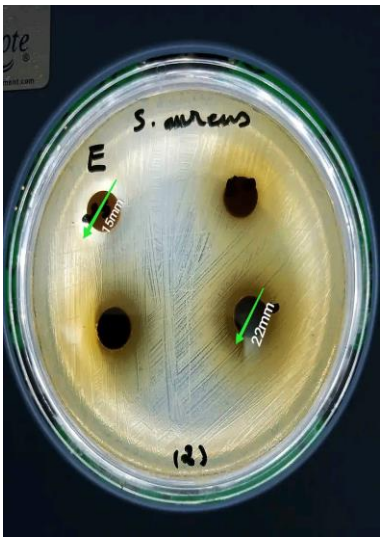
Figure 41 : Les résultats de l'activité antimicrobienne des feuilles.



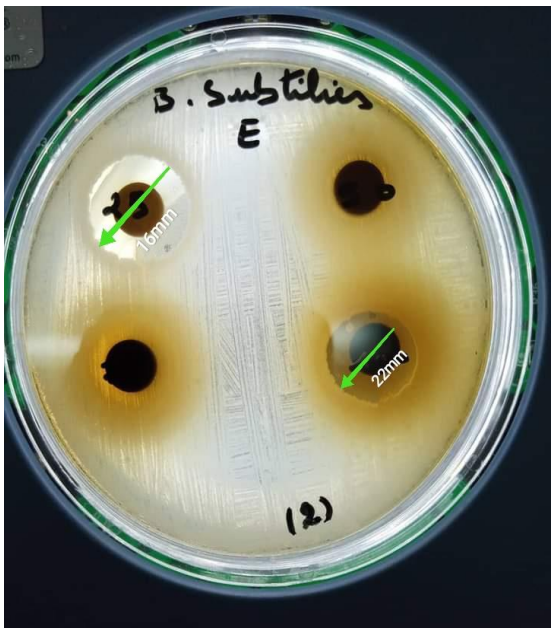
E.coli



Pseudomonas aeruginosa



Staphylococcus aureus



Bacillus subtilis



Candida albicans

Figure 42 : les résultats de l'activité antimicrobienne de ***Pistacia lentiscus*** des fruits.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par **(BENROKIA & AOUAR , 2015)**, qui ont enregistré une bonne activité antibactérienne avec le fruit de ***Pistacia lentiscus L***. Sur ***E. Coli*** et ***S. aureus*** par comparaison avec **(Benhammou, 2008)** qui n'a pas enregistré une activité avec l'extrait éthanolique de lentisque sur ***E.Coli***, mais elle a trouvé une bonne activité antibactérienne sur ***S. aureus***. **(BOUHBEL & LAIB, 2019)**.

Ainsi les résultats indiquent que l'huile de fruits n'a pas une activité antifongique sur ***Candida albicans***. Les résultats de l'activité antifongique ont révélé aussi l'inefficacité de toutes les huiles contre l'ensemble des souches testées. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par **(Charrouf & Guillaum, 1999)** qui ont révélé l'absence d'activité anti-fongique d'huile d'argan contre ***Candida albicans***

Selon **(Athamena et al, 2010)** les polyphénols, tels que les tannins et les flavonoïdes sont des substances antibactériennes importantes. Les flavonoïdes à caractère lipophile peuvent détruire les membranes microbiennes en augmentant la fluidité des lipides membranaires. En effet, nous avons mis en évidence la richesse de cette plantes en polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins.

Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de la différence entre nos résultats et ceux obtenus dans d'autres études. Parmi ces facteurs, la partie de la plante utilisée (Yala et al ., 2016), la composition de la plante qui provient de zone différente, les protocoles et les solvants d'extraction utilisés et la nature, la structure chimique et la concentration des molécules bioactives présentes dans l'extrait (Eloff, 1998; Majhenič et al., 2007; Pesewu et al., 2008; Al-abdeen et al., 2010; Salama et Marraiki, 2010; Fertout-Mouri et al., 2016; Ritika, 2016; Tagnaout et al., 2016; Yala et al ., 2016), à la température, à la période d'incubation et à la variation génétique de la plante, à l'âge de la plante ou aux facteurs l'environnementales qui rendent difficile la comparaison des données publiées (Al-abdeen et al., 2010) ,conditions de séchage et de broyage de la plante (Fertout-Mouri et al., 2016). Le mode d'action des extraits dépend aussi du type de microorganismes, la méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne (Lindberg et al. 2004; Landete et al. 2008; Chalghoumi et al. 2016; Fertout-Mouri et al., 2016; Tagnaout et al., 2016).

Yala et al. (2016) ont aussi rapporté que le solvant d'extraction affecte considérablement l'activité antimicrobienne ; soit il est à l'origine de l'absence de l'activité de l'extrait, soit il n'a pas pu retenir les molécules recherchées à cause de sa polarité **(Yala et al, 2016).**

Conclusion et Perspective

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Leur utilisation est en progression constante, étant donné la toxicité et les effets secondaires indésirables des molécules de synthèse. Dans ce contexte, on s'est intéressé à évaluer l'activité antioxydante et antimicrobienne d'une plante médicinale. Il s'agit ***Pistacialentiscus*** utilisée dans la pharmacopée traditionnelle de notre région, pour le traitement de plusieurs maladies.

L'étude ethnobotanique menée auprès les habitants de la ville d'El Omaria sur ***Pistacialentiscus***, nous a permis de dévoiler le large éventail de l'utilisation de son feuillagedans le traitement de pathologies, notamment celles du tube digestif.

L'extraction d a été réalisée par différents méthodes,à savoir :méthode traditionnel pour les fruits,macération et décoction pour les feuilles de manière à solubiliser un maximum de composés. Chaque extrait a été caractérisé par son aspect, sa couleur et son rendement.

Le rendement d'extraction le plus élevé est obtenu par les fruits (43 ,22%) en utilisant la méthode traditionnelled'extraction. Et aun degré moins dans les feuilles (32%) par macération en utilisant l'éthanol comme solvant d'extraction. vient en dernier l'extrait de feuilles par décoction avec un taux d'extraction de (18%).

L'évaluation de l'activité antioxydante in vitro des extraits a été réalisée par la méthode de piégeage du radical DPPH.

Le pouvoir de piégeage du radical DPPH des extraits des feuilles, des fruits de ***Pistacialentiscus***, augmente proportionnellement avec la concentration des extraits.

Celle des feuilles présente une activité antioxydantesupérieure à celle des fruits mais cette activité reste inférieure à celle du BHT.

Les extraits de fruits et de feuilles peuvent être considérés comme une source d'antioxydants naturels contribuant à la prévention de diverses maladies en les utilisant comme additifs alimentaires.

Nous avons aussi observée que l'extrait éthanolique était actives vis-à-vis les souches microbiennes et de levures testées avec des diamètres des zones d'inhibition variant entre 17.00 à 29.00mm et 22.00 à 25.00mm respectivement. D'autre part, l'huile de fruits a une activité antibactérienne qui varié d'une souche à une autre entre 14.00 à 24.00mm et n'a pas une activité antifongique. Pour compléter ce travail, nous envisageons de :

- Optimiser les conditions d'extraction des différents extraits afin d'augmenter les rendements.
- Il serait intéressant d'étendre l'étude de l'activité antimicrobienne à d'autres souches bactériennes et fongiques qui causent des maladies pour les êtres humains(Onychomycose, la pneumonie, salmonellose, scarlatine) ainsi que pour les cultures (le mildiou, oïdium, botrytis, tristeza, rouille et septoriose), de mettre en évidence l'activité antioxydante avec d'autres méthodes.
- Confirmer les différentes propriétés pharmacologiques de plante in vivo en utilisant différentes méthodes d'étude.

Références Bibliographiques

Références

Abdelwaheb , A., Bouhlel, I., Skandrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guiraud, P., Steiman, R., Mariotte, A.-M., Ghedira, K., Laporte, F., Dijoux-Franca, M.-G., Chekir-Ghedira, L.,(2007). Study of antimutagenic and antioxidant activities of gallic acid and 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose from Pistacia lentiscus. Confirmation by microarray expression profiling. Chem. Biol. Interact. 165, 1–13.

Abouri M., Mousadik, A. , Msanda, F., Boubaker, H., Saadi, B., Cherifi, K. (2012). . An ethnobotanical survey of medicinal plants used in the Tata Province, Morocco. International Journal of Medicinal Plant Research, 2012, vol. 01, pp. 099- 123.

Ait Said ., Fernandez C., Greff S., Torre F., Derridj A., Gauquelin T., Mevy J-P. (2011). . Inter-population variability of terpenoid composition in leaves of Pistacia lentiscus L. from Algeria : A chemioecological approach, molecules, 16 : 2646-2657.

Amara Nasira*,BENRIMA ATIKA. ,ANBA Chahira1,BELKHIR Houda1 , (2019). , ACTIVITÉ ANTIMICROBIENNE DE,L'HUILE ESSENTIELLE DES FRUITS DU PISTACHIER LENTISQUE (PISTACIA LENTISCUS L.), Revue Agrobiologia, Université Blida 1-Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie – Département des Biotechnologies - Laboratoire de Recherch.

Andzi Barhé, & Feuya Tchouya. (2016).). Comparative study of the anti-oxidant activity of the total polyphenols extracted from Hibiscus Sabdariffa L., Glycine max L. Merr., yellow tea and red wine through reaction with DPPH free radicals. Arabian Journal of Chemistry, 9: 1-8.

Anonyme. (2012). Aspergillus flavuset autres moisissures productrices d'aflatoxines, ANSES, 3p.

Arab K., Bouchnak O., Yahiaoui K (2014). . Phytochemical Study and Evaluation of the Antimicrobial and Antioxidant Activity of Essential Oils and Phenolic Compounds of Pistacia Lentiscus L. Journal of Fundamental and Applied Sciences , 6(1):79- 93.

Athamena,S; Chalghem;I.; Kassah;L.A.; Laroui,S,S, S.,Khebri,S. (2010). Activite anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de cuminum cyminum L. Lebanese Science Journal, Vol. 11, No. 1 : 70 -72.

Avril, J.L0, Dabernat, H., Denis, F., Montiel, H. (1992). Bactériologie clinique, 2ème édition Marketing, p 277-279.

Bakli, S. (2020). , Activité antimicrobienne, antioxydante et anticoccidienne des extraits phénoliques de quelques plantes médicinales locales, Thèse de Doctorat en Sciences . Spécialité: MICROBIOLOGIE.

Balan K. V.,PrinceJ.,Han Z.,Dimas K.,CladarasM., Wyche J. H. (2007). “A mastic gum extract induces supression of growth of human colorectal tumor xenografts in immunodeficient mice,” In Vivo, vol. 23, no. 1, pp. 63–68, 2009.

Baliyan, S.; Mukherjee, R.; Priyadarshini, A.;Vibhuti, A.; Gupta, A.;Pandey,R.P.;Chang, C.-M. (2022). Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemica Analysis of Ficus religiosal. *Molecules*, 27, 1326.

Bammou M, Daoudi A, Slimani I, Najem M, Bouiamrine E, Ibijbijen J, Nassiri L. (2015). . Valorisation du lentisque « Pistacia lentiscus L. »: Etude ethnobotanique, screening phytochimique et pouvoir antibactérien. Journal of Applied Biosciences 86:7966-7975.

Bammou, M., Bouhlali, E.D.T. Sellam, K., El-Rhaffari, L., Ibijbijen, J., Nassiri, L. (2020).). Évaluation des activités antioxydante et antibactérienne des extraits aqueux des feuilles et des fleurs de Bituminaria bituminosa (L.) Stirton. Phytothérapie, 1-8.

Barreca, D. (2021). Mechanisms of Plant Antioxidants Action. *Plants*, 10, 35.

Bayoud, B. (2005). Etude phytochimique et extraction améliorée des alcaloïdes tropaniques du Datura stramonium L. Slanaceae. UBMA.

Bekara ,A.,Hamadouche,N.A.,Kahloula,K..,Sadi,N., Abd-el-kader,A.(2016).). Etude phytochimique et activité antioxydante de l’extrait aqueux de Pimpinella anisum L. Algerian Journal of Natural Products, 4 (3): 299-307.

Beldi,M.Marzougui,H.Lazli,A . (2021). Etude ethnobotanique du Pistachier lentisque Pistacia lentiscus L. dans la wilaya d’El Tarf (Nordest algérien) - Ethnobotanical study of Pistacia lentiscus L. in El Tarf region (Northeastern Algeria) Published: 29/01/2021, Faculté des Sciences de la Natu.

Belfadel. (2009). Huile de fruits de Pistacia lentiscus- Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Mémoire Magistère en chimie organique, p19, p 139.

Belfadel, F. (s.d.). Huile de fruits de Pistacia lentiscus Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Universitementouriconstantinefaculte des sciences exacte département de chimie.

Belhachat ,DJ.Mekimene,L.Belhachat,M.Ferradji,A.Aid,F. (2018). Application of response surface methodology to optimize the extraction of essential oil from ripe berries of Pistacia lentiscus using ultrasonic pretreatment, Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, Département de Technologie Aliment.

BELKHIR. (2018). Activité Antimicrobienne et Antioxydante de deux Plantes Médicinales: Salvia verbenaca et Lepidium sativum , Thèse Doctorat, Université de Sétif 1.

Belyagoubi-Benhammou. (2016).). Effects of extraction solvents on phenolic content and antioxidant properties of Pistacia atlantica Desf fruits from algeria, Internatinal food research journal 23(3).

Belyagoubi-Benhammou , N., Belyagoubi, L., El Zerey-Belaskri, A., Zitouni, A., Ghembaza, N., Benhassaini, H., Atik-Bekkara, F., Piras, A., Falconieri, D., Rosa, A.,. (2018). . Fatty acid composition and antioxidant activity of Pistacia lentiscus L. fruit fatty oil from Algeria. Journal of Food Measurement and Characterization 12, 1408–1412.

Ben Douissa. (2004). Etude Chimique et Biologique de Pistacia lentiscus.AbeBooks fe,pp 333-331.

Ben Haj Khalifa , A., D. Moissenet,. (2011). "Virulence factors in Pseudomonas aeruginosa: mechanisms and modes of regulation." Ann Biol Clin, 69(4): 393-403.

Ben Khedir , S., Mzid, M., Bardaa, S., Moalla, D., Sahnoun,Z., and Rebai, T.,. (2016). . In Vivo Evaluation of the AntiInflammatory Effect of Pistacia lentiscus Fruit Oil and Its Effects on Oxidative Stress. Evid Based Complement Alternat Med. 6108203, 1-12.

Benhammou. (2008).). Effects of extraction solvents on phenolic content and antioxidant properties of Pistacia atlantica Desf fruits from algeria, Internatinal food research journal 23(3).

Benhammou, N. (2006). Antiradical capacity of the phenolic compounds of Pistacia lentiscus and Pistacia atlantica Desf . Advances in food sciences.

BENROKIA , H., & AOUAR , K. (2015). Etude de l'activité Antibactérienne des extraits de Pistacia lentiscus émoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master en Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

Bensalem G. (2015). L'huile de lentisque (Pistacia lentiscus L.) dans l'Est algérien : Caractéristique physicochimiques et composition en acides gras, mémoire de magister en sciences alimentaires, université Constantine, p 105.

Bertoncelj ,J;Dobersek,u.Korosec,M.Golob,T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Siovenian honey, Food Chemistry, 105: 822-828.

Bhunia. (2018). Foodborne Microbial Pathogens ,Mechanisms and Pathogenesis . Foodborne Microbial Pathogens , 2018, pp 181-192.

Bidié,A.P.,N'guessan,B.B.,Yapo,A.E.,N'guessan,j.D.Djaman,A.J. (2011).). Activités antioxydantes de dix plantes medicinales de la pharmacopée ivoirienne. Sciences & Nature, 8 (1): 1-11.

Bigendako-Polygenis , Lejoly. (1990). La pharmacopée traditionnelle au Burundi. Pesticides et médicaments en santé animale,Pres. Univ. Namur . 425-442.

Billing , J., Sherman, P.W., J. (1998). Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Hot. Q. Rev. Biol., 73: 3-49.

Bitsindou, & Bouquet. (1996). Enquetes sur la Phytothérapie Traditionnelle à Kindamba et Odzala, Betti, JL? An ethnobotanical study of medicinale plants among the Baka pygmies in the Dja biosphere Reserve, Cameroon. African tudy Monographs/ Vol.25, No? 1,1-27,1996.

Boudada. (2015). « Caractérisations biochimique, microbiologique et mutagenèse de Pseudomonas aeruginosa ». Mémoire de master : Génétique Moléculaire, Constantine: Université des Frères Mentouri Constantine.

Boudjouref M. (2011). . Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L. Thèse de magister. Université Ferhat Abbes-Sétif. 99 p.

Bougandoura ,N.Bendimerad,N. (2013).) Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de Satureja calamintha ssp.Nepeta (L.) Briq. Nature & Technologie. Université Abou Bakr Belkaid.

Bouhairi, S. (2017). Mémoire de doctorat en pharmacie .Bacillus subtillus :caractères et applications .Maroc . UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT.

BOUHBEL, I., & LAIB, H. (2019). Activités biologiques des extraits phénoliques des deux genres de Pistacia (Lentiscus L.et Atlantica Desf.) Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master, pécialité : Biotechnologie Végétale, Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila.

Boukeloua. (2009). La pharmocopée marocaine traditionnelle. *Edition L Fennec. Casablanca* .

BOULADE. (2019). Imagerie SPR optimisée en résolution pour l'étude et la détection de bactéries.[en ligne] Thèse de doctorat en Biotechnologie, instrumentation, signal et imagerie pour la biologie, la médecine et l'environnement . Canada : Université de Sherbrooke, 2019. 208.

Boulebda N, Belkhiri A, Belfadel F, Bensegueni A, Bahri L . (2009). . Dermal Wound Healing Effect of Pistacia lentiscus Fruit's Fatty Oil. Pharmacognosy Research. 2009; 1(2); 66-71.

Bozargi M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M.H., Shams-Ardekani, M.R. & Rahimi, R.. (2013). Five Pistacia species (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk, and P. lentiscus): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. Scientific World Journal.

Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., Igic R . (2008). Phenolics as antioxydants in garlic (Allium sativum L.,Alliaceae).Food Chem., pp925-929.

Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M.H., Shams-Ardekani, M.R. & Rahimi, R . (2013). Five Pistacia species (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk, and P. lentiscus): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. The Scientific World Journal, 1-33.

Bridier A, Dubois-Brissonnet F, Boubetra A, Thomas V, Briandet R . (2010). Le Coq D, Dubois-Brissonnet F, Thomas V, Aymerich S, Briandet R,(2010). ; The spatial architecture of Bacillus subtilis biofilms deciphered using a surface-associated model and in situ imaging. PLoS One. 2011 Jan 18; 6(1):e16177. Epub 2011 Jan 18.

Brunke, & hube. (2013). Two unlike cousins: Candida albicans and C. Glabrata infection strategies. Cellular Microbiology, 15(5): 701-708.

Carlile , & Watkinson. (1994). (Academic Press eds).

Castola. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of Pistacia lentiscus L. from Corsica. Biochemical Systematics and Ecology, 28(1).79-88.

Castola , V., Bighelli, A., Casanova, J.,, V. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of Pistacia lentiscus L. from Corsica. Biochemical Systematics and Ecology 28, 79–88.

Castola, V., Bighelli, A., & Casanova, J. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of Pistacia lentiscus L. from Corsica. Biochemical Systematics and Ecology 28, 79–88.

Charrouf, & Guillaum. (1999). Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of Argania spinosa (L.) Skeels. Journal of Ethnopharmacology, 67 : 7–14.

Chougui i. N., Tamendjari. A., Hamidj. W., Hallal.S., Barras. A., Richard.T.et Larbat.R . (2013). oil composition and caractérisation of phenolic componnd of Opuntia ficus-indica seed. Food Chemistry, 139 :0796- 803.

Congiu Raffaele, Falconieri Danilo, Bruno Marongiu, Alessandra Oiras andSilvia Porcedda . (2002). Extraction and isolation of Pistacia lentiscus L.essential oil by supercritical CO2.Flavour and Fragrance Journal,17(4),239-244.

Da Silva, S.L.,da Silva, A., Honorio,K.M., Marangoni, S., Toyama, M.H.,da Silva ,A.B.F.(2004) .The influence of electronic, streric and hydrophobic properties of flavonoid compounds in the inhibition of the xanthine oxidase . J. Mol. struc.-Theochem., 684,1-7.

De lanfranchi, F., Bui Thi, M., Girard, M. (1999). La fabrication d'huile de lentisque (Listincu ou chessa) en Sardaigne. Revue d'ethnobiologie. 41, (2): 81-100.

De laraz. (s.d.). 2004Immunopathologie et reactioninflammatoires.Ed:DE Boeck superieur. 23.

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

degryse A.C., Delfa I., Voinier M.A, . (2008). Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique. 94, 8-11.

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. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.0 10.

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

Dimas K, S. Hatziantoniou, J. H. Wyche, and P. Pantazis,. (2009). "A mastic gum extract induces supression of growth of human colorectal tumor xenografts in immunodeficient mice," In Vivo, vol. 23, no. 1, pp. 63–68.

Dob T., Dahmane, D., Chelghoum, C, T. (2006). Chemical Composition of the Essential Oils of Pistacia lentiscus L. from Algeria. Journal of Essential Oil Research 18, 335– 338.

Dogan, Y., S. Baslar, H.H Mert and G.Ay. (2003). Plants used as natural dye sources in Turkey. Econ. 54(4): 442-453.

Doron et Gorbach. (2010). Bacterial Infections, Overview. Griffiths J, Maguire JH, Heggenhougen HK, Quah SR. Associate editors. Public Health and Infectious Diseases. UK. Elsevier Inc, 3-7.

Duval, J. (1980). Abrégé d'antibiothérapie ; bases bactériologiques pour l'utilisation des antibiotiques. C. J. Published by Paris, Masson.

Eggimann P., Bille J. and Marchetti O.. (2011). Diagnosis of invasive candidiasis in the ICU. Annals of intensive care, 1(1), 1-10.

Elghozi, J., & Duval, D. (1992). Pharmacologie 2ème Ed : Médecine Flammarion. Paris. 289p.

Elizabeth, D. (2020). Effet répressif de Bacillus subtilis et de Bacillus pumilus envers Rhizoctonia solani sur tomate et concombre de serre Maîtrise en biologie végétale - avec mémoire ,université LAVAL Québec, Canada.

Emna chaabani. (2019). Eco-extraction et valorisation des métabolites primaires et secondaires des différentes parties de Pistacia lentiscus.. Autre [q-bio.OT]. Université d'Avignon; Université de Carthage (Tunisie), 2019. Français. ffNNT : 2019AVIG0714ff. fftel-02519270.

Emna Chaabani. (2019). Eco-extraction et valorisation des métabolites primaires et secondaires des différentes parties de Pistacia lentiscus.

Emtinan , A.A., Omer, A.A.H., Saad, M.H.A., Sakina, Y.. (2018). In vitro antioxidant and antimicrobial activities of Pistacia lentiscus,Phyllanthus anderssonii and Cinnamomum verum crude extracts and fractions.Journal of Medicinal Plants Research12.https://doi.org/10.5897/JMPR2018.6588et Variétés du Monde, Flammarion. 186-193.

Espín, J.Soler-Rivas,C.,Wichers,H. (2000). Characterization of the Total Free Radical Scavenger Capacity of Vegetable Oils and Oil Fractions Using 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical. *Food Chem*, 48, 3, 648–656.

Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M.. (2008). Phenolic composition of Cynara cardunculus L. organs and their biological activities . *compt. Rend. Biol*, 372-379.

Favrichon, & Pribile. (2018). Journée régionale d'information sur les enjeux de l'antibiorésistance dans les 3 domaines de santé: humaine, animale et environnementale.

Fetsch , & Johler. (2018). Staphylococcus aureus as a Foodborne Pathogen. Current Clinical Microbiology Reports ,2018 ,Vol. 5, pp. 88–96.

FETSCH. (2018). Staphylococcus aureus . Elsevier Inc , 2018, pp. 13-38.

Fourr. (1869). -Ann. Soc. Linn. Lyon, sér. 2, 16, p: 356.

Frikh ,M..Maleb,A.Nyaledome Ablavi?M.Elouennass?A.Lemouer.(2017). "Pseudomonas aeruginosa: Epidémiologie et état actuel des résistances Etude retrospective sur trois ans." Journal Marocain des Sciences Médicales 21(2): 34-40.

Gand. (1875). -https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-80175-synthese.

Garnier , G., Bézanger-Beauquesne, L. and Debraux, G.. (1961). Ressources médicinales de la flore francaise. 665-666.

Garnier, & Cheraft. (2011). Activité biologique in vitro des extraits de Pistacia lentiscus contre les radicaux ABTS•+, $O2^{\bullet -}$et •NO et caractérisation des fractions actives.

Garofulic, I.E; Kruk , V; Martic , A; Martic , I; Zoric , Z; Pedisic , S; Dragovic , S; Dragovic-Uzelac , V, I. (2020). Evaluation of Polyphenolic Profile and Antioxidant Activity of Pistacia lentiscus L. Leaves and Fruit Extract Obtained by Optimized Microwave-Assisted Extraction. *Foods*, 9(11) ,1556.

Genet. (2018).). Antibiorésistance en santé animale et dans l'environnement Épidémiologie et modélisation en antibiorésistance. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 1-15.

George , A. C., CUTLER, R. R., HUMBER, D. P. (2008). Antibacterial activity of plants used in traditional medicines of Ghana with particular reference to MRSA. Journal of Ethnopharmacology, 116(1), 102–111.

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

GRAAG. (2022). *Le centre de recherche en astronomie ,astrophysique et géophysique.*

GREPHH. (2022). Magazine médical.

Guarro, J., Gene,J. et Stchigel, A.M . (1999). Developments in fungal taxonomy. Clin. C Microbiol. Rev. 12:454-500.

Guillot. (2014). Evaluation des risques d'émergence d'antibiorésistance liés aux modes d'utilisation des antibiotiques dans le domaine de la santé animale. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 1-218.

GWIDA ,Mayada; AWAD, Amal; EL-ASHKER, Maged . (2020).Microarray-based detection of resistance and virulence factors in commensal Escherichia coli from livestock and farmers in Egypt. In: Veterinary Microbiology,vol. 240, p.108539.

Halmi. (2015). Etude botanique et phytochimique : Approche biologique et pharmacologique d'Opuntia ficus-indica. Thèse de Doctorat en sciences. Université des frères Mentouri, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine, 183 p.

Haloui, T., Farah, A., Balouiri, M., Chraibi, M., Fadil, M., Benbrahim, K., Alaoui, A., T. (2015). . Bacteriostatic and Bactericidal Profile of Leaves and Twigs Essential oils of Moroccan Pistacia lentiscus L. J App Pharm Sci 050–053.

Hay. (2006). Fungal infections. Clinics in Dermatology 24, 201-212.µ.

HEMMA, R; BELHADJ, S; OUAHCHIA, C; SAIDI, F, R. (2018). ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PISTACIA LENTISCUS METHANOLIC EXTRACTS. *Revue Agrobiologia*, 8(1): 845-852.

Imelouane B., Elbachiri A., Ankit M., Benzeid H etKhedid K. (2009). Physico-Chemical Compositions and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Eastern Moroccan Lavandula dentate.International Journal of Agriculture &Biology. 11, 113-118.

Janakat , S., Al- merie, H,. (2002). Evaluation of hepatoprotective effect of Pistacia lentiscus, Phillyrea latifolia and Nicotiana glauca. Journal of Ethnopharmacology83, 135-138.

Julve. (2022). ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 27 avril 2022. https://www.tela-botanica.org/projets/phytosociologie.

El Kaoutari, A., Armougom, F., Raoult, D., & Henrissat, B. (2014). Le microbiote intestinal et la digestion des polysaccharides. médecine/sciences, 30(3), 259-265.

Kelly E Heim, Anthony R Tagliaferro and Dennis J Bobilya. (2002). Flavonoid antioxidants:chemistry, metabolism and structure-activity relationships. Journal of Nutritional Biochemistry, 13, 572–584.

Khalid, N., Ahmed, I., Latif, M.S.Z., Rafique, T. & Fawad, S.A. (2014). Comparison of antimicrobial activity, phytochemical profile and minerals composition of garlic Allium sativum and Allium tuberosum. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 57 (3): 311-317.

Kohanski M.A., Dwyer D. J., Collins, J. J.. (2010).) How antibiotics kill bacteria: from targets to networks. Nature reviews Microbiology, 8(6): 423-435.

Krishna DR.Narayana,K.Reddy,MR.Ms.Chaluradi,Mr.Rajnarayama,K.. (2001). Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential .indian J. Pharmacol; 33/ 2-16.

LAGUNA, O. (2019). Valorisation des composés phénoliques de colza et de tournesol: du fractionnement des matières premières à la synthése de molécules multifonctionnelles. THESE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR.

Landau S., Muklada, H., Markovics, A., Azaizeh, H., (2014). Traditional Uses of Pistacia lentiscus in Veterinary and Human Medicine. Springer Science&Business , 2 , 163 – 177.

Lauk . (1996). journal of chemotherapy,vol.8,n.3,p.207209,1996, p.207209. journal of chemotherapy,vol.8,n.3,p.207209,1996, p.207209.

Lee , Choon Young ; Sharma , A; Semenya , J; Anamoah , C; Chapman , K.N; Barone, V, (2020). Computational Study of Ortho-Substituent E_ects on Antioxidant Activities of Phenolic Dendritic Antioxidants. *Antioxidants*, 9, 189;.

Liang, N., & Kitts, D. (2014). Antioxydant property of coffee components: assessment of methode that define mechanismes of action. *Molecules*, 19180-208.

Liguori , I; Russo , G; Curcio , F; Bulli , G; Aran , L; Della , M, I. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clin Interv Aging*, 13: 757-772.

LOPEZ-GIRALDOL.J,Laguerre M.,LecomteJ., Figueroa-Espinoza M.C.,PinaM., Villeneuve P. (2007). "Lipophilisation de composés phénoliques par voie enzymatique et propriétés antioxydantes des molécules lipophilisées."Fondamental.

Loutrari i, 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 and Cancer 55, 86–93. https://doi.org/10.1207/s15327914nc5501_ 11.

Lupi O., Tyring S. K., McGinnis M. R.. (2005). Tropical dermatology: Fungal tropical diseases. Journal of the American Academy of Dermatology, 53(6): 931-954.

Lyczak , J. B., C. L. Cannon and G. B. Pier. (2000). "Establishment of Pseudomonas aeruginosa infection: lessonsfrom a versatile opportunist." Microbes Infect 2(9):105160.

Madelin. (s.d.). Fungal aerosols :a review. Journal of aerosol science. 25: 1405-1412.

Magiatis , P.; Melliou, E.; Skaltsounid, A.L.; Chinou, 1.8.; MitakuS (1999). Chemical compositionand antimicrobial activity of the essential oils of Pistacialentiscusvar.chia.Planta Med. 65, 749-751.

Magiatis , P.; Melliou, E.; Skaltsounid, A.L.; Chinou, 1.8.; MitakuS. (1999). . Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils ofPisiacialentiscus var. chia. Plant Med, 65.

Magkouta,S ;Georgios . Stathopoulosa.LOANNIS Psallidas A;Andreas Papapetroulos B. fragiskos N; Kolisisc. Chris Roussos a; Heleni Loutrari a. (2009). University of Athens, Athens, Greece b Univercity of Oatras,Greece c National Technical university of Athens, Athens, Greece.

Mahenthiralingam, E .,CampBelll,M.E.,Foster,J., Lam,J.S and Speert, D.P . (1996).). Random amplified polymorphic DNA typing of Pseudomonas aeruginosa isolates recovered from patients with cystic fibrosis. J Clin Microbiol, 34: 1129-1135.

Marone P. (2001). Bactericidal Activity of Pistacia lentiscus Mastic Gum Against Helicobacter pylori. Journal of Chemotherapy, 13(6), 611-614.

Martha, E. (2008). composé phénolique des extraits de ramille du bouleau jaune : étude de leur capacité antioxydante . *université Laval* , 147.

Mau J.L. Huang P.N., Huang S.J. (2004). Antioxydant properties of methanolic extracts from two kinds of Antrodia camphorata mycelia. Food Chemistry. 86, 25-31.

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

Mekious. (1997). Plante dans la médecine traditionelle etla cuisine algérienne. Ed : RVBIA. 51.

MESSAOUDI, A. (s.d.). Etudes ethnobotanique, screening phytochimique et évaluation du pouvoir antimicrobien des polyphenols des grains de lentisque Pistacia lentiscus ,4.

Mezni F., Maaroufi.A., Msallem.M., Khouja M.L. et Khaldi.A . (2012). Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of Pistacialentiscus L. fruit oils. Journal of Medicinal Plants Research, 6 (39): 5266-5271.

Miyamoto, T., Okimoto, T., Kuwano, M. (2014). Chemical Composition of the Essential Oil of Mastic Gum and their Antibacterial Activity Against DrugResistant Helicobacter pylori. Natural Products and Bioprospecting 4, 227–231.

MORGENE. (2018). . Modélisation in vitro de la colonisation à Staphylococcus aureus; interactions avec l'infection à rhinovirus. [en ligne] Thèse de doctorat en Biologie moléculaire et cellulaire .Lyon : Faculté de Médecine Jacques Lisfranc, Université de SaintEtienne. 261.

Mueller, & Schmit. (2007). Fungal biodiversity: what do we know? what can we predict? biodiversity and Conservation. 16: 1-5.

N.Touder. (2011).). Etude phytochimique et évaluation de quelques activités biologiques de Ampelodesma mauritanica. Université Badji Mokhtar, Annaba.

Nicklin, J., Graeme-cook, K., Paget, T., Killington, R.. (2000). L'essentiel en Microbiologie, Paris, Berti édition.

Niki.E. (2018). Oxidative stress and antioxidants: Distress or eustress? *Free Radic Biol Med*, 124: 564.

Noble S.M., French S., Kohn L.A., Chen V. and Johnson A.D.. (2010). Systematic screens of a Candida albicans homozygous deletion library decouples morphogenetic switching and pathogenicity. Nature genetics, 42(7), 590-598.

Nougayrède , JP, Homburg, S., Taieb, F., Boury, M., Brzuszkiewicz, E., Gottschalk, G., ... et Oswald, E.. (2006). Escherichia coli induit des cassures double brin de l'ADN dans les cellules eucaryotes. Science , 313 (5788), 848-851.

Oggioni, M. (1998). Recurrent septicemia in an immunocompromised Patient Due to ProbioticStrains of Bacillus subtilis.

Onay , A., & Jeffree, C. (2000). . Somatic Embryogenesis in Pistachio (Pistacia Vera L.), in: Jain, S.M., Gupta, P.K., Newton, R.J. (Eds.), Somatic Embryogenesis in Woody Plants: Volume 6, Forestry Sciences. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 361–390. https://doi.org/10.1007/978-94-017.

Onay,A.Tilkat,E.Suzerer ,V.Metten,K.l. (2016). Pistacia lentiscus L. growing techniques mastic gum production. Batman Univ. Journal Life Sciences, 6, 133-144.

Ozenda, P. (1991). Flore et végétation du Sahara. In : CNRS (Ed.), Paris.

Ozkocaman V, Ozcelik T, Ali R, Ozkalemkas F, Ozkan A, Ozakin C,, V. (2006). Bacillus spp. among hospitalized patients with haematological malignancies: clinical features, epidemics and outcomes. Journal of Hospital Infection.;64(2):169-76.

Paraschos, S., Mitakou, S., Skaltsounis, A. (2012). Chios gum mastic: A review of its biological activities. Curr Med Chem. 19(14):2292-2302. 2292-2302.

Patergnani ,S.Bouhamida,E.Leo,S.Pinton ,P.Rimmessi,A. (2021). Mitochondrial Oxidative Stress and "Mito-Inflammation": Actors in the Diseases. *Biomedicines*, 9, 216.

Phaniendra ,AJestadi,D,B.Periyasamy,L;. (2015). Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their implication in Various Diseases. ind J Clin Biochem, 30(1) : 11-26.

Pierce. (2005). Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans, and device-related nosocomial infections: implications, trends, and potential approaches for control. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 32(7): 309-318.

Poljsak ,B.suput,D,Milosav. (2013). Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants. Oxid Med Cell Longev.

Ponce A. G., FRITZ., DEL VALLE CC. et ROURA S.I ., (2003). Antimicrobial activity of oils on the native microflora of organic Swiss chard. Society of Food Science and Technology (Elsevier).36: 679-684.

Poprac , P.Jamova,k.Simankova,M.Kollar,V.Rhodes,C,J.Valko,M. (2017). Targeting Free radicals in oxidative stress-related human diseases. *Trends Pharmacol Sci*, 38(7) : 592-607.

Poulain. (2013). Candida albicans, plasticité et pathogénie. Rev Francoph Lab. mars 2013;2013(450): 37-46.

Qazi, M., & Molvi, k. (2018). Free Radicals and their Management. *American Journal of.*

Quezel, P., & Santa, S. (1962). Nouvelle flore de L'Algérie et des régions désertiques méridionales. Editions du Centre National de la recherche scientifique. Tome 11,1963.

R.Mehdioui , & Kahouadji. (2007). "Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amisttène : cas de la commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouiria) ". Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section sciences de vie 2007. N° 29, 11-20,2007.

Rahal, K. (2008). Standardisation de l'Antibiogramme en Médecine Humaine à l'Échelle Nationale selon les recommandations de l'OMS. *5ème Edition. Ed Ministère de la Santé. De la Population et de la Réforme Hospitalière, Algérie*.

Rahman , M.M; Rahaman, M.S; Islam, M.R; Rahman, F; Mithi, F.M; Alqahtani, T; Almikhlafi, M.A; Alghamdi, S.Q; Alruwaili, A.S; Hossain, M.S, M. (2022). Role of Phenolic Compounds in Human Disease: Current Knowledge and Future Prospects. *Molecules*, 27, 233.

Reboux G., Bellanger A., Roussel S., Grenouillet F., et MillionL. (2010). Pollution atmosphérique, Moisissures et habitat : risques pour la santé et espèces impliquées, Revue française d'allergologie 50 : 611– 620.

Redecker. (2002). New views on fungal evolution based on DNA markers and fissil. Research in Microbiology. 153: 125-130.

Reigosa M.J., Pedrol N., González L.. (2006). Allelopathy: A physiological process with ecological implications. Springer Science & Business Media, 638 p.

Remmal A, Bouchikhi T , Tantaoui-Elaraki A . (1993). Inhibition of antibacterial activity of essential oils by tween 80 and ethanol in liquid medium. *Pharmacie de Belgique*, 48(5):352-6.

Romulo, & Andreas. (2020). The Principle of Some In vitro Antioxidant Activity Methods. *Review. Earth and Environmental Science*, 426, 012177.

Rudrapal , M., & Chetia, D. (2017). Plant Flavonoids as Potential Source of Future Antimalarial Leads. Sys Rev. *Pharm*, 8 (1), 13–18.

Rudrapal,M..Khairmar,S,J.Khan,J.Bin Dukhyilij,A.Ansari,M,A.Alomory,M,M.Alshabrmi,F,M. (2022). Dietary Polyphenols and Their Role in Oxidative Stress-Induced Human Diseases: Insights Into Protective Effects, Antioxidant Potentials and Mechanism(s) of Action. *Front. Pharmacol*.

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

Saadoun. (2002). Types stomatiques du genre Pistacia:Pistacia atlantica Desf. ssp. Atlantica et Pistacia lentiscusL, p369.

Salvador M.D., Aranda F., Gómez Alonso S., Fregapane G . (2001). Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. Food Chemestry. 74, 267- 274.

Samartha M,R.Samartha,M;Kumar,M.Soni,A. (2008). Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extracts. *Food Chem*, 106, 868-873.

Sharifi, M., & Hazell, S. (2009). Fractionation of mastic gum in relation to antimicrobial activity. Pharmaceuticals. 2, (1) :2-10.

SHULMAN , S. T; Friedmann, H. C; Sims, R. H. (2007). Theodor Escherich: the first pediatric infectious diseases physician. In : Clinical infectious diseases, vol .45, n°8, p.1025-1029.

Sikkema J., De Bonte JAM., Poolman B. (1995). Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons.MicrobiolRev Oxford 59:201-22.

Singh. (2012). Antibiotic Discovery and Development. Editors: Dougherty, Thomas J., Pucci, Michael J: Springer, 821-841.

Spiegel,M.Kapusta,K.kolodziejczyk,W.Saloni,J.Zbikowska,B,Glake,A. (2020). Antioxidant Activity of Selected Phenolic. *molecules*, 25, 3088;.

Sqalli, H., El Ouarti, A., Ennabili, A., Ibnsouda, S., Farah, A., Haggoud, A.,. (2007). Évaluation de l'effet antimycobactérien de plante du centre-nord du Maroc. *Pharm. Bordeaux*, 146, 271-288.

Tassou, & Nychas. (1995). Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (Pistacialentiscus var. chia) on Gram positive and Gram negative bacteria in broth and in model food system. Int. BiodeteriorBiodegrad. 36, 411-420.

TISON, & Jean-Marc. (2014).

Touaibia. (2015). Composition chimique et activité anti-fongique de l'huile essentielle de Myrtus communis L. sur milieu de laboratoire et sur les fruits du fraisier. Nature & Technologie,12.66-72.

Trabelsi H., Cherif, O.A., Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renaud, J., Barouh, N., Boukhchina, S., 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: 2-6.

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

Triantafyllou, A. Bikineyeva, A. Dikalova, R. Nazarewicz, S. Lerakis, and S. Dikalov,. (2011). , "Anti-inflammatory activity of Chios mastic gum is associated with inhibition of TNF-alpha induced oxidative stress," Nutrition Journal, vol. 10, no. 1, article 64.

Tsai P.W., Chen Y.T., Hsu P.C., Lan, C.Y.. (2013). Study of Candida albicans and its interactions with the host: a mini review. Biomedicine, 3(1): 51-64.

Vasques A.R., Pinto G., Dias M.C., Correia C.M., Moutinho-Pereira J.M., VallejoV.R., Santos C., Keizer J.J., . (2016). Physiological response to drought in seedling of Pistacia lentiscus (mastic tree), New forests, 47 : 119-130.

Villano D., Fernandez-Pachon M.S., Moya M.L., Troncoso A.M., Garcia-Parrilla M.C . (2007). -"Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical". Talanta (71), p: 230–235.

Vincenot , F., Saleh, M. (2008). . Les facteurs de virulence de Staphylococcus aureus. Rev Francoph Lab, 2008, Vol 407, pp. 61–9.

Vital , L.A., Beghelli, D., Biapa-Nya, P.C .(2016). Diverse biological effects of the essential oil from Iranian Trachyspermum ammi. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(6): 775–786.

Wilkinson. (2006). Methods for testing the antimicrobial activity of extracts. Chapiter VIII. pp.157-165. ln Ahmad I., Aqil F. and Owais M. Modern Phytomedicine: Turning Medicinal Plants into Drugs. Ed. WILEY-VCHVerlag GmbH et Co. KGaA, Weinheim, 405p.

Yala J-F, Ntsameso-Mve6Mba V, Azzizet Issembe Y, Lepengue NA, Souza A. (2016). Evaluation in vitro de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux d'Eryngium foetidium récolté dans la ville de France ville. *Journal of applied Biosciences,103:9886-9893*.

Yaniv, Z., & Dudai, N. (2014). Medicinal and Aromatic Plants of the Middle-East.

YAO. (2019). Caractérisation phénotypiques et moléculaires de salmonella sp et Escherichia coli isolées chez les bovins dans le district d'Abidjan (côté d'Ivoire) : Impact biologiques de l'utilisation des antibiotiques. Thèse de doctorat en Biologie Fonctionnelle et Moléculaire.Université de Félix Houphouët-Boigny,241p.

Ybert. (2001). Petit Larousse de la médecine. Ed Larousse-Bordas, Paris, 1087p.

Yeo, J., & F Shahidi. (2019). "Revising DPPH (2,2-diphenyl 16picrylhydrazyl) assay as a useful tool in antioxidant evaluation: a new IC100 concept to address its limitations" J. Dood Bioact,7/ 36-42.

Zaouali , Y . (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.

Zohary. (1952). Les plantes qui nous soignent – Tradition etthérapeutique. Ouest-France.

Zohary, M. (1952). monographical study of the genus Pistacia. Palestine Journal of Botany Jerusalem Series, 5, 187-228.

Annexes

Annexe 01 : Le matériel utilisé de laboratoire

Matériels :

-Bécher

-Entonnoir

-Erlenmayer

-Spatule

-Mortier et pilon

-Papier filtre

-Eprouvette

-Balane électronique

-Barreau magnétique

-Agitateur

-Rotavapeur

-Etuve

-Pipette pasteur

-Micropipette

-Tube à essai

-Spectrophotomètre

-Autoclave

-Boites de pétrie

-Evouvillons

-Portoirs

-Anse de platine

-Bec benzène

-Bain marie

-Pince en bois

-Pince en métal



Figure 01 : Spectrophotomètre.



Figure02 : Agitateur.



Figure03 : Rotavapeur.



Figure04 : Agitateur vortex



Figure 05: Etuve.

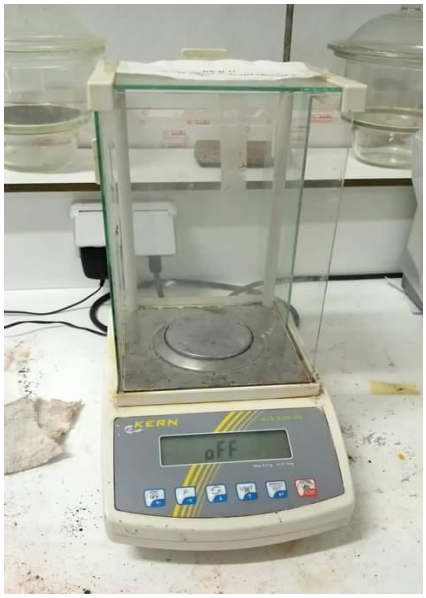


Figure 06: Balane électronique (En mg).



Figure 07: Balane électronique(en g).



Figure 08:

Annexe 02 : FICHE D'ENQUETE

Lieu dit : …….

Personne interrogée : **F** ☐ **H** ☐

Age : ……

Niveau intellectuel :

Analphabète ☐ Primaire ☐ Secondaire ☐

Universitaire ☐

Nom local de la plante : ……

Parties utilisées :

	Feuilles	Ecorce	Racines	FRUITS
Partie utilisée				

Forme d'emploi :

Tisane ☐ L'huile ☐

Mode de préparation

Infusion ☐ Décoction ☐ Macération ☐ Goute ☐ L'huile ☐

Utilisation

	Affection digestive	Affection cutanée	Affection respiratoire	Affection nerveux
Maladies traitées				

La toxicité oui ☐ Non ☐