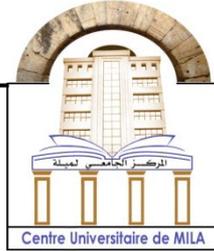


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

**Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf- Mila**

Institut des Sciences et de la technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème :

Caractérisation phytochimique des extraits de  
*Pistacia lentiscus L.*

Présenté par :

- HAMMA Abla
- ACHOUCHE Zineb

Devant le jury :

Présidente :	Dr. ZEDDIG Houda	MCB	Centre universitaire Mila
Examinatrice :	Dr. TALHI Fahima	MCB	Centre universitaire Mila
Promoteur :	Dr. BERRABAH Hicham	MCB	Centre universitaire Mila

Année Universitaire : 2022/2023

## **Remerciement**

*On remercie avant tout **ALLAH**, le tout puissant, de nous avoir guidés toutes les années d'étude et qui nous a donné la force, la volonté, la patience et le courage pour continuer et terminer ce travail.*

*Ensuite, je tiens à remercier Madame **ZEDDIG Houda** pour avoir accepté de présider ce jury.*

*Madame **TALHI Fahima**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à au remercier très sincèrement Dr **BERRABAH Hicham**, notre encadrant. Ce fut un grand plaisir de travailler avec durant la préparation de notre mémoire de Master II. Nous lui serions éternellement reconnaissants de la confiance qu'il nous a témoignée et du soutien qu'il nous a apporté. Malgré son agenda surchargé, ses occupations scientifiques et administratives, il a toujours su être là quand nous en avons besoin. Merci beaucoup.*

*Nous remercions également Monsieur **BOUCHAREB N**, enseignant au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila.*

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude et nos remerciements à tous les enseignants de la filière de Biotechnologie du Centre Universitaire de Mila.*

*Nous remercions également toute l'équipe des laboratoires des sciences de la nature et de la vie du Centre Universitaire de Mila, qui nous a aidé à réaliser ce travail*

**ABLA et ZINEB**

## **DEDICACE**

*Avec l'aide de dieu, j'ai pu faire ce modeste travail que je  
dédie :*

*Mon très cher père Noureddine que j'aime tant, sans lesquels  
je ne serai jamais arrivée là où j'en suis, A celui qui m'a  
toujours encouragée et soutenue moralement et  
financièrement Que DIEU vous protéger vous garde pour nous.*

*À Ma Chère mère zabida, qui a œuvré pour ma réussite, de  
par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses  
précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans  
ma vie, Gratitude à toi chère maman.*

*À mes chères sœurs, Yousra Dounia Rania*

*À mon seul frère, Hamza, mon soutien après mon père*

*À mon fiancé et sa famille pour tout le soutien moral qu'ils  
m'ont apporté*

*À toute ma grande famille, mes collègues et mes chers amis. À  
toutes celles et à tous ceux qui m'aiment.*

*A mon binôme Zineb et à tous ceux qui ont contribué de près  
ou de loin pour que ce projet soit possible, Je vous dis merci.*

*Abla*

## *DEDICACE*

*Avant tout, je remercie Allah qui m'a éclairé mon chemin et d'aboutir au moment que j'ai l'attendu Je dédie mon modeste travail:*

*À mes très chers parents Maman et Papa qui ont fait le possible pour moi, surtout Maman qui a été toujours avec moi, qui a souffrant durant toutes mes années d'études, franchement je ne peux pas exprimer autour de tous ce qui m'ont fait dès mon enfance jusqu'à ce moment.*

*À mes chères sœurs : Lamia et Hadjer*

*À mes chers frères : saber, Aymen, Isslem À toute ma famille qui a toujours participé à me donner du courage et de la volonté.*

*À tous les enseignants qui ont contribués à ma formation  
À tous mes amies et collègues et tous les assistants qui me connaissent*

*A ma chère Abla, que Dieu la protège et lui accorde ce qu'elle souhaite*

*Zineb*

## Résumé

*Pistacia lentiscus* L appartient à la famille des Anacardiaceae est largement utilisé comme plante médicinale dans la médecine populaire algérienne, qui possède une grande capacité thérapeutique pour traiter les brûlures, les maladies respiratoires, les allergies et d'autres maladies.

Cette étude a pour but de quantifier les métabolites secondaires et évaluer l'activité antioxydante des extraits aqueux des feuilles de *pistacia lentiscus* L. issue de trois populations du nord-est Algérien.

Les résultats de screening phytochimique des extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L ont révélé la présence des principaux métabolites secondaires (flavonoïdes, tanins, saponosides, coumarines et Alcaloïdes) dans cette plante.

D'après nos résultats, les teneurs en polyphénols et flavonoïdes dans l'extrait aqueux varient d'une provenance à l'autre. La détermination des polyphénols totaux par la méthode folin-ciocalteu a montré que les teneurs en polyphénols à Constantine sont les plus élevées ( $6.16 \pm 1.09$  mg/g eAG), le dosage des flavonoïdes et des sucres totaux a montré que la population de Mila est la plus riche en ces teneurs par rapport aux autres populations. ( $0,21 \pm 0,05$  mg/g eQ) ( $0,12 \pm 0,02$  mg/g Ms) respectivement.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le teste de DPPH montre que les feuilles de *Pistacia lentiscus* L ont un pouvoir antioxydant très important notamment dans la population d'Annaba (40,46mg/ml), ces valeurs élevées sont dues aux teneurs des composés phénoliques qu'ils sont la base de cette activité.

**Mots clés:** Pistachier lentisque, *Pistacia lentiscus* L, caractérisation, Phytochimie, extrait aqueux.

## ملخص

ينتمي *Pistacia lentiscus L* إلى عائلة Anacardiaceae ويستخدم على نطاق واسع كنبات طبي في الطب الشعبي الجزائري، والذي يتمتع بقدرة علاجية كبيرة على علاج الحروق وأمراض الجهاز التنفسي والحساسية وأمراض أخرى.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد المستقلبات الثانوية وتقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات المائية لأوراق

*pistacia lentiscus L* من ثلاث مجموعات من شمال شرق الجزائر.

أظهرت نتائج الفحص الكيميائي النباتي للمستخلصات المائية لأوراق *Pistacia lentiscus L* وجود المستقلبات

الثانوية الرئيسية (الفلافونويد والعفص والصابونين والكومارين والقلويدات) في هذا النبات.

وفقاً لنتائجنا ، تختلف محتويات البوليفينول والفلافونويد في المستخلص المائي من مصدر إلى آخر. أظهر تحديد

البوليفينول الكلي بواسطة طريقة فولين سيوكالتيو أن محتويات البوليفينول في قسنطينة هي الأعلى ( $1.09 \pm 6.16$  مجم / جم

eAG)، وأظهرت جرعة الفلافونويد والسكريات الكلية أن عشيرة ميله هي الأعلى في هذه المحتويات مقارنة بالعشائر

الأخرين. ( $0.05 \pm 0.21$  مجم / جم مكافئ) ( $0.02 \pm 0.12$  مجم / جرام مللي ثانية) على التوالي.

أظهر تقييم نشاط مضادات الأكسدة بواسطة اختبار DPPH أن أوراق *Pistacia lentiscus L* لها قوة عالية جداً

من مضادات الأكسدة ، خاصة في منطقة عنابة ( $40.46$  مجم / مل) ، وهذه القيم العالية ترجع إلى مستويات الفينول. المركبات

التي هم أساس هذا النشاط.

**الكلمات المفتاحية:** شجرة الفستق العدسي ، *Pistacia lentiscus L*، التوصيف ، الكيمياء النباتية ، المستخلص المائي.

## Abstract

*Pistacia lentiscus* L belongs to the Anacardiaceae family is widely used as a medicinal plant in Algerian folk medicine, which has great therapeutic ability to treat burns, respiratory diseases, allergies and other diseases.

This study aims to quantify the secondary metabolites and evaluate the antioxidant activity of the aqueous extracts of the leaves of *pistacia lentiscus* L. from three populations of northeastern Algeria.

The results of the phytochemical screening of the aqueous extracts of the leaves of *Pistacia lentiscus* L revealed the presence of the main secondary metabolites (flavonoids, tannins, saponins, coumarins and alkaloids) in this plant.

According to our results, the contents of polyphenols and flavonoids in the aqueous extract vary from one source to another. The determination of total polyphenols by the folin-ciocalteu method showed that the polyphenol contents in Constantine are the highest ( $6.16 \pm 1.09$  mg/g eAG), the dosage of flavonoids and total sugars showed that the population of Mila is the richest in these contents compared to the other populations. ( $0.21 \pm 0.05$  mg/g eQ) ( $0.12 \pm 0.02$  mg/g Ms) respectively.

The evaluation of the antioxidant activity by the DPPH test shows that the leaves of *Pistacia lentiscus* L have a very high antioxidant power, particularly in the population of Annaba (40.46mg/ml), these high values are due to the levels of phenolic compounds that they are the basis of this activity.

**Key words:** Lentisk pistachio tree, *Pistacia lentiscus* L, characterization, phytochemistry, aqueous extract.

## Table de matière

Remerciements

Dédicaces

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 2

### Synthèse bibliographique

#### Chapitre I : description de l'espèce *Pistacia lentiscus*.

Généralités sur le lentisque .....	3
Historique de la plante.....	3
1. Classification de la plante ( <i>Pistacia Lentiscus</i> L.) .....	3
1.1. Botanique de la plante <i>Pistacia</i> .....	3
1.2. Systématique de la plante <i>Pistacia Lentiscus</i> L .....	3
1.3. Morphologie de <i>Pistacia Lentiscus</i> L.....	4
1.3.1. Morphologie Florale .....	4
1.3.2. Feuilles .....	4
1.3.3. Graines (fruits.....	5
1.3.4. Les racines .....	5
1.4. Répartition géographique et exigences écologiques du pistachier .....	6
1.5. Les exigences pedo-climatique de l'espèce.....	6
1.6. Utilisation du Lentisque en médecine et en pharmacologie .....	7
1.6.1. Utilisations médicinales.....	8
1.6.2. En dentisterie .....	8
1.6.3. En chirurgie .....	8
1.6.4. Usages comestibles.....	8
1.6.5. Industrie.....	9

#### Chapitre II: Métabolites secondaires

2.1. Définition générale .....	10
2.2. Composées phénoliques .....	10
2.3. Rôle biologique des composés phénoliques .....	10
a. Les acides phénoliques .....	11
b. Les flavonoïdes .....	11

c. Les tanins .....	12
d. Les coumarines .....	13
e. Les anthocyanes .....	13
2.3. Les composés azotés (les alcaloïdes) .....	13
2.4. Les terpénoïdes (isoprénoïdes) .....	14

### **Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants**

3.1. Stress oxydatif .....	16
3.2. Radicaux libres .....	16
3.2.1. Principales sources des radicaux libres .....	17
3.2.1.1. Sources endogènes.....	17
3.2.1.2. Sources exogènes.....	17
3.3. Antioxydant .....	17
3.3.1 Différents types des antioxydants.....	17
3.3.1.1. Le système antioxydant enzymatique .....	18
3.3.1.2. Systèmes antioxydant non enzymatiques .....	19
3.4. Activité antioxydant de <i>Pistacia lentiscus</i> L .....	19
3.5. Mécanisme de l'activité antioxydante.....	19

### **Matériels et méthodes**

1. Matériel végétale .....	21
1.2. Préparation des échantillons .....	21
1.2.1. Séchage.....	21
1.2.2. Broyage.....	21
1.2.3. Extraction par macération à froid .....	21
2. Screening phytochimique .....	22
2.1. Flavonoïdes .....	22
2.2. Coumarines.....	22
2.3. Alcaloïdes .....	22
2.4. Stérols .....	23
2.5. Glycosides .....	23
2.6. Tanins .....	23
2.7. Stéroïdes .....	23
2.8. Saponosides .....	23
2.9. Anthraquinones libres.....	23
2.10. Quinones.....	23
3. Quantification des métabolites .....	24

3.1. Dosage de polyphénols.....	24
3.2. Dosage des Flavonoïdes .....	25
3.3. Dosage des sucres totaux.....	26
4. Evaluation de l'activité antioxydante .....	27
4.1 Méthode de Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl (DPPH).....	27
<b>Résultats et discussion</b>	
Résultats .....	29
1. Screening phytochimique .....	29
2. Teneurs en métabolites.....	32
2.1. Polyphénols .....	32
2.2. Flavonoïdes .....	34
2.3. Sucres totaux .....	36
3. Evaluation de l'activité antioxydante .....	38
3.1. Equivalent en acide ascorbique .....	38
3.2. DPPH IC 50 .....	39
Discussion .....	41
<b>Conclusion</b> .....	42
<b>Références bibliographiques</b> .....	43

## **Abréviation**

**AlCl<sub>3</sub>**: Trichlorure d'aluminium

**EAG**: Équivalent acide gallique

**EQ** : Équivalents de quercitrine

**EOR**: Les espèces oxygénées réaction.

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure ferrique.

**G** : Gramme

**Koh** : Hydroxyde de potassium.

**Mg** : Milligramme

**ML** : Millimètre

**MS** : matière sèche

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : Carbonate de sodium

**NH<sub>4</sub>OH**: Hydroxyde d'ammonium.

**nm**: Nanomètre.

**SD**: Ecart-type

**SOD**: Superoxyde Dismutase

**OH** : Hydroxyle

**T** : Teneur

**UV** : ultra-violet

**µg/mg** : Microgramme par milligramme.

**µg/ml** : Microgramme par milligramme.

**µl**: Micro litre

**R\*** : significative.

**R\*\*** : hautement significative

**R\*\*\*** : très hautement significative

**DPPH**: 2,2-Diphnyl-2-PicrlyL-Hydrazyl

**DPPH** : 2,2-Diphnyl-2-PicrlyL-Hydrazyl

### Liste des figures :

Figures	Titre figures	page
01	Fleurs de Pistacia lentiscus : A) Inflorescences mâles B) Inflorescences femelles.	04
02	Feuilles de pistachier lentisque (Ouzzir, 2020).	05
03	Fruits de pistachier lentisque à différents stades de maturité.	05
04	Aire de répartition du genre Pistacia (Bougherara, M.I., 2015).	06
05	Exigence pédoclimatique du Pistacia lentiscus L. (Anonyme, 2014).	07
06	Produits commercialisés à base de Pistacia lentiscus L. A. Huiles, végétales B. Huiles végétales, C. Compléments alimentaire, D. Parfums. (Emna chaabani, 2019).	09
07	Effets biologiques des polyphénols (Martin et Andrantsitohaina ,2002).	11
08	Structure de base des flavonoïdes (Pietta, 2000).	11
09	Structure de l'acide gallique (A) et ellagique (B) (Cowan, 1999).	12
10	Structure des tanins condensés (Sarni et cheynier, 2006).	13
11	Structure de base des coumarines (Igor, 2002).	13
12	Structure de base des anthocyanes (Samouelian et al., 2009).	13
13	Exemples des classes des alcaloïdes (Tadeusz, 2007).	14
14	Structure de la molécule d'isoprène (Loomis et Caroteau, 1980).	14
15	Mode d'action des principaux systèmes enzymatiques antioxydants.	18
16	Extraction par macération à froid.	22

17	Dosage des polyphénols totaux.	25
18	spectromètre UV-Visible à 750 nm.	25
19	Dosage des Flavonoïdes.	26
20	Dosage des sucres totaux.	27
21	Préparation de la solution DPPH.	28
22	Variation de la teneur en Polyphenols des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérie.	23
23	Variation de la teneur en flavonoïdes des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérie.	34
24	Variation de la teneur en sucre totaux des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérie.	36
25	Variation de la teneur en exprimées équivalent acide ascorbique dans les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérie.	38

### Liste des tableaux :

Tableau N°	Titre des tableaux	Page
01	Principales classes des flavonoïdes.	12
02	Classification des terpénoïdes (Mc-Garvey et Croteau, 1995).	15
03	Différents types des espèces réactives (Gutowski et Kowalczyk, 2013).	16
04	Données géographiques et climatiques des sites de prélèvements.	21
05	Résultats des tests phytochimique réalisés sur les feuilles de <i>P. lentiscus</i> (L.)	29
06	Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs en polyphénols des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	32
07	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs en polyphénols des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	33
08	Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	33
09	Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	34
10	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	35
11	Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	35

12	Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs en sucres totaux des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.	36
13	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs en sucres totaux des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.	37
14	Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs en sucre totaux des feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.	37
15	Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.	38
16	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.	39
17	Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.	39
18	Concentration d'inhibition (IC 50) des radicaux DPPH exprimée en mg/ml dans les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.	40

# **Introduction**

## **Introduction**

Les plantes médicinales sont les premiers réservoirs de différents médicaments, elles sont considérées comme une source importante de matières premières découverte de nouvelles molécules essentielles pour le développement futur de médicaments (Abou-chaar et al, 1980). On sait que plus de 25% des médicaments commandés dans les pays développés viennent de Chine dérivés directement ou indirectement des plantes (Newman et al,2000 ; Calixto, 2005). À l'échelle mondiale, près de 80 % en raison du faible accès aux médicaments, les gens dépendent des plantes médicinales non seulement parce qu'il est prescrit mais aussi parce que la plupart des plantes médicinales ont pu démontrer une réelle efficacité. La population mondiale en particulier dans les pays en développement, traité uniquement avec des remèdes traditionnels à base des plantes (World Health ,1999).

En raison de sa position géographique, l'Algérie possède une grande diversité des plantes aromatiques et médicinales. De nombreuses plantes sont utilisées dans la fabrication de médicaments traditionnels.

*Pistacia lentiscus* L, également connue en Algérie sous le nom de Darw,. (Chaib, 2015).

*Pistacia lentiscus* L, persistant arbuste de la famille des Anacardiaceae produisant des baies globuleuses rouges. Il se développe en plusieurs régions méditerranéennes (Dhifi et al., 2013) et généralement dispersés en Algérie tout le long de la côte. Les fruits, les galles, la résine et les feuilles de *P.lentiscus* ont une longue tradition de médecine populaire qui remonte à l'époque des anciens Grecs (Charef et al., 2008). La partie aérienne traditionnellement utilisée dans le traitement de l'hypertension artérielle grâce à ses propriétés diurétiques. Les feuilles sont pourvues des activités anti-inflammatoire, antibactérien, antifongique, antipyrétique, astringent et hépatoprotecteur, activités expectorantes et stimulantes. Ils sont aussi utilisés dans le traitement de l'eczéma, des infections buccales, des plantes et des constituants des plantes contre un certain nombre de maladies sur la base de leurs allégations traditionnelles (Tiwari et al., 2011 ; Gupta et al., 2015).

Actuellement, la résistance microbienne aux antibiotiques et la toxicité des antioxydants synthétiques ont conduit les scientifiques à chercher des molécules naturelles efficaces et sans effets négatifs dans les plantes (Boudjouref, 2011).

Les polyphénols, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les terpènes et d'autres métabolites secondaires dotés d'activités biologiques ont fait l'objet de nombreuses études (Bousselessela et al., 2014 ; Bitis et al., 2017 ; Ycf Teles et al., 2018). Ainsi que la majorité des composés

phénoliques qui ont des propriétés thérapeutiques, en particulier l'intérêt pour ces molécules qui ont des caractéristiques antioxydantes. Bien que les méthodes d'extraction soient identiques, la quantité d'extraits peut différer en raison de l'emplacement géographique de la plante, des conditions climatiques et de la saison de récolte (Benhammou, N., 2006), la présence de composés phénoliques (polyphénols, flavonoïdes, etc. ) dans les plantes est importantes en raison de leurs diverses fonctions, telles que l'activité antioxydante et le soutien de la saveur.(Issa et *al.*, 2006)

La plupart des travaux sur les lentisques ont été effectués sur les huiles essentielles, moins les extraits de feuilles, en raison de leurs propriétés antifongiques et antibactériennes prononcées (Gardeli et *al.*, 2008 ), l'huile de fruit de lentisque est couramment utilisée comme onguent topique pour les brûlures ou les maux de dos (Bellakhdar, 1997).

Pour cela notre travail est inscrit comme le premier travail réalisé en Algérie pour avoir l'effet de la provenance sur le plan phytochimique et l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Pistacia lentiscus* L en Algérie.

L'objectif de notre étude est la caractérisation phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L, récoltées de trois provenances de nord-est Algérien.

Ce travail s'organise en deux parties :

- Une première partie, consacrée à une recherche bibliographique. Il se compose de trois chapitres :
- Le premier chapitre une description de l'espèce *Pistacia lentiscus*,
- Le deuxième chapitre sur les métabolites secondaires.
- Dans le troisième sur le stress oxydatif et l'activité antioxydante.
- La deuxième partie fait référence aux études expérimentales et se divise en deux grandes parties : Matériels et méthodes, résultats et discussion pour présenter les résultats obtenus à partir des extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L.
- Enfin, une conclusion générale et perspective.

# **Synthèse**

# **bibliographique**

**Chapitre I :**  
**Description de l'espèce**  
***Pistacia lentiscus*.**

## Généralités sur le lentisque

*Pistacia lentiscus L* est l'une des 11 espèces du genre *Pistacia* (est l'une des espèces), largement distribuée sur le pourtour méditerranéen et dans certaines parties (pays) du moyen-Orient. (Martini., 2003)

C'est une plante aromatique caractérisé par plusieurs bienfaits thérapeutiques, notamment grâce à ses composés bioactifs appelés phénols. (Kettoufi.,2020)

## Historique de la plante

Le nom *Pistacia lentiscus L* 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)

## 1. Classification de la plante (*Pistacia Lentiscus L.*)

### 1.1. Botanique de la plante *Pistacia*

*Pistacia lentiscus L* est un arbuste de genres des pistachiers. Il appartient à la famille des Anacardiaceae qui comprend plus de 600 espèces et environ 70 genres différents (Landau et al., 2014).

D'après (Martini, 2003;) les espèces de *Pistacia* les plus importantes au monde sont les suivantes :

*Pistacia atlantica*

*Pistacia chinensis*

*Pistacia lentiscus L* - Pistachier lentisque.

*Pistacia Palaestina* - térébinthe de Palestine

*Pistacia terebinthus L* - Pistachier térébinthe

*Pistacia Vera L* - Pistachier vrai (qui donne les pistaches)

*Pistacia Vulgaris* - Pistachier Vulgaris

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quezel P. et Santa S., 1963).

### 1.2. Systématique de la plante *Pistacia Lentiscus L*

D'après Linné L est classé comme suite :

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Ordre** : Sapindales

- Famille : Anacardiacee
- Genre : Pistacia
- Espèce : lentiscus

### 1.3. Morphologie de *Pistacia Lentiscus* L

Les plantes se distinguent par leurs feuilles, leurs fleurs, leurs fruits et leurs graines Différents genres d'Anacardiaceae.

#### 1.3.1. Morphologie Florale

Le lentisque comme tous les pistachiers est dioïque, avec des fleurs rouges formant des grappes flottant sous l'aisselle des feuilles. (Figure 1). Les fleurs mâles et femelles ont des pétales dans les étamines qui sont tombées sous les pétales et sont à cinq têtes. Ils sont en trois colonnes. Chez les plantes monogames, les fleurs mâles et femelles se distinguent parfois par des différences de branches. La floraison des lentisques dure de mars à mai. (Lemaistre; 1959).



**Figure 01:** Fleurs de *Pistacia lentiscus* : A) Inflorescences mâles B) Inflorescences femelles (Personnelle,2023)

#### 1.3.2. Feuilles

Feuilles alternes, persistantes, toujours paripennées, à 3-5 paires de folioles elliptiques, obtuses, mucronulées, coriaces, vert foncé sur la face supérieure, vert clair en dessous, à limbe décurrent . Le pétiole est étroitement ailé (Lemaistre, 1959)



**Figure 02** : Feuilles de pistachier lentisque (Ouzzir, 2020)

### 1.3.3. Graines (fruits)

Les fruits de lentisque sont de petites gousses d'environ 5 mm de diamètre, sphériques, contenant un seul trou et une délicieuse pulpe aromatique (Ait Youssef, 2006). Se déclinent en plusieurs couleurs selon le stade de maturité, verts au début, puis rouges à maturité moyenne et en fin de maturité ils sont complètement noirs. (Fig.3).



**Figure 03** : Fruits de pistachier lentisque à différents stades de maturité (Personnelle, 2023)

### 1.3.4. Les racines

Il atteint parfois 7 m de profondeur et un système racinaire latéral pouvant atteindre la longueur de 5 – 10 m du collet de l'arbre. Cet ensemble de racines permet au pistachier de supporter les périodes sèches de l'année en cherchant l'humidité dans le sol et se développer dans sols médiocres et dans les zones arides (Boutboul, 1986 ; Lemaistre, 2000)

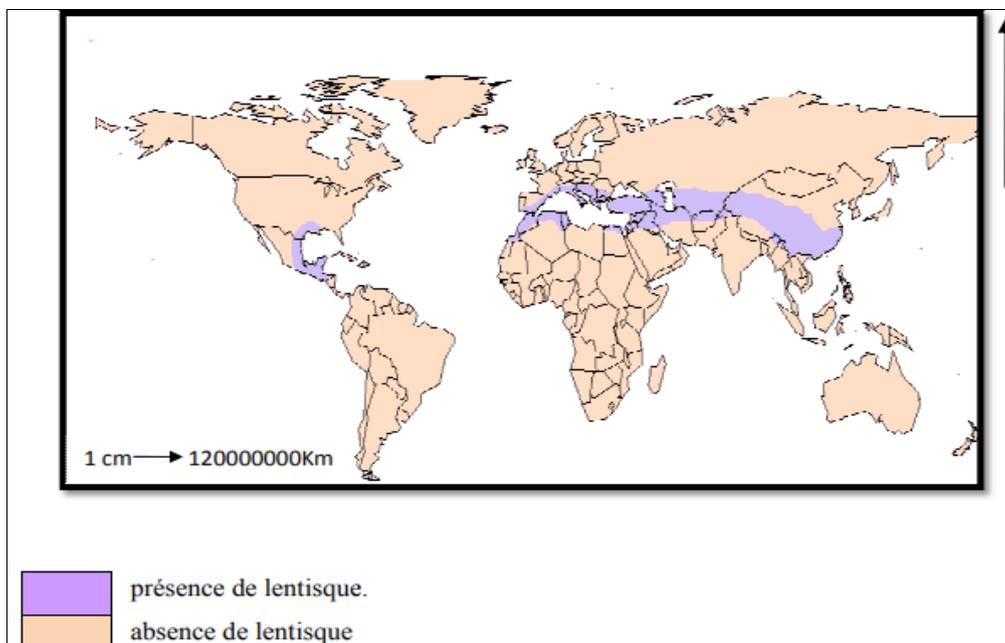
## 1.4. Répartition géographique et exigences écologiques du pistachier

### A. Dans le monde

*Pistacia* est un arbuste répandu dans l'écosystème de la région méditerranéenne, en particulier en Grèce, en Turquie, en Italie, en Espagne, en Algérie, en Tunisie, au Maroc et en France (s'étendant au Portugal et aux îles Canaries). Son bioclimat va des zones humides aux régions arides. (Benhammou et al, 2008; Harrat M et al, 2018; khiari et al, 2018).

### B. En Algérie

*P. lentiscus* est largement distribué sur le littoral Algérien est présent dans une variété d'environnements tels que les pins, les oliviers et les caroubiers à des altitudes de 700 mètres ou plus. (Dahmoune, F et al., 2014).



**Figure 04** : Aire de répartition du genre *Pistacia* (Bougherara, M.I., 2015).

## 1.5. Les exigences pedo-climatique de l'espèce

*Pistacia lentiscus* L. est l'une des espèces qui rejette les souches car elle est très inflammable et très combustible, ce qui la rend extrêmement vulnérable aux incendies. Ce taxon a une forte sélection écologique, ce qui le rend adapté au stress hydrique estival et peut survivre à entre 1 et 6 mois. Cette adaptation est combinée à des possibilités d'installation et de maintien sur tous les types de sols, à l'exception de ceux trop humides. Sa dispersion indique son adaptation optimale aux conditions globales qu'offre son milieu environnant ; c'est une espèce insensible aux variations du milieu. (Benmehdi, 2003).

Pour que les bourgeons dorment, les besoins en froid des lentisques doivent être satisfaits. Il est important de noter qu'à des températures de -12 à -14 °C et de -15 à -20 °C,



**A. Décoction de racine :** Séché par le soleil pour traiter les ulcères et les infections de l'estomac et des intestins ( Ouelmouhoub, 2005).

**B. Les Feuilles :** sont utilisées comme agent antibactérien et anti-inflammatoire. Antifongique, antipyrétique et expectorant (Villar et *al.*,1987). Un remède contre la diarrhée, l'eczéma, un puissant anti-ulcéreux comme il agit contre les maux de gorge. (Atmani et *al.*, 2009).

**C. Les fruits :** Des études pharmacologiques antérieures ont montré que l'huile grasse extraite des fruits de *P. lentiscus L* était utilisée dans le traitement de plusieurs maladies, notamment du système respiratoire, de la diarrhée et de la pharyngite. (Boukeloua et *al.* 2016)

**D. La Résine :** Traditionnellement considéré comme un agent anticancéreux, en particulier les tumeurs du sein, du foie, de la rate et de l'utérus (Asimopoulou et Papaciorgio, 2005). Ces croyances traditionnelles sont conformes aux recherches récentes *Boswellia chios* induit l'apoptose et s'est avéré avoir des effets antiprolifératifs. Cellules cancéreuses du côlon (Balan et *al.*, 2007).

**E. La Parties aériennes :** *Pistacia lentiscus L* est largement utilisé en médecine. En raison de ses propriétés diurétiques, il est traditionnellement utilisé pour traiter l'hypertension artérielle. (Scherrer et *al.*, 2005).

### 1.6.2. En dentisterie

Le mastic agit comme un antiseptique buccal et resserre les gencives dentifrices et chewing-gum utilisés pour les soins dentaires (Koutsoudaki, C et *al.*,2005).

### 1.6.3. En chirurgie

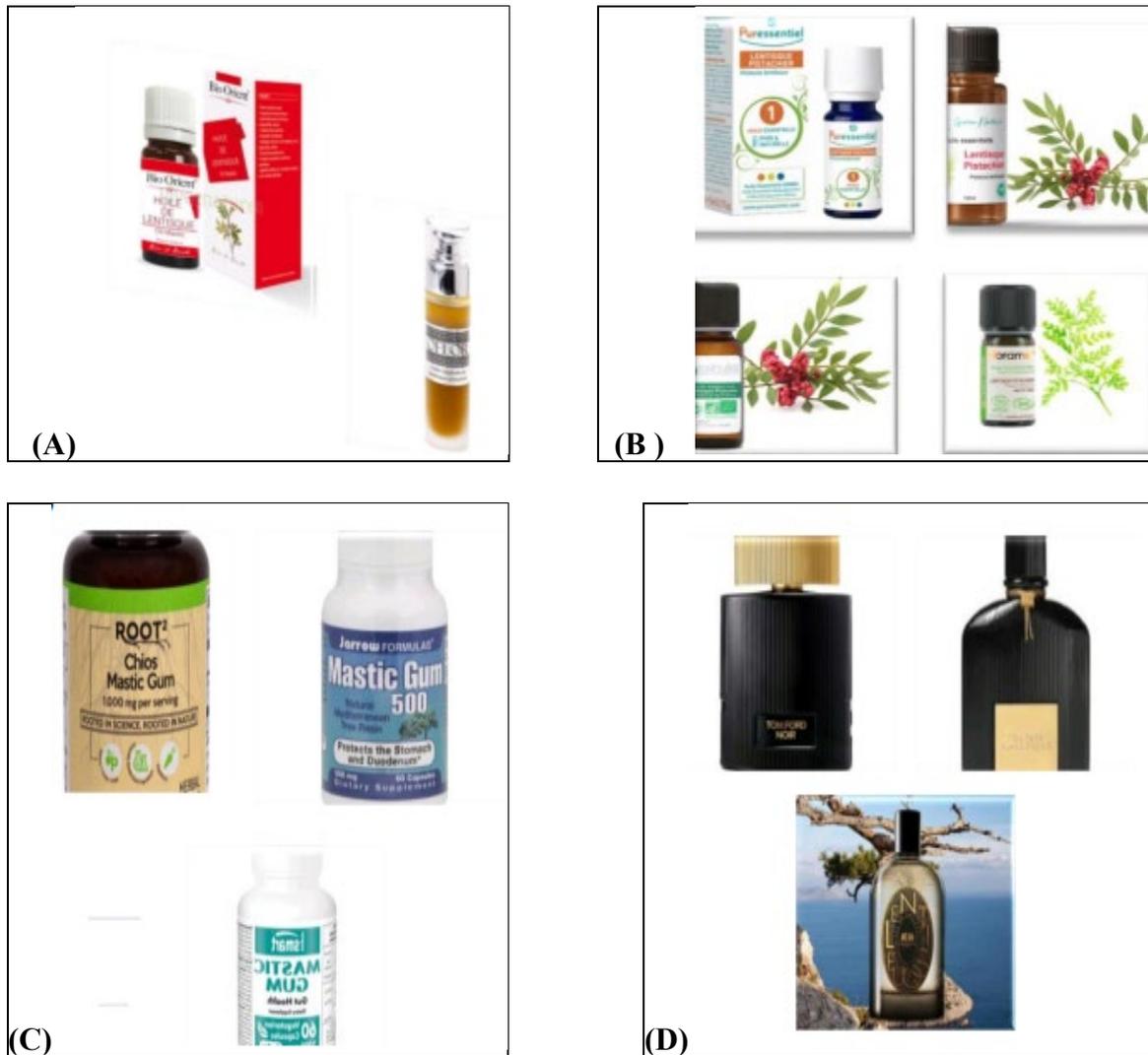
Les sous-produits du mastic sont utilisés pour créer des points spéciaux finalement absorbé par le corps humain (Koutsoudaki, C et *al.*, 2005).

### 1.6.4. Usages comestibles

Les résines sont des ingrédients essentiels dans la fabrication de produits cosmétiques tels que les dentifrices, les produits de soin des cheveux et de la peau et les parfums. (Hamad, H. et *al.*, 2011). Par conséquent, il est utilisé comme charge. (Piccolella, S et *al.*, 2016).

### 1.6.5. Industrie

Pour l'éclairage (Bonnier et Douin, 1934), production de savon. Le mastic est utilisé pour la fabrication de pansements et d'onguents pour la peau (troisième, U.R.M. et *al.*, 2015). Il est également utilisé dans la fabrication de pansements adhésifs (Hamad, H et *al.*,2011) comme auxiliaire de teinture des tissus de soie à Lyon (France) (Perkin, M et *al.*, 1897).



**Figure 06** : Produits commercialisés à base de *Pistacia lentiscus* L. **A.** Huiles, végétales **B.** Huiles végétales, **C.** Compléments alimentaire, **D.** Parfums. (Emna chaabani, 2019)

# **Chapitre II :**

# **Métabolites secondaires**

## 2. Métabolites secondaires

Depuis des milliers d'années, l'Homme a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structures chimiques et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques (Hartmann, 2007).

### 2.1. Définition générale

Les métabolites secondaires sont des molécules à distribution limitée en organismes végétaux. Ils remplissent différents rôles, y compris des moyens de défense contre l'attaque externe. Cependant, ils ne sont pas toujours nécessaires à la survie des plantes (Djedaia, 2016).

Le nombre de métabolites secondaires est très important, plus de 200 000 structures définies et ont une diversité structurelle remarquable, mais en petites quantités. Ces molécules marquent une espèce de façon primitive, une famille ou un genre des plantes peut parfois établir une taxonomie chimique. Les composés phénoliques, les terpénoïdes, les stéroïdes et les alcaloïdes sont des métabolites secondaires ; ils ont de nombreuses applications pharmaceutiques. (Hartmann, 2007)

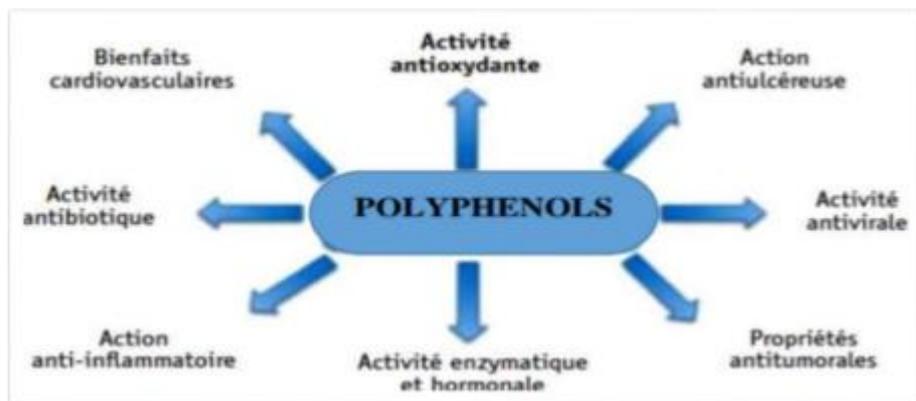
### 2.2. Composés phénoliques

Les composés phénoliques présentent une vaste classe de substance organique cyclique qui dérive du phénol  $C_6H_5OH$  (Walton et Brown, 1999). Sont présents dans toutes les parties des végétaux et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstrictrice, anti-inflammatoire, inhibitrice enzymatique, antioxydants et antimicrobiens (Djemai, 2008).

### 2.3. Rôle biologique des composés phénoliques

Selon (Macheix et *al.*, 2005) le rôle des composés phénoliques est reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans leurs utilisations par l'homme. Ils peuvent en effet intervenir :

- Dans certains aspects de la physiologie de la plante (régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains parasites...)
- Dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV). Organes végétaux (fruit, légumes...) et des produits qui en dérivent par transformation.
- Dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies.



**Figure 07:** Effets biologiques des polyphénols (Martin et Andrantsitohaina ,2002).

### a. Les acides phénoliques

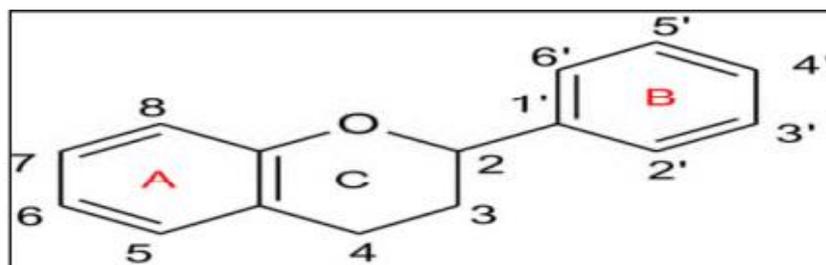
Ils appartiennent à deux groupes, les acides hydroxy benzoïques, dérivés de l'acide benzoïque, ont une structure de base de type C6-C1 et les acides hydroxy cinnamiques dont la structure de base (C6-C3) dérive de celle de l'acide cinnamique (Vermerris et *al.*, 2006).

### b. Les flavonoïdes

Le terme « flavonoïde » proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange, cependant d'autres auteurs supposaient que ce terme a été plutôt prêté du flavus qui désigne jaune (Garon et Guéguen, 2014).

#### B.1. Structure et classification

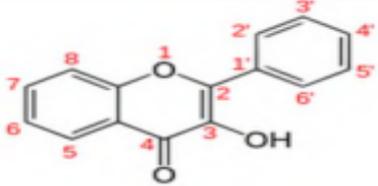
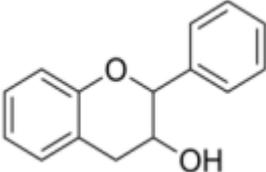
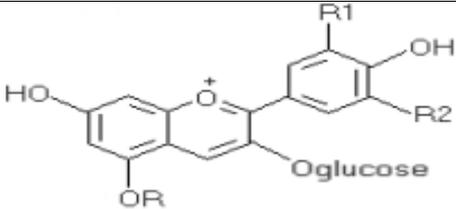
Les flavonoïdes sont le groupe le plus connu de composés phénoliques d'origine biosynthétique mixte (Pietta, 2000), comprenant 15 atomes de carbone, formant une structure C6-C3-C6 constitué de deux noyaux aromatiques (A et B) reliés par un hétérocycle oxygéné (C) et ils existent sous forme simples ou glycosylés (Chira et *al.*, 2008). Du point de vue structural, qui se différencie par le degré d'oxydation du noyau pyranique central (figure 08) (Effendi et *al.*,2008)



**Figure 08:** Structure de base des flavonoïdes (Pietta, 2000)

Les flavonoïdes se répartissent principalement en trois familles: les flavonols, les flavanols et les anthocyanes (tableau01).

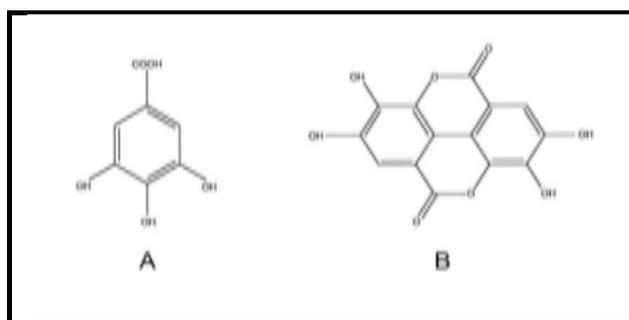
**Tableau 01** : Principales classes des flavonoïdes

Classes	Structures chimiques
<b>Flavono</b>	
<b>Flavanol</b>	
<b>Anthocyane</b>	

### c. Les tanins

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

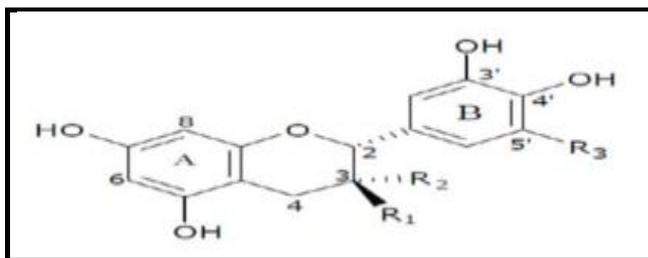
**c.1. Les tanins hydrolysables** : qui sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est généralement le D-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins, ou ellagique (**figure09**) (Cowan, 1999).



**Figure 09** : Structure de l'acide gallique (A) et ellagique (B) (Cowan,1999)

### C.2. Les tanins condensés

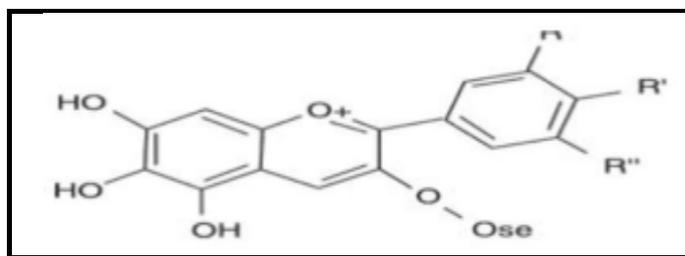
Appelés aussi proanthocyanidine, sont largement répandus dans l'alimentation humaine. Ces tanins sont des oligomères ou polymères de flavan-3ols qui ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide à chaud par rupture de la liaison inter monomérique (**figure10**) (Guigniard, 1995).



**Figure 10:** Structure des tanins condensés (Sarni et cheynier, 2006)

#### d. Les coumarines

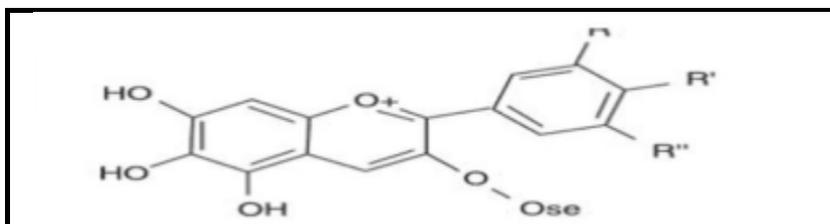
Sont des composés aromatiques naturels (figure11), largement distribués- dans le règne végétal, elles sont bénéfiques en cas d'affection cutanées (Gonzalez et *al.*, 2008).



**Figure 11 :** Structure de base des coumarines (igor,2000)

#### e. Les anthocyanes

Ce sont des pigments colorés responsables de la pigmentation des fleurs, des fruits et des grains (Samouelian et *al.*,2003). Les anthocyanes possèdent une structure de base, le 2-phényl-1benzopyrilium (cation flavylum) constituée de trois cycles aromatiques, responsable du pouvoir absorbant (chromophore). Cette structure porte plusieurs fonctions hydroxyles dont l'une est glycosylée par des différents oses (glucose, galactose, rhamnose, arabinose), omigosides ou hétérosides (figure12) (Samouelian et *al.*, 2009).



**Figure12:** Structure de base des anthocyanes (Samouelian et *al.*, 2009)

### 2.3. Les composés azotés (les alcaloïdes)

Les alcaloïdes sont un groupe de composés azotés et faiblement basiques issus principalement des végétaux (Figure 16). Ils présentent des réactions communes de

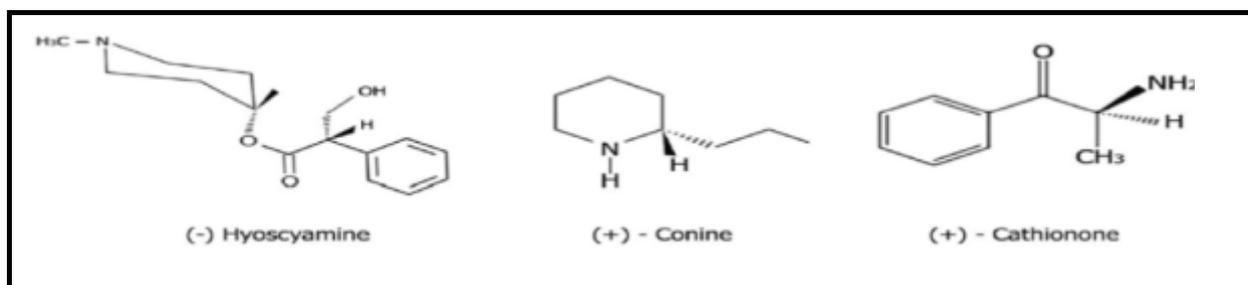
précipitation. Après extraction, ils sont détectés par des réactions générales de précipitation fondées sur leur capacité de se combiner avec des métaux. La caractérisation de la présence d'alcaloïde peut se faire par précipitation à l'aide de : réactif silicotungstique : réactif de Bertrand, réactif tétraiodomercurate de potassium : réactif de Valser-Mayer, iodo bismuthate de potassium : réactif de Dragendorff (Kansole, 2009).

Les alcaloïdes sont des substances particulièrement intéressantes pour leurs activités pharmacologiques qui s'exercent dans les domaines les plus variés : Au niveau du système nerveux central comme antidépresseurs (morphine, scopolamine) ou stimulants (strychnine, caféine) (Bruneton, 1999). On distingue trois classes d'alcaloïdes :

**Alcaloïdes vrais**, sont bio synthétiquement formés à partir d'un acide aminé et comporte un atome d'azote dans un système hétérocyclique, exemple hyoscyamine (figure 13).

**Pseudo-alcaloïdes**, représentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas dérivés des acides aminés, exemple : conine (figure 13).

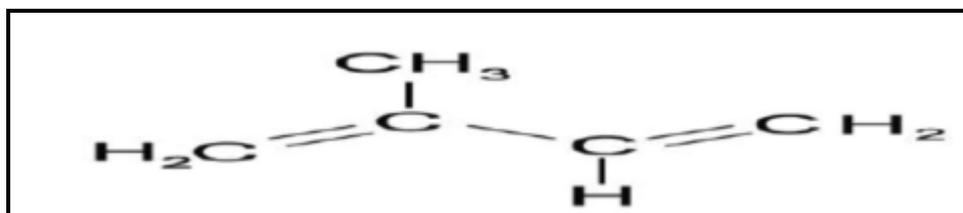
**Proto-alcaloïdes**, sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique, exemple : cathionone (figure 13) (Bruneton, 1993).



**Figure 13:** Exemples des classes des alcaloïdes (Tadeusz, 2007).

#### 2.4. Les terpénoïdes (isoprénoïdes) :

Sont des molécules de faible poids moléculaire, volatiles, dérivés de l'isoprène ( $C_5H_8$ ) (figure 14), et entrant dans la composition des huiles essentielles (Yarnell, 2007).



**Figure 14 :** Structure de la molécule d'isoprène (Loomis et Caroteau, 1980).

Leur classification est illustrée dans (tableau 02)

**Tableau 02:** Classification des terpénoïdes (Mc-Garvey et Croteau, 1995)

classes	Formule brute	N° d'isoprène
Monoterpènes	$C_{10}H_{16}$	2
Sesquiterpènes	$C_{15}H_{24}$	3
Diterpènes	$C_{20}H_{32}$	4
Sesterpènes	$C_{25}H_{40}$	5
Triterpènes	$C_{30}H_{48}$	6
Tétraterpènes	$C_{40}H_{64}$	8
Polyterpènes	$(C_5H_8)_n$	45-30000

### Principaux métabolites secondaires isolés de l'espèce *Pistacia lentiscus*

La plante est connue pour contenir une huile essentielle et fixe (Grosjean, 2007), une huile grasse (Charef et *al.*, 2008), des tanins condensés et hydrolysables (Abbas, 2007), des lycosides flavonoïques (Vaya et Mahmood, 2006), des anthocyanes (Longo et *al.*, 2007), une résine « mastic dechio » (Leonti et *al.*, 2001), et des triterpènes (Atmani et *al.*, 2002). De la résine extraite du tronc et des tiges de *Pistacia lentiscus* L sont été isolé une huile essentielle, riche en monoterpènes en quantité majoritaire, des monoterpénols et de ses quiterpènes en quantité moyenne, et des esters terpéniques en quantité mineure (Grosjean, 2007). Des feuilles de *Pistacia lentiscus* L sont été isolées des tanins proanthocyanidiques et galliques, Des glycosides flavonoïdes et des anthocyanes, et des dérivés à noyau gallique et quinique (Longo et *al.*, 2007).

**Chapitre III :**  
**Stress oxydatif et**  
**antioxydants**

### 3. Stress oxydatif et antioxydants

Radicaux libres, espèces réactives de l'oxygène (ROS), stress oxydatif et antioxydants deviennent de plus en plus familiers aux professionnels de santé, et même pour le grand public. Cependant, ces concepts ne sont pas nouveaux, car il faut se souvenir au milieu des années 1950, R. Gerschman puis D. Hartman avaient évoqué l'oxygène et la "théorie des radicaux libres" pour expliquer le processus de vieillissement. En 1969, Les Américains McCord et Fridovich ont isolé un système à partir de globules rouges humains Enzyme antioxydante SOD, prouvant ainsi pour la première fois que notre corps génère l'ERO dont il doit se protéger. Cette découverte sera le point de départ réponse mondiale au stress oxydatif et antioxydants (Favier, 2003).

#### 3.1. Stress oxydatif

Le stress oxydant ou stress oxydatif est défini comme génération d'oxydants et son élimination par des mécanismes de protection antioxydante au sein d'une même organisation ce déséquilibre peut entraîner des dommages cellulaires, biomolécules telles que les lipides, les protéines et les acides nucléiques. (Niki.E, 2018).

De plus, il a été identifié comme une augmentation de la biodisponibilité de l'espèce ROS dû au déséquilibre entre la production et la consommation (Poljsak et *al.*, 2013).

#### 3.2. Radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique avec un ou plusieurs électrons uniques dans son enveloppe externe, ce qui le rend quelque peu instable et très réactif (demi-vie courte) (Ortiz et *al.*, 2013). Les espèces agressives tenteront de réparer leurs électrons individuels en attaquant toute molécule susceptible de lui arracher un électron (Afanas, 2009).

Il est important de distinguer un groupe limité de composés radicalaires ayant un rôle spécifique dans la physiologie, que nous appelons les radicaux libres primaires (tableau 3). D'autres radicaux libres, appelés radicaux libres secondaires, se forment à partir de la réaction de ces composés biochimiques sur les cellules (Favier, 2003).

**Tableau 03:** Différents types des espèces réactives (Gutowski et Kowalczyk, 2013)

Espèces radicalaires		Espèces non radicalaires	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Anion superoxyde	$O_2^{\bullet -}$	Acide hypochlorique	HOCl
Monoxyde d'azote	$NO^{\bullet}$	Oxygène singulet	$^1O_2$
Radical alkoxyde	$RO^{\bullet}$	Peroxyde d'hydrogène	$H_2O_2$
Radical hydroxyle	$OH^{\bullet}$	Peroxyde organique	ROOH
Radical peroxyde	$ROO^{\bullet}$	Peroxyde nitrite	$ONOO^{\bullet}$

### **3.2.1. Principales sources des radicaux libres**

#### **3.2.1.1. Sources endogènes**

- La chaîne respiratoire lors du transfert d'électrons (DeMarchi et *al.*, 2013).
- Les phagocytes possèdent une enzyme membranaire, la NADPH oxydase, spécialisée dans la génération d'O<sub>2</sub> (Guzik, 2010 ; Touyz et *al.*, 2010)
- Les peroxyosomes sont une source importante de production de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dans les cellules, ce qui les organites contiennent de nombreuses enzymes qui génèrent du H<sub>2</sub>O (Sandalio et *al.*, 2013).
- La xanthine oxydase est une enzyme qui utilise l'oxygène moléculaire comme accepteur d'électrons pour l'anion superoxyde généré lors de l'oxydation de l'hypoxanthine en xanthine et de la xanthine en acide urique (O'Mahony et *al.*, 2013).
- les ions métalliques tels que le fer et le cuivre dans un processus radicalaire in vitro : ils transforment l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en OH (Cotticelli et *al.*, 2013).

#### **3.2.1.2. Sources exogènes**

Divers facteurs environnementaux peuvent être impliqués dans le processus de production des substances actives telles que le tabac, l'alcool, la pollution, les toxines exogènes, l'ozone, les métaux toxiques (Bargagli et *al.*, 2009 ; Ahmed et *al.*, 2013).

### **3.3. Antioxydant**

Un antioxydant est un composé chimique caractérisé par sa capacité à ralentir ou à éviter le processus d'oxydation. Les radicaux libres peuvent causer des dommages oxydatifs, mais les antioxydants agissent pour inhiber ces dommages. Les radicaux libres peuvent causer des dommages oxydatifs par divers mécanismes (Romulo & Andreas, 2020).

#### **3.3.1 Différents types des antioxydants**

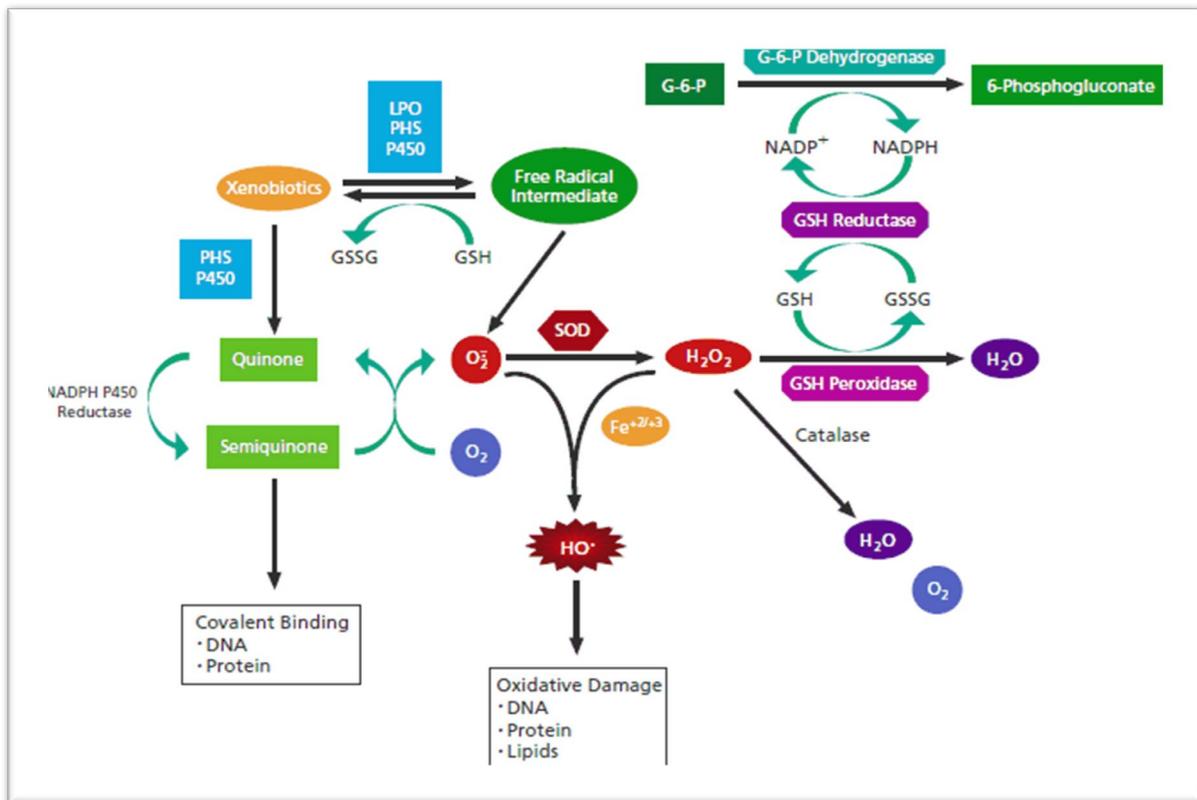
Les cellules utilisent éventuellement de nombreuses stratégies antioxydantes et consomment beaucoup d'énergie pour contrôler leur niveau d'espèces réactives de l'oxygène ils sont équipées de divers systèmes antioxydants distribués dans tous les compartiments de l'organisme, qu'ils soient intracellulaires, membranaires ou extracellulaires (Powers et Sen, 2000).

Dans le système de défense antioxydant de notre organisme, on distingue des systèmes enzymatiques et des systèmes non enzymatiques

##### **3.3.1.1. Le système antioxydant enzymatique**

Existant à l'état endogène, l'enzyme protège les cellules des radicaux libres sont produits physiologiquement au cours du métabolisme cellulaire normal.

Les principaux systèmes enzymatiques comprennent la superoxyde dismutase (SOD), Catalase (CAT) et plusieurs isoformes de la glutathion peroxydase (GSH-PX) (Jacob et al.2006)(figure15)



**Figure15:** Mode d'action des principaux systèmes enzymatiques antioxydants (Descamps,2004)

**A. Superoxyde dismutases (SOD) :** qui assurent l'élimination de l'anion superoxyde  $O_2^-$  par une réaction de dismutation, en le transformant en peroxyde d'hydrogène et en oxygène (Gardner et al.,2002).

**B. Glutathion peroxydase (GSH-Px) :** dépendante du sélénium et dont l'action permet d'éliminer le  $H_2O_2$  produit, elle convertit aussi les hydroperoxydes lipidiques en des alcools non toxiques (Sayre et al., 2005).

**C. Catalase :** est une enzyme hémique capable de transformer le peroxyde d'hydrogène (généralement produit par les SOD) en eau et oxygène moléculaire (Bonfont Rousselot et al, 2003). Elle est essentiellement présente dans les peroxysomes, mais aussi dans les mitochondries et dans les érythrocytes (Deaton et Marlin, 2003). La réaction catalysée par cette enzyme est une dismutation du peroxyde d'hydrogène :



### 3.1.3.2. Systèmes antioxydant non enzymatiques

**a. Vitamine E :** (alpha tocophérol), le caractère hydrophobe de cette vitamine permet convient aux biofilms riches en acides gras polyinsaturés, où il fonctionne exerce une protection puissante en empêchant la propagation de la peroxydation lipidique induite par espèce active (Yang et McClements, 2013).

**b. La vitamine C :** (acide L-ascorbique) est considérée comme l'antioxydant le plus important dans le liquide extracellulaire. C'est un piègeur très efficace des ions superoxyde, du peroxyde d'hydrogène, de l'hypochlorite, des radicaux hydroxyle et hydroxyle, et Oxygène singulet (Delattre et *al.*, 2005)

**c. Oligo-éléments :** cuivre, zinc, manganèse, sélénium et fer. Métal essentiel dans la défense contre le stress oxydatif (Bouldjadj, 2009).

Les polyphénols sont connus pour leur activité antioxydante (Zhu et *al.*, 2012), qui est due à la présence d'un grand nombre de groupes hydroxyles phénoliques (Hannan et *al.*, 2012). L'oxydation de ces composés les rend utiles comme agent réducteur, donneur d'hydrogène. (Proestos et *al.*, 2013) tandis que d'autres inhibent la production enzymatique de ROS comme l'inhibition de la cyclooxygénase, de la lipoxygénase et du cytochrome P450, (Giasina et *al.*, 2013).

### 3.4. Activité antioxydant de *Pistacia lentiscus* L

L'utilisation actuelle de molécules antioxydantes de synthèse pose problème sains en raison de leurs risques toxicologiques potentiels. Aujourd'hui, quelque chose sur les plantes émerge comme une nouvelle source d'antioxydants naturels développer. (Hemma et *al.*, 2018)

Des études récentes ont montré que toutes les parties de *Pistacia lentiscus* L présentent une riche source de composés phénoliques, tels que les acides phénoliques et les flavonoïdes, principalement représenté par l'acide hydroxybenzoïque et les flavonols ces composés sont principalement responsables de l'activité antioxydante de *Pistacia lentiscus* L. ceci est dû aux propriétés redox des polyphénols, permettant leur utilisation en tant qu'agent réducteur, donneur d'hydrogène, chélateur de métaux et extincteur d'oxygène simple, permettant ainsi l'exposition à un large éventail d'effets biologiques positif. (Garofulic et *al.*, 2020).

### 3.5. Mécanisme de l'activité antioxydante

Les antioxydants sont une partie importante de la capacité à combattre les radicaux libres gratuits grâce à la capacité de lutter contre les espèces réactives de l'oxygène (ROS) ou des espèces azotées réactives (RNS) et stimulent l'activation des cascades de signalisation dans la cellule. (Lee et *al.*, 2020),

Le mécanisme par lequel les antioxydants détoxifient ces composés dangereux est complexe et implique des interactions directes ou indirectes avec des groupes. Antioxydants inhiber ou éteindre les réactions des radicaux libres principalement en raison de leur capacité de réduction ou leur capacité à donner des atomes d'hydrogène, leur solubilité et leur propriétés chélatantes ,de plus, ils régulent les enzymes métaboliques clés et activent ou bloquent la transcription des gènes est également très importante. (Bareca, 2021).

# **Matériels et méthodes**

## Matériels et méthodes

### 1. Matériel végétal

Les parties végétatives utilisées pour la caractérisation phytochimique portent sur les feuilles de *Pistacia lentiscus* L, ce matériel végétal provient de trois sites de prélèvements écologiquement isolés récoltés en Janvier 2023.

Les populations choisies sont géographiquement isolées provenant des latitudes, longitudes et altitudes différentes. Cela inclut également la variabilité de leurs climats.

**Tableau 4 :** Données géographiques des sites de prélèvements

Population	Site	Lat	Long
Mila	Minar zareza	36.55	5.96
Constantine	Chettaba	36.33	6.47
Annaba	Chetaïbi	37.05	7.37

**Lat:** Latitude, **Long:** Longitude

### 1.2. Préparation des échantillons

Les feuilles de *Pistacia lentiscus* L ont été prélevés aléatoirement ensuite, les échantillons ont été placés immédiatement dans une glacière et transportés au laboratoire. Pour faciliter l'extraction des composés biochimiques à partir des feuilles de *Pistacia lentiscus* L deux opérations de prétraitement de ce matériel ont été effectuées séchage et broyage.

**1.2.1. Séchage :** Le séchage des feuilles de *Pistacia lentiscus* L a été effectué à l'aire libre à une température ambiante, puis dans une étuve portée à une température voisine de 40°C pendant deux jours.

**1.2.2. Broyage:** Les feuilles séchées sont ensuite broyées à l'aide d'un broyeur électrique.

#### 1.2.3. Extraction par macération à froid

Il consiste à introduire 5 gramme de poudre végétale dans 100 ml d'eau distillée, sous une agitation mécanique pendant 24 heures, La solution obtenue a été filtré sur papier filtre. (Personnelle,2023)

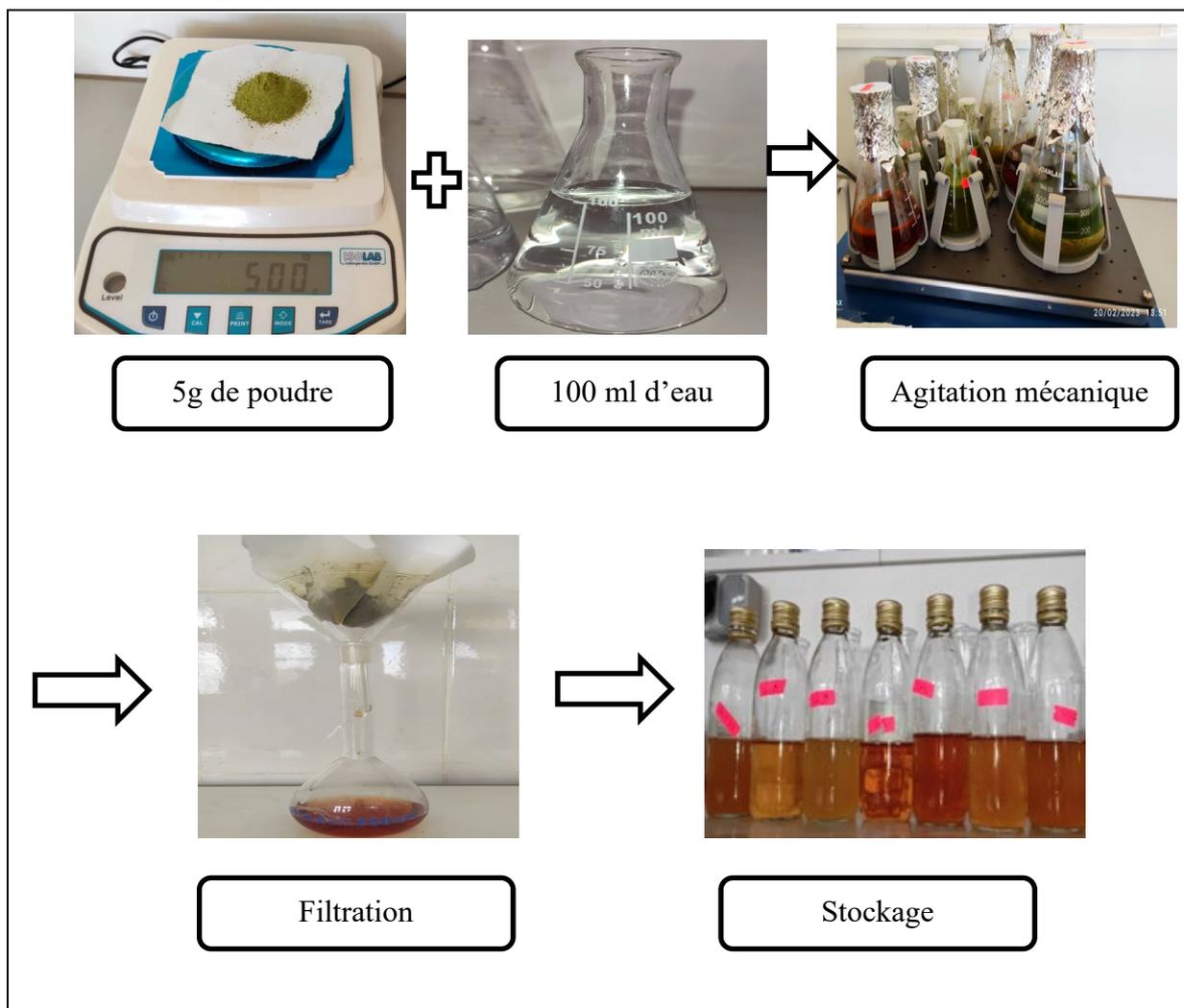


Figure 16 : Extraction par macération à froid.

## 2. Screening phytochimique

### 2.1. Flavonoïdes

Ajouter dans un tube à essai, 5ml de l'extrait aqueux, ajouter quelques gouttes d'HCl et quelques copeaux de magnésium(Mg). L'apparition d'une coloration rose, rouge prouve la présence des flavonoïdes (Trease et Evans., 1987).

### 2.2 Coumarines

5ml de KOH (10%) et 5ml d'HCl (10%) ont été ajoutés à 5 ml du filtrat. Des précipitations rouge brune indiquent la présence des coumarines (Trease et Evans., 1987).

### 2.3. Alcaloïdes

Essai par précipitation avec le réactif de Wagner. Mettre 1 ml d'extrait dans un tube à essai, puis ajouter quelques gouttes de réactif de Wagner. L'apparition d'un précipité rouge-orangé ou brun rougeâtre indique un test positif (Vijay et al., 2013).

#### **2.4. Stérols**

Dans un bécher, introduire 5ml d'extrait, ajouter 5ml d'anhydride acétique, 5ml de chloroforme et 1 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentré dans la paroi du bécher sous l'hôte et sans agiter. Laisser reposer 20 min. La formation d'un anneau rouge brunâtre à la zone de contact des deux liquides et une coloration violette de la couche surnageant révèlent la présence de stérols (Trease et Evans., 1987).

#### **2.5. Glycosides**

On mélange 1ml de l'extrait avec 2 ml d'eau distillée et 20 gouttes de liqueur de Fehling a été chauffé à 70°C dans un bain marie, un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique (Trease et Evans., 1987).

#### **2.6. Tanins**

Dans un tube à essai, traiter 1ml d'extrait aqueux avec 2 ml d'eau distillée et ajouter 2-3 gouttes de la solution de chlorure ferrique FeCl<sub>3</sub> (1 %). La présence des tanins est indiqué par une coloration verdâtre (vert-brun) Tanins cathéchiques ou bleu-noirâtre Tanins galliques. (Trease *al.*, 1987 ; Douhouet *al.*, 2003).

#### **2.7. Stéroïdes**

On introduit 5 ml d'anhydride acétique et 5 ml de l'extrait dans un bécher, qui sont repris dans un tube à essai dans lequel sont ajoutés 0,5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré. L'apparition d'une coloration violette qui vire au bleu puis au vert indique une réaction positive (Harborne., 1998).

#### **2.8. Saponosides**

La détection des saponines est réalisée en ajoutant 10mL d'eau distillée à 2 ml de l'extrait aqueux. La solution est ensuite fortement agitée et le mélange est mis à incuber pendant 20 min à l'air libre. L'apparition d'une mousse indique la présence de saponines (Trease et Evans, 1987).

#### **2.9. Anthraquinones libres**

Dans un tube à essai, introduire 1 ml de la solution extractive avec 1 ml d'Hydroxyde d'ammonium(NH<sub>4</sub>OH) puis agiter. Une coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres (Diallo, 2000).

#### **2.10. Quinones**

Dans un bécher Mouiller 2g de la poudre des feuilles de cette plante avec 2 ml de HCl + 20 ml de chloroforme pendant 3 heures. Le filtrat a été agité avec 5 ml d'ammoniaque. Une coloration rouge indique la présence des quinones (Afaq et Malik, 2005).

### 3. Quantification des métabolites

#### 3.1. Dosage de polyphénols

La méthode de Folin-Ciocalteu (Li et *al.*, 2007) a été utilisée pour le dosage des composés phénoliques totaux. Tous ces composés sont oxydés par le réactif de Folin Ciocalteu qui est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (WO<sub>4</sub>) et d'acide phospho molybdique (MoO<sub>4</sub>) réduit en milieu alcalin lors de l'oxydation, phénol dans un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène. La coloration bleu les substances produites sont proportionnelles à la teneur en composés phénoliques et sont absorbantes le maximum est de 750 nm.

#### Mode opératoire

Cette méthode consiste à mettre un volume de 200 µl de l'extrait dans un volume de 1.5 ml du réactif Folin Ciocalteu (dilué dix fois). Après 4 mn de réaction, un volume de 1.5 ml de Carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 5%) a été versé sur la solution et les tubes ont été placés à l'obscurité. Après deux heures, les résultats ont été lus par spectromètre UV-Visible à 750 nm.

Teneur totale en polyphénols déterminée par l'équation de régression la linéarité déduite de la courbe équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait). La formule suivante a été utilisée pour calculer la teneur totale en phénol :

$$T = C \times \frac{v \times D}{Ps}$$

T : teneur en phénols totaux,

C : concentration des polyphénols en équivalent d'acide gallique déduit de la courbe

V : Volume de l'extrait

D : facteur de dilution,

Ps : poids de la matière sèche

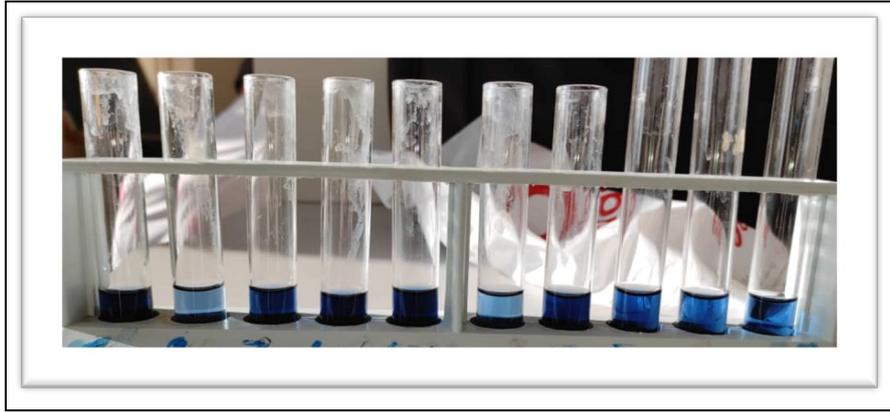


Figure 17 : Dosage des polyphénols totaux



Figure18 : spectromètre UV-Visible à 750 nm.

### 3.2. Dosage des Flavonoïdes

Quantification de la méthode au trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) Flavonoïdes (Bahorun et al.1996)

Les flavonoïdes ont un hydroxyle (OH) Libre, capable de donner des complexes colorés avec des groupements CO en position 5 utilisez du chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation métaux (fer et aluminium). Cela reflète le fait que le métal (Al) perd deux électrons se lie à deux atomes d'oxygène d'une molécule phénolique en tant que donneur d'électrons.

#### Mode opératoire

1 ml de chaque extrait (avec la dilution convenable) a été ajouté à 1 ml de la solution d' $\text{AlCl}_3$  (2% dans le méthanol). Après 10 mn de réaction, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercitrine (0100- $\mu$ g /ml).

La teneur en flavonoïdes a été déterminée à partir d'une équation de la courbe d'étalonnage est exprimée en milligramme équivalent de rutine par gramme d'extrait (mg ER/g extrait).

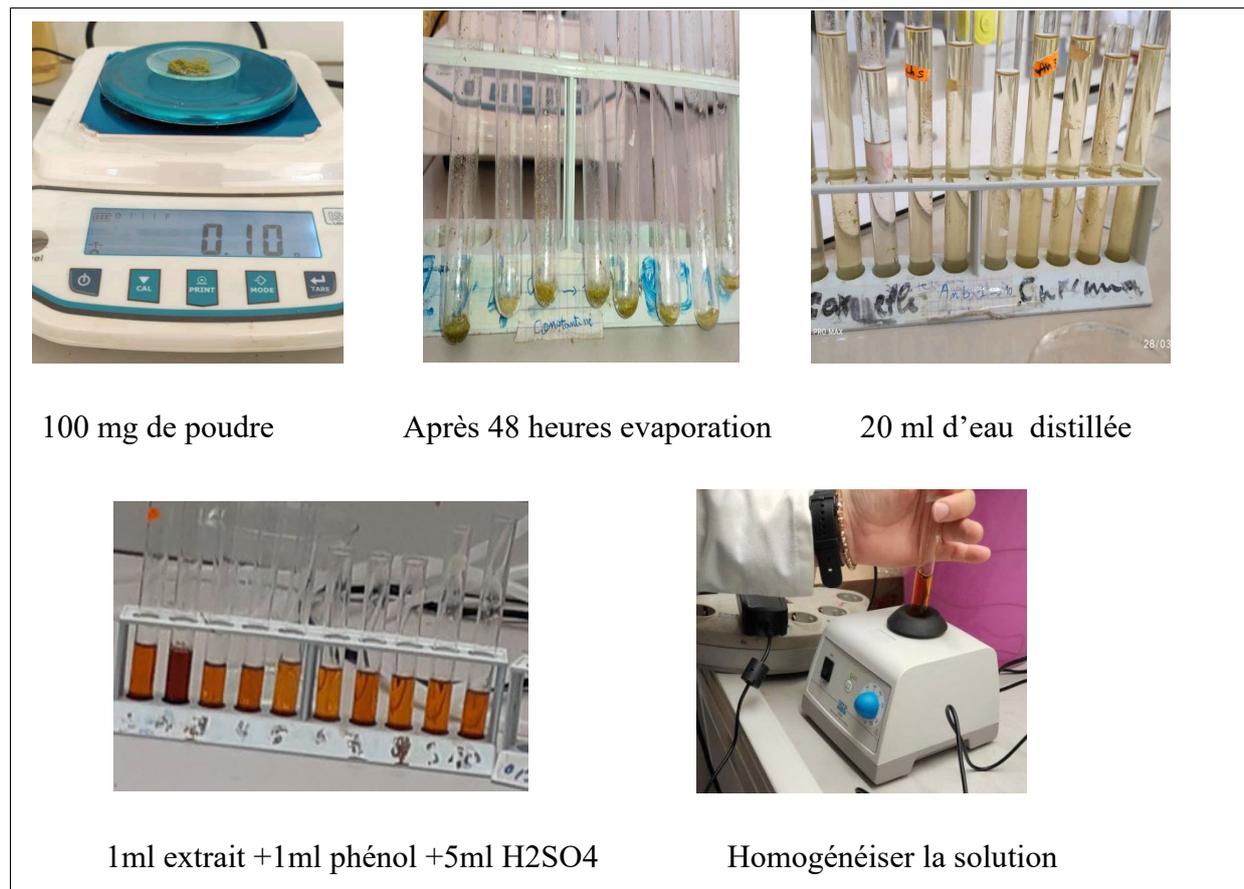


**Figure 19 : Dosage des Flavonoïdes**

### **3.3. Dosage des sucres totaux**

Les sucres solides ont été dosés par la méthode de (Dubois et *al* 1956), cette méthode consiste à prendre 100 mg de poudre dans un tube à essai, ont été ajouté 20ml d'éthanol à 80% à chaque échantillon pour faire l'extraction des sucres puis les tubes ont été conservés à température ambiante à l'obscurité. Après 48 heures d'extraction, les tubes ont été transférés dans un bain marie à 70°C pour faire évaporer l'alcool. Après refroidissement, 10 ml d'eau distillée a été ajoutée à chaque échantillon.

Par la suite, à chaque 1 ml de la solution d'extraction. 1ml de phénol (5%) puis 5ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés à la solution qui a été homogénéisée par agitation au vortex. Les tubes ont été laissés au repos pendant 10 mn puis ont été placés ensuite une autre fois dans le bain marie pendant 15 mn sous une température de 30°C. la longueur d'onde de la solution a été déterminée à 490 nm et les densités optiques ont été converties selon la courbe d'étalonnage en  $\mu$ g.g-1 MF. en utilisant le glycose comme standard.



100 mg de poudre

Après 48 heures evaporation

20 ml d'eau distillée



1ml extrait +1ml phénol +5ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



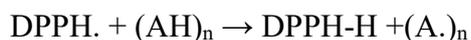
Homogénéiser la solution

Figure 20 : Dosage des sucres totaux

#### 4. Evaluation de l'activité antioxydante

##### Méthode de Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl (DPPH)

Le diphényle picryl-hydrazyle (DPPH), un radical libre stable, violet en solution et présentant une absorbance caractéristique à 517 nm. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényle picryl-hydrazine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration (l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu donner des protons) (Sanchez-Moreno 2002). On peut résumer la réaction sous la forme de l'équation :



Où (AH)<sub>n</sub> représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en Diphényle picryl hydrazine (jaune). Ceci permet de suivre la cinétique de décoloration à 517 nm.

Un volume de 1 ml de chaque extrait (avec dilution convenable) est incubé (30 mn) avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH (33 mg/l). Les absorbances à 517 nm ont été enregistrées. Les résultats obtenus pour chaque extrait testé sont comparés à ceux obtenus

pour l'Acide Ascorbique pris comme un antioxydant standard. L'activité antiradicalaire est estimée selon l'équation suivante (Prakash et al. 2007) :

$$\text{Activité anti radicalaire (\%)} = [(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon}) / \text{Abs contrôle}] \times 100$$

La concentration effective à 50%, EC50 = IC50/mg de DPPH/ml.



**Figure21** : Préparation de la solution DPPH

### **Analyse statistique**

Les expériences ont été répliquées au moins dix fois et les données obtenues ont été soumises à une analyse descriptive et une analyse de la variance à un seul facteur de variation. La comparaison entre les groupes homogènes a été réalisée par le test de Tukey.

# **Résultats et discussion**

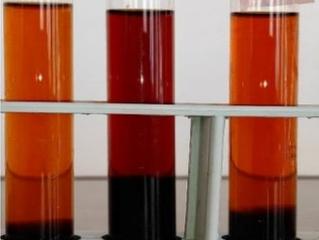
Résultats et discussion

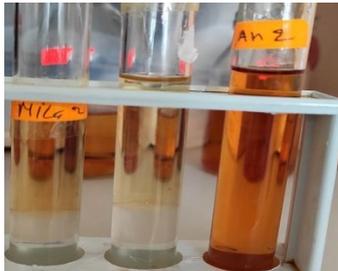
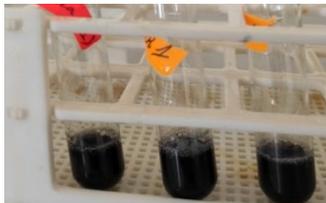
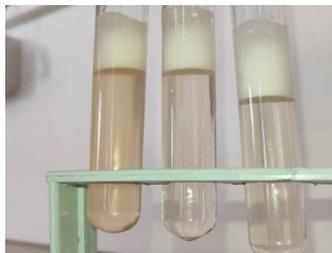
Résultats

1. Screening phytochimique

Les tests phytochimiques réalisés sur les extraits des feuilles de (*Pistacia lentiscus* L.), par des réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques.

Tableau 05: Résultats des tests phytochimique réalisés sur les feuilles de *P. lentiscus* (L.)

Tests phytochimiques	Mila	Chataba	Annaba	Résultats
Les Flavonoïdes	++	+++	+++	
Les Alcaloïdes	+++	+++	++	
Les Quinones	-	-	-	
Glycosides	+	+	+	
Coumarines	++	+++	++	

<b>Anthraquinones</b>	-	-	-	
<b>stéroïdes</b>	-	-	-	
<b>Tanins</b>	+++	+++	+++	
<b>Saponines</b>	+++	+++	+++	
<b>Stéroles</b>	+	+	+	

(-): Réaction négative

(+) : Réaction faiblement positive

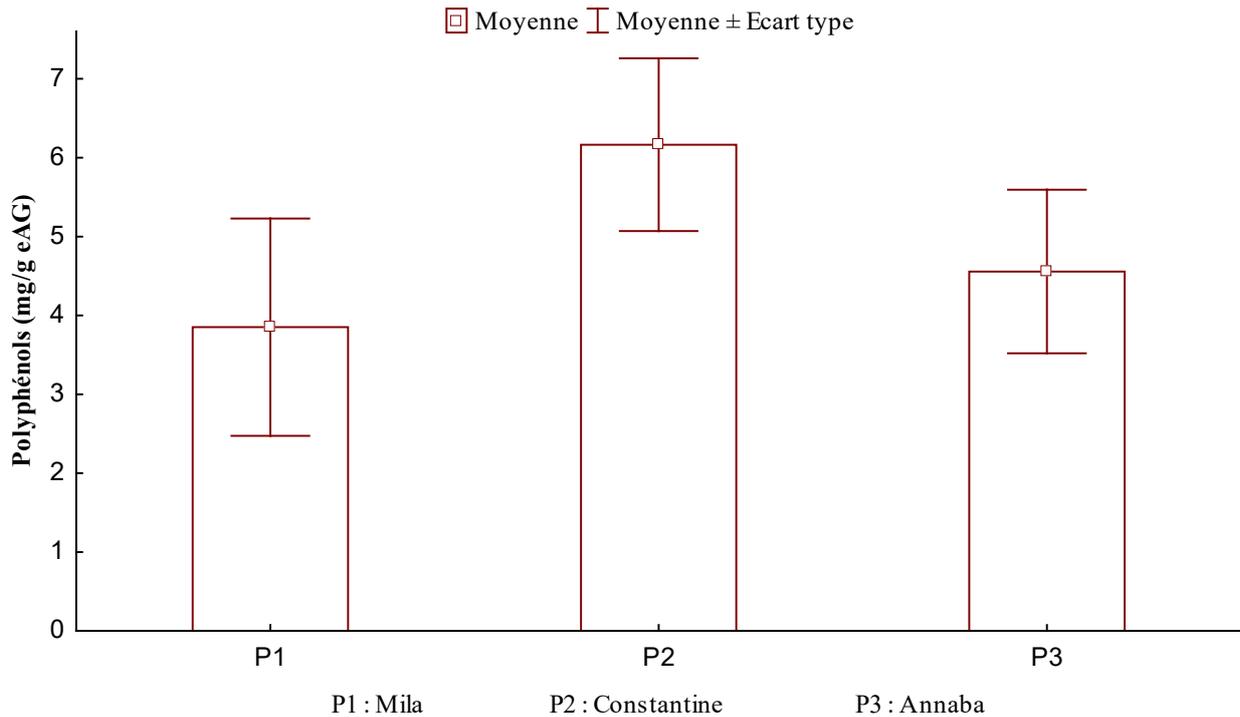
(++) : Réaction moyennement positive

(+++): Réaction fortement positive

## 2. Teneurs en métabolites

### 2.1. Polyphénols :

Le dosage des polyphénols a été effectué par la méthode spectrophotométrique au réactif de Folin-Ciocalteu ; basée sur l'oxydation des phénolates et la réduction des polyhétérocycles, suivi par la formation du complexe molybdène-tungstène bleu qui est proportionnelle à la concentration en ces composés



**Figure 1** Variation de la teneur en polyphénols des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.

**Tableau 06.** Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs en polyphénols des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
<b>Mila</b>	10	3,851283	1,635244	5,623411	1,377225
<b>Constantine</b>	10	6,164868	4,123451	7,756616	1,095789
<b>Annaba</b>	10	4,557128	3,618134	6,087151	1,036805

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en polyphénols des feuilles de *Pistacia lentiscus* L varient considérablement entre les différentes populations.

Les teneurs les plus élevées en polyphénols sont enregistrées dans les feuilles de la population de Constantine ( $6.16 \pm 1.09$  mg/g eAG). Néanmoins, les teneurs de la population de Annaba sont proches des teneurs de la population de Constantine ( $4.55 \pm 1.03$  mg/g eAG).

Cependant, les teneurs de la population de Mila sont les plus faibles et tournent au voisinage de  $3.85 \pm 1.37$  (mg/g eAG).

**Tableau 07.** Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs en polyphénols des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Source de Variabilité	SCE	ddl	CM	F	Signification
<b>Population</b>	736,0539	3	245,3513	176,4073	0,00**
<b>Error</b>	37,5522	27	1,3908		

\* indique une différence significative

\*\* indique une différence hautement significative

\*\*\* indique une différence très hautement significative

L'analyse de la variance à un seul facteur de variabilité a montré que les teneurs en polyphénols des feuilles de *Pistacia lentiscus* L diffèrent significativement entre les trois populations. Cette variation est fortement corrélée avec la provenance (Tableau 7).

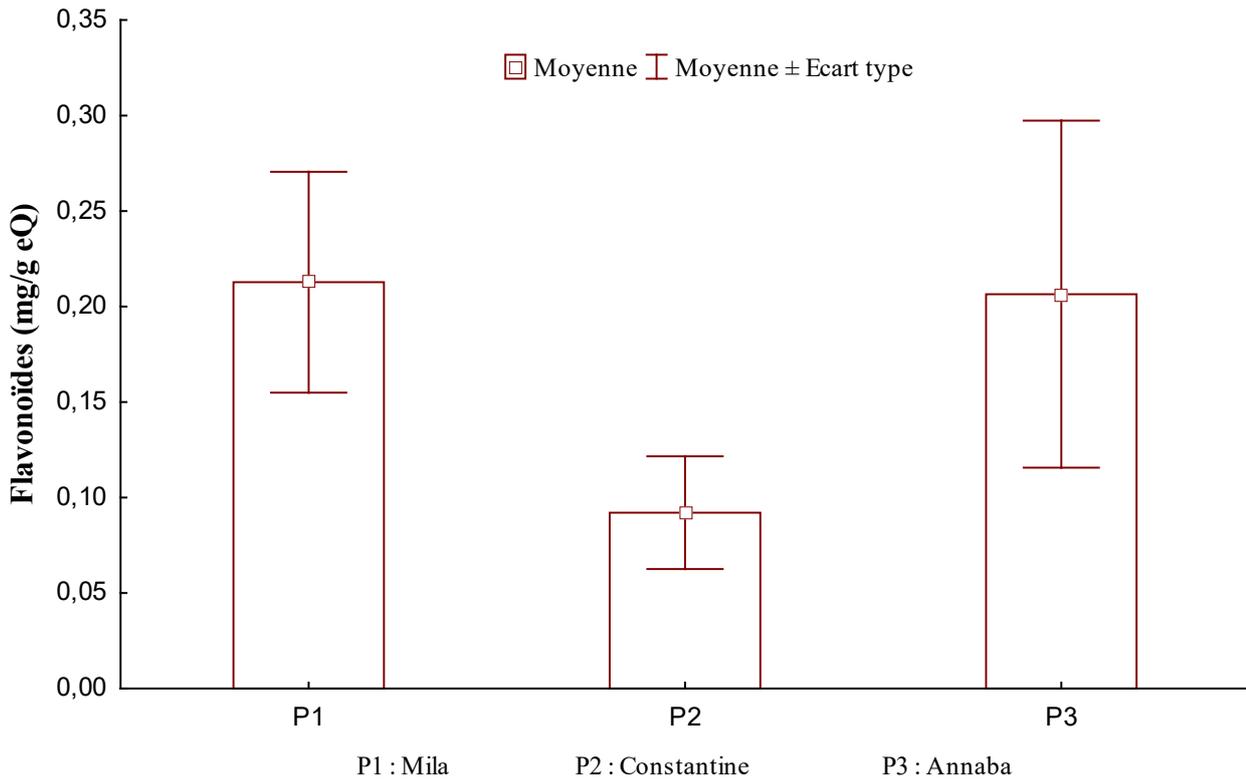
**Tableau 08.** Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs en polyphénols des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Population	Polyphénols	1	2
<b>1 Mila</b>	3,851283	****	
<b>3 Annaba</b>	4,557128	****	
<b>2 Constantine</b>	6,164868		****

L'étude élaborée afin de mesurer l'homogénéité des groupes par le test de Tukey indique qu'il existe deux groupes homogènes, le premier rassemble les populations de Mila et Annaba avec des teneurs en polyphénols similaires. Alors que Le deuxième ensemble possède des teneurs au voisinage de (6.16 mg/g eAG), représentant seulement la population de Constantine.

## 2.2. Flavonoïdes :

La teneur en flavonoïdes de *Pistacia lentiscus* L mesurée par la méthode chlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub>.



**Figure 2** Variation de la teneur en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est Algérien.

**Tableau 09.** Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
<b>Mila</b>	10	0,212738	0,139691	0,351857	0,057833
<b>Constantine</b>	10	0,092094	0,052110	0,145282	0,029488
<b>Annaba</b>	10	0,206482	0,087249	0,358778	0,090856

Les résultats ont montré que la teneur en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus* L différait d'une population à l'autre. Les feuilles de la population de Mila présentaient les niveaux les plus élevés de flavonoïdes ( $0,21 \pm 0,05$  mg/g eQ). Cependant, les niveaux de la population d'Annaba sont approximativement similaires à ceux de Mila ( $0,20 \pm 0,09$  mg/g eQ). Les niveaux de Constantine, en revanche, sont les plus bas et se situent entre ( $0,09$  et  $0,02$  mg/g eQ)

**Tableau 10.** Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Source de Variabilité	SCE	ddl	MC	F	Signification
Population	0,963735	3	0,321245	77,29004	0,000000***
Error	0,112222	27	0,004156		

Les teneurs en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus L.* différaient très grande significativement entre les trois provenances, selon l'analyse de variance à un facteur. La source est étroitement liée à cette différence (Tableau 10).

**Tableau 11.** Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs en flavonoïdes des feuilles de *Pistacia lentiscus L* provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Population	Flavonoïdes	1	2
2 Constantine	0,092094		****
3 Annaba	0,206482	****	
1 Mila	0,212738	****	

L'étude développée pour mesurer l'homogénéité des groupes par le test de Tukey indique l'existence de deux groupes homogènes, le premier regroupant des populations Mila et Annaba aux teneurs en flavonoïdes similaires. Alors que le deuxième groupe contient des teneurs proches de (0,09 mg/g eQ) représentant uniquement la population de Constantine.

2.3. Sucres totaux :

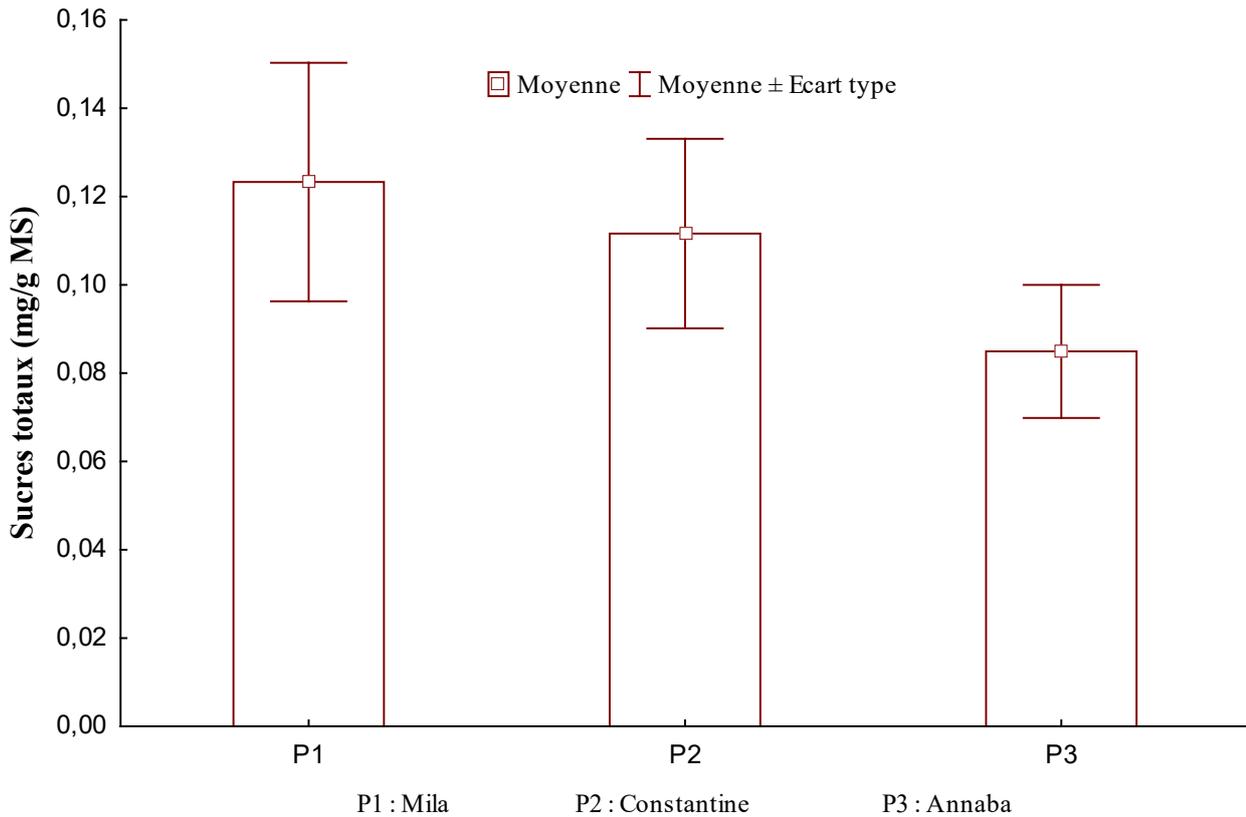


Figure 3 Variation des teneurs en sucres totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus L* provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Tableau 12. Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs en sucres totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus L* provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
<b>Mila</b>	10	0,123292	0,077513	0,175441	0,027017
<b>Constantine</b>	8	0,117320	0,092549	0,139345	0,018734
<b>Annaba</b>	7	0,086036	0,067152	0,105465	0,014855

Les résultats obtenus ont montré que la teneur en sucres totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus L*. était très différente d'une population à l'autre.

Les taux de sucre total les plus élevés ont été enregistrés dans les feuilles de Mila ( $0,12 \pm 0,02$  mg/g Ms). Cependant, les teneurs de la population de Constantine sont proches de celles de la population de Mila ( $0,11 \pm 0,01$  mg/g Ms). Cependant, les niveaux de la population d'Annaba sont les plus bas à environ ( $0,08 \pm 0,01$  mg/gMS)

Tableau 13. Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs en sucres totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus L* provenant de trois populations en

Nord-Est algérien.

Source de Variabilité	SCE	Ddl	CM	F	Signification
Population	0,312658	3	0,104219	197,1696	0,000000***
Error	0,011629	22	0,000529		

Selon l'analyse de variance à un facteur, les teneurs en sucres totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. démonstrent une différence significative qui est vraiment grande entre les trois populations, cette différence est étroitement liée à la source. (Tableau 13)

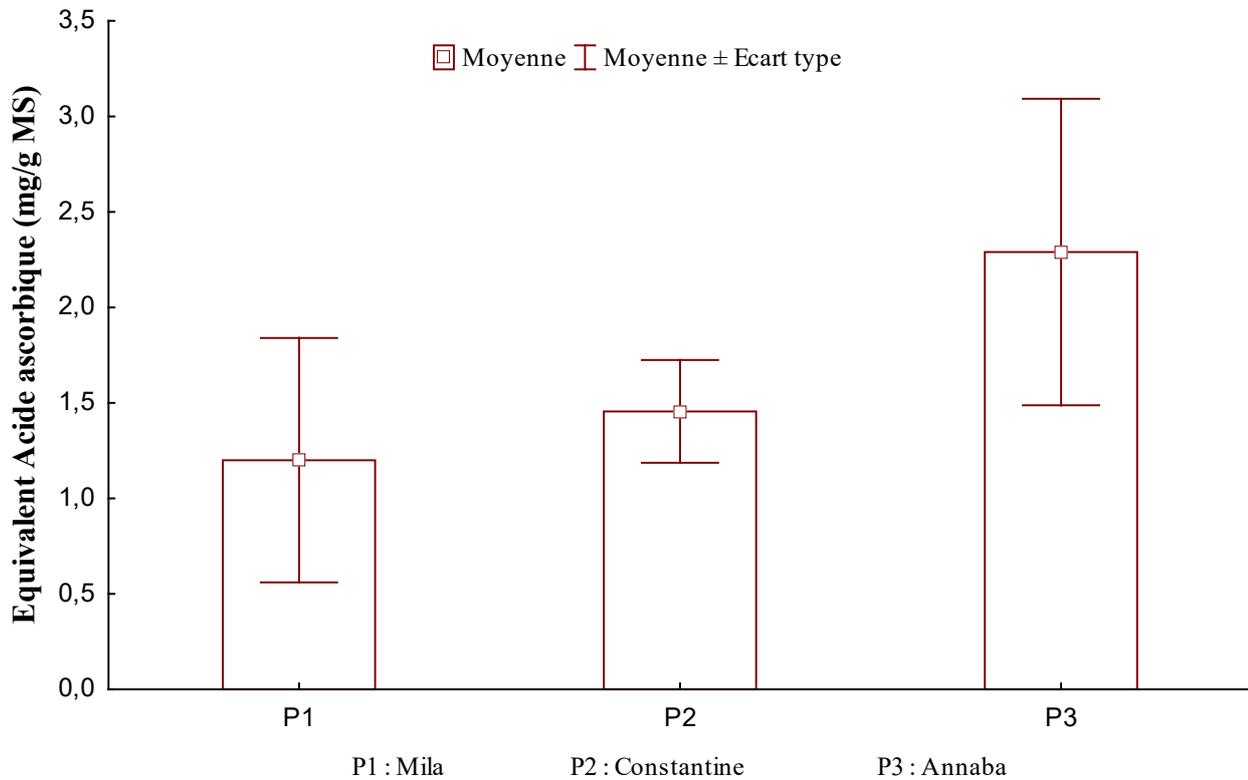
**Tableau 14.** Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs en sucre totaux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Population	Sucres totaux	1	2
3 Annaba	0,084925		****
2 Constantine	0,111619	****	
1 Mila	0,123292	****	

L'étude développée pour mesurer l'homogénéité des groupes par le test de Tukey indique l'existence de deux groupes homogènes, le premier regroupant les populations Mila et Constantine avec des teneurs en sucre totaux similaires. alors que le deuxième groupe contient des teneurs proches de (0,08 mg/gMs) seules représentatives de la population d'Annaba.

### 3. Evaluation de l'activité antioxydante

#### 3.1. Equivalent en acide ascorbique :



**Figure 4** Variation des teneur exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

**Tableau 15.** Analyse Statistiques descriptives de la variation des teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
<b>Mila</b>	4	1,200113	0,329840	1,841099	0,639589
<b>Constantine</b>	5	1,455473	1,144255	1,796738	0,269068
<b>Annaba</b>	5	2,289845	0,918734	2,998666	0,802445

Les résultats ont révélé une grande variété dans les teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. dans les trois populations.

On a remarqué que les feuilles de la population d'Annaba ont les teneurs d'équivalent acide ascorbique les plus élevées. ( $2.28 \pm 0.80 \text{ mg/g Ms}$ ). Les teneurs celles de la population de Constantine ( $1.45 \pm 0.26 \text{ mg/g Ms}$ ), et la population de Mila ( $1.20 \pm 0.63 \text{ mg/g Ms}$ ) sont inférieurs par rapport la population d'Annaba.

**Tableau 16.** Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité de la variation des teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Source de Variabilité	SCE	ddl	CM	F	Signification
Population	42,57003	3	14,19001	38,14069	0,000004***
Error	4,09248	11	0,37204		

Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité a montré que les teneurs en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations présentent une différence très hautement significative entre les trois provenances.

**Tableau 17.** Homogénéité des groupes par le test de Tukey de la variation des teneurs exprimées en équivalent acide ascorbique dans les feuilles de *Pistacia lentiscus* L provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

Population	Equivalent Acide ascorbique	1	2
1 Mila	1,200113	****	
2 Constantine	1,455473	****	****
3 Annaba	2,289845		****

Selon l'étude conçue pour évaluer l'homogénéité des groupes à l'aide du test de Tukey, il existe deux groupes homogènes : le premier rassemble les populations de Mila et Constantine avec des teneurs en acide ascorbique équivalentes presque similaires. Le deuxième groupe présente des niveaux limités entre (2.28mg/g et 1.45Mg/g Ms), correspondant à une population de Constantin et Annaba

### 3.2. DPPH IC 50 :

La concentration inhibitrice IC50 est la concentration d'antioxydant nécessaire pour réduire le 50 % des radicaux libres, qui est l'expression de l'activité antiradicalaire. L'efficacité de l'antioxydant augmente avec une faible concentration IC50. Les résultats de l'activité antiradicalaire au DPPH de extrait aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L sont représentés dans le tableau (18) ces extraits végétaux sont comparés aux étalons standards (acide ascorbique).

**Tableau 18.** Concentration d'inhibition (IC 50) des radicaux DPPH exprimée en mg/ml dans les feuilles de *Pistacia lentiscus L* provenant de trois populations en Nord-Est algérien.

<b>Population</b>	<b>DPPH IC 50 (mg/ml)</b>
Mila	97,62323391
Constantine	77,17950826
Annaba	40,46606529

A travers le tableau (18) d'inhibition (IC50) des radicaux DPPH exprimée en mg/ml dans les feuilles de *Pistacia lentiscus L* provenant de trois populations.

On a observé que la population de Annaba présente une meilleur concentration inhibitrice IC 50 (40,46mg/ml) par rapport à population de Constantine (77,17mg/ml) et la population de Mila (97.62 mg/ml).

## **Discussion**

L'importance des molécules bioactives notamment les composés phénoliques actuellement prouvées en pharmacologie en médecine et dans l'industrie alimentaire (Vauzour,2010).

L'eau est le solvant le plus polaire et convient à l'extraction d'une large gamme de composés polaires d'une part et de faciliter l'utilisation au population local d'autre part.

Les résultats de screening phytochimique des extraits aqueux des feuilles, de *P. lentiscus* caractérisés par la présence de différents groupes de métabolites secondaires, notamment des flavonoïdes, des alcaloïdes ,tanins , saponines, coumarines, Glycosides et stérol , Belhachat, (2019) a confirmé la présence des tanins, flavonoïdes, saponines, et alcaloïd et confirmée aussi l'absence des anthraquinones , quinones et stéroïdes des feuilles de la même plante, Beghlal et *al.*, (2016) mis en évidence la présence de coumarines ,Zitouni,(2017) confirmée la présence de stérol ,Arab et *al* ,(2014) confirmée la présence de Glycosides.

Les résultats obtenus ont montré que les teneurs en polyphénols des extraits aqueux de feuille de *Pistacia lentiscus* L est ( $6.16 \pm 1.09$  mg/g eAG) en comparant nos résultats par d'autres travaux notamment celui de Djeridane et al. (2007) ont relevé une valeur supérieure à la nôtre avec une teneur en polyphénols de 23,5 mg EAG/g pour un extrait éthanolique des feuilles de *Pistacia lentiscus* L, du Nord Laghouat. En revanche, on retrouve Benhamou (2006) qui rapporte des teneurs très faibles ( $0,90 \pm 0,055$  mg eq /g extrait sec) en région de Tlemcen, les résultats enregistrés par Belhachat (2019) révèlent une teneur très élevée en polyphénols des extraits aqueux des feuilles de même espèce ( $571.57 \pm 0.58$  mg/gEAG), Nouioua et *al* (2020) enregistrer une teneur supérieure à nos résultats en polyphénols des extraits aqueux des feuilles de même espèce ( $26.76 \pm 2.47$  mg/gEAG). Nos résultats et inférieure par rapport aux résultats décrit par Atmani et *al* (2009) ( $136.25 \pm 18.9$ ) des extrait éthanolique des feuilles de même espèce, les teneurs trouvées dans ces résultats sont en générale très inférieurs que les teneurs présentés par Hemma (2018) ( $323.5 \pm 0,28$ ) en polyphénols des extrait méthanolique des feuilles de même espèce.

Les résultats obtenus ont montré que la teneur en flavonoïdes mesurée chez les feuilles de *Pistacia leniscus* L ( $0,21 \pm 0,05$  mg/g eQ) sont moins inférieures que celles décrites par Atmani (2009) ( $12.93 \pm 1.69$ mgEQ/g). Krinat et *al.*(2014) décrits aussi une teneur un peu supérieur que nos résultats avec ( $8.21 \pm 0,09$  mg eQ /g) pour un extrait méthanolique des feuilles de *Pistacia lentiscus*. L et proche aux résultats enregistrée par Belhachat (2019)

( $5.87 \pm 0.11$  mg eQ /g) pour un extrait aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L., les résultats de notre expérience sont en générale très inférieurs que les teneurs présentées par Zitouni et al. (2016) où elles ont obtenu une teneur très importante ( $19.162 \pm 0.436$  mg eQ /g) d'autre part Belksir et Ferdi, (2021) ont trouvé une valeur assez proche de notre résultat avec une teneur en flavonoïdes ( $0.112$  mg eQ /g).

Les résultats obtenus ont montré que la teneur en sucres totaux mesurée chez les feuilles de *Pistacia lentiscus* L ( $0.08 \pm 0,02$  mg/g Ms) ce résultat est proche de celles décrites par Benidir (2021) ( $0.034$  mg/g de l'extrait protéinisé de même espèce, Moussaoui, (2020) décrit une teneur très élevée ( $4,50 \pm 0,22$  Mg/g MS) dans différentes parties de la plante, ces résultats sont presque identiques par rapport à ceux de Boumezbeur (2021) ( $0.45$  mg/g MS) pour un extrait des graines d'*O. ficus. indica*.L.

Les résultats obtenus ont montré que les teneurs en équivalent acide ascorbique dans les extraits des feuilles de *Pistacia lentiscus* L sont ( $2.28 \pm 0.80$  mg/g). Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Benhamou .(2008) a décrit les valeurs équivalentes d'acide ascorbique qui vont de ( $1.405 \pm 0.24$  jusqu'à  $2.824 \pm 0.02$  mg/g ). selon Krimat et al. (2014) vous obtenez un résultat équivalent d'acide ascorbique est supérieur au résultat que nous avons obtenu ( $4.00 \pm 0.10$  mg/g), Zitouni et al. (2016) obtient moins de résultats que les résultats de notre expérience. ( $0.090 \pm 0.002$  mg/g).

Les résultats obtenus ont montré que le pouvoir antiradicalaire des feuilles de *Pistacia lentiscus* L IC<sub>50</sub> ( $40,46$  mg/ml) Atmani et al. (2009) présente une forte activité antioxydante avec une concentration IC<sub>50</sub> de  $0,004$  mg/ml. sur les extraits aqueux des feuilles de *P. lentiscus* L récoltées à Bejaia par rapport nos résultats. Bampouli et al., (2014) ont enregistré une activité antiradicalaire similaire à nos résultats IC<sub>50</sub> ( $39,99$  mg/ml) sur un extrait aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. Ferradji, (2011) marquée des valeurs très petites de IC<sub>50</sub> ( $51.66$  µg/ml) dans les extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L par rapport à nos résultats, donc l'extrait considéré comme un antioxydant puissant. Belhachat /.(2019) indique que l'activité anti-oxydante faible de l'extrait hexanique des feuilles de *P. lentiscus* L IC<sub>50</sub> ( $99.78$  mg/ml) par rapport à nos résultats

Les différences de résultats sont dues aux variations des conditions de croissance et de maturation ou c'est à cause de la différence de climat, d'environnement et de sol. Le contenu synthétisé est également affecté par la méthode d'extraction.

# **Conclusion**

**Conclusion :**

Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L) se distribué dans les différentes régions en Algérie, cette plante est utilisée dans la médecine traditionnelle comme antidiabétiques et antihypertenseurs, ainsi que pour leurs vertus thérapeutiques (antioxydantes et antiulcéreuses) surtout leur huiles essentielles.

Objectif de cette étude est la caractérisation phytochimique des extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L, pour cela une quantification des métabolites secondaires a été établi suivi par une évaluation de l'activité antioxydante.

Le screening phytochimiques des extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L mis en évidence une richesse en molécules bioactives notamment les polyphénols et contient des flavonoïdes, saponines, alcaloïdes, stérols , tanins, et coumarines, par contre les tests ont montrés l'absence des dérivés anthraquinones , quinones et stéroïdes dans ces extraits.

Les résultats quantitatifs des phénols totaux, flavonoïdes et sucres totaux ont montrés que les feuilles de *P. lentiscus* L sont riches en ces composés, mais elles varient selon les populations.

D'après nos résultats les teneurs de polyphénols à Constantine sont plus importants par rapport d'autre populations, la population de Mila a présenté les meilleurs teneurs en flavonoïdes et en sucres totaux.

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux des feuilles a montré que la population d'Annaba présente une meilleure concentration inhibitrice IC50 par rapport d'autres provenances.

Les métabolites secondaires et l'activité antioxydante diffèrent dans les trois populations à cause de changement des facteurs internes et externes et des facteurs géographiques et environnementaux, notamment climatiques : température, précipitations, humidité, altitude et type de sol.

Pour une meilleur valorisation de cette plantes, ce travail doit être compléter par des :

- Caractérisation phytochimique de *Pistacia lentiscus* L. dans plusieurs régions en Algérie.
- Evaluation de l'activité anti-oxydante par d'autres teste.
- Quantification d'autres molécules bioactives.
- Etude d'autres activités biologiques telles que les activités : anti-inflammatoire antimicrobiennes, antivirales, analgésiques, anti-carcinogènes.
- Réalisation d'autres études à des solvants et des organes différents.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques**

**A**

- Abbas M., Boudriche D. (2007) Identification et Extraction des Molécules Bioactives de *Pistacia lentiscus* L. et Détermination de Quelques Effets Pharmacologiques, Centre de recherche et de développement, Saidal, Alger.
- Abou-chaar, C.I., Shamlian, S. N. (1980). A Chromatographic Study of the Anthraquinones of *Rhamnus alaternus* L. I. Extraction, Isolation and Identification of the Aglycones. *Pharm. Biol.*, 18 : 49-55.
- Afanas'ev I.B., 2009 : Signaling mechanisms of oxygen and nitrogen free radicals. CPC Press ,1-7.
- Aït youssef M. (2006). *Plantes médicinales de cabylie*. Paris, p 260-263.
- Ait, S.S., 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* from Algeria : A Chemoecological Approach. *Journal of molecules* , 16, 2646-2657
- Atmani D., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *112, (2) :303–309*.
- Atmani D., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N., et Atmani D., (2009) Antioxydant Capacity and Phenol Content of Selected Algerian Medicinal Plants, *J.Elsevier, Food Che Mistry 112 / 303309*.
- Aziba, L., Debbache, B.N., DaCosta, G., Atmani, K.D., Saidenea, N., Ayounia, K., Richard, T., Atmania, D. (2019). *Pistacia lentiscus* leaves extract and its major phenolic compounds reverse aluminium-induced neurotoxicity in mice. *Industrial Crops & Products* , 137 , 576–584 .

**B**

AbeBooks.fr, pp.330-331.

- Bargagli E., Olivieri C., Bennett D., Prasse A., Mullerquernheim J. & Rottoli P., 2009 : Oxidative stress in the pathogenesis of diffuse lung diseases : a review. *Respir Med* 103, 1245-1256
- Barreca, D. (2021). Mechanisms of Plant Antioxidants Action. *Plants*, 10, 35.

- Belyagoubi L., Belyagoubi-Benhammou N., Atik-Bekkara F., Coustard J.M., 2016. Effects of extraction solvents on phenolic content and antioxidant properties of *Pistacia atlantica* Desf fruits from Algeria. *International Food Research Journal*. 23(3), 948-953
- Bellakhdar J, 1997. *La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle : Médecine Arabe Et Savoirs Populaires*. Editions Le Fennec, (Ed.) (Eds.), Ibis Press, Casablanca, Morocco : 764p
- Ben Douissa F. 2004. *Etude Chimique et Biologique de Pistacia lentiscus*.
- Benhammou, N., Atik , B.F., Panovska, T.K. (2008). Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* Desf . *Advances in food sciences* ,29 , 155-161.
- Bitis L., Sen A., Ozsoy N., Birteksoz-Tan S., Kultur S., Melikoglu G.,2017. Flavonoids and biological activities of various extracts from *Rosa sempervirens* leaves. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 31(2), 299-303.
- Bonnefont-Rousselot D, Therond P, Delattre J. Radicaux libres et antioxydants. In :Delattre J, Durand G, Jardillier JC. Ed. *Biochimie pathologique : aspects moléculaires et cellulaires* . Paris : Médecine-sciences Flammarion . 2003 : 59-81.
- Boudjouref M., 2011. *Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L*. Thèse de magister. Université Ferhat Abbas-Sétif. 99 p.
- BOUGHERARA, M.I. (2015). Thèse de doctorat : *Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de Pistacia Lentiscus et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques*. *Biochimie Appliquée* ,
- BOUMEZBEUR A., 2022. *Etude des propriétés antioxydantes des extraits des graines du figuier de barbarie (Opuntia Ficus Indica L.) en Algérie*.
- Bouldjadj R., 2009 : *étude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait*
- Bousselessela H., Yahia M., Mahboubi A., Benbia S., Massinissa Y., 2014. Antioxydant and Antibacterial Activity of Alkaloids and Terpenes Extracts from *Euphorbia granulata*. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 7(3), 166-169.
- Bruneton J (1993). *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*. Technique et documentation. Lavoisier 2<sup>ème</sup> édition ; 268-277

**C**

- Calixto, J.B. (2005). Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America. A personal view. *J. of Ethnophar.*, 100 : 131-134.
- Chaib A., 2015. Guide des plantes phytothérapeutiques. Ed. Thala. El-Biar, Alger.
- Charef M, Yousfi M, Saidi M, Stoccker P, 2008.Determination of the fatty acid composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 85 : 921-924.
- Charef M., Yousfi M., Saidi M., Stocker P., (2008).Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria, Springerlink
- Chira K., Suh J., Saucier C. and Teissèdre P. (2008). Les polyphénols du raisin.Phytothérapie, 6 :75-82.
- Cotticelli M.G., Crabbe A.M., Wilson R.B. & Shchepinov M.S., 2013 : Insights into the role of oxidative stress in the pathology of Friedreich ataxia using peroxidation resistant polyunsaturated fatty acids. *Redox Biology* 1, 398-404.
- Cowan MM (1999). Plant Products as antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re ;* 12(4) : 564-582.

**D**

- Dahmoune, F., Spigno, G., Moussia, K., Remini, H., Cherbal, A., Khodir Madani, K. (2014). *Pistacia lentiscus* leaves as a source of phenolic compounds :Microwave-assisted extraction optimized and compared withultrasound-assisted and conventional solvent extraction. *Industrial Crops and Products* , 61, 31–40 .
- Deaton CHM, Marlin DJ. Exercise-associated oxidative stress. *Clin Tech Equine Pract.* 2003 ; 2(3) : 278-291
- DeMarchi E., Baldassari F., Bononi A., Wieckowski M. R. & Pinton P., 2013 : Oxidative stress in cardiovascular diseases and obesity : role of p66 shc and protein Kinase C. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 1-11.
- Descamps O. Stress oxydant et vieillissement : aspects mitochondriaux et stratégies nutritionnelles anti-cancer et anti-vieillessement chez la souris OHI. Thèse de Doctorat, Université René-Descartes Paris 5. 2004. [Olivier.descamps@worldmail.com](mailto:Olivier.descamps@worldmail.com) .21/05/2007.

- Dhifi W, Jelali N, Chaabani E, Beji M , Fatnassi S , Omri S, Mnif W, 2013. Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *Afr. J. Agric. Res.*, 8(16) : 1395-1400.

### **E**

- 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.

### **F**

- Favier A., 2003. Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. 108-115

### **G**

- Gardeli C., Vassiliki P., Athanasios M., Kibouris M., Komaitis M, 2008. Essential Oil Composition of *Pistacia Lentiscus* L. And *Myrtus Communis* L.: Évaluation of Antioxidant Capacity of Methanolic Extracts. *Food chemistry* : Vol. 107, No. 3, 1120-1130.
- 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.
- Garon D. and Guéguen J.C. (2014). Biodiversité et évolution du monde végétal. France : EDP Sciences. 289 p
- Grosjean N., (2007) *L'Aromathérapie*, édition Eyrolles, p 163
- Guignard, J. L. (1996). *Abrégé de biochimie végétale*. Edition Masson, Paris, p 160
- Gutowski M. & Kowalczyk S., 2013 : A study of free radical chemistry : their role and pathophysiological significance. *ACTA biochimica polonica* 60 (1), 1-16
- Guzik T.G., 2010 : Functional studies of NADPH oxidases in human vasculature. In: studies on cardiovascular disorders, oxidative stress in applied basic research and clinical practice. Springer Science Business Media, 149-167.

## H

- Hamad, H.H., Habib, I.H., Gonaïd, M.H., Mojahidul , I. (2011). Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plants growing in Al Jabal Al-Akhdar. Scholars Research Library ,1 , 15-23 .
- Hannan A., Karan S. &Chatterjee T. K. A., 2012 : Comparitive Study Of In-Vitro Antioxidant Activity Of Different Extracts Of Areca Seed Collected From Areca Catechu Plant Grown In Assam. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 4 (2) ,420-427.
- Harrat, M., Benaliab, M., Gourine, N., Yousfi, M. (2018) . Variability of chemical composition of fatty acids, tocopherols and the antioxidant activity of the lipids from the leaves of Pistacia lentiscus L. from Algeria . Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism , 10 , 2-16 .
- Hartmann., (2007). Genetical metabolomics of flavonoid biosynthesis in Populus : a case study. Plant J. P19.
- Hemma, R ; Belhadj, S ; Ouahchia, C ; Saïde, F, R. (2018). Antioxidant Activity of Pistacia Lentiscus Methanolic extracts. Revue Agrobiologia, 8(1) : 845-852.

## I

- Ibn Bitar. (1989). Les médicaments, explication du livre Diaciko Didos. La maison du Magreb islamique. Beyrouth
- Ibn Sina. (1965). La guérison. Comité générale des affaires des imprimeries elOumaouia. Egypte.
- Igor Passi LB (2002). Etude des activités biologique de Fagaranthoxyloïdes, Lam (Rutaceae). Thèse de pharmacie, Bamako, P133. (
- Issa, A. Y., Volate, S. R., & Wargovich, M. J. (2006). The role of phytochemicals in inhibition of cancer and inflammation: New directions and perspectives. Journal of Food Composition and Analysis, 19, 405–419.

## J

- Jacob C, Knight I, Winyard PG. Aspects of the biological redox chemistry of cysteine : from simple redox responses to sophisticated signalling pathways. Biol Chem. 2006 ; 387 : 1385-1397.

- Jayasena T., Poljakb A., Smytheb G., Braidya N., Münchd G. & Sachdeva P., 2013 : The role of polyphenols in the modulation of sirtuins and other pathways involved in Alzheimer's disease. *Ageing Research. Reviews* ,4.

**K**

- KOUTSOUDAKI, C., KRSEK, M., RODGER, A. (2005). Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil and the Gum of *Pistacia lentiscus* Var. chia. *Agricultural and food chemistry* , 53, 7681-7685.
- Krinat S., Dob T., Lamari L., Boumeridja S., Chelghoum C., Metidji H., 2014. Antioxidant and antimicrobial activities of selected medicinal plants from Algeria. *Journal of Coastal Life Medicine*. 2,478-483.

**L**

- 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.
- Lemaistre J. (1959). *Le Pistachier (Etude Bibliographique)*. *Fruits* 14, 57 – 77.
- Lee , Choon Young ; Sharma , A ; Semenya , J ; Anamoah , C ; Chapman , K.N ; Barone, V,(2020). Computational Study of Ortho-Substituent Effects on Antioxidant Activities of Phenolic Dendritic Antioxidants. *Antioxidants*, 9, 189 ;.
- Leonti M., Casu L., Sanna F., Bonsegnore L., (2001) A Comparison of Medicinal Plant Use in Sardinia and Sicily, *De Materia Medica* 72,09122, Italy
- Longo, L., Scardino, A., Vasapollo, G. (2007). Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrea latfo/ia* L. and *Rubiaperegrina* L. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8 : 360-364.
- Loomis D, Croteau R (1980). Biochemistry of terpenoids : A comprehensive Treatise. In : P. K. Stumpf and E. E. Conn (eds.). *The Biochemistry of plants. Lipids : Structure and Function* ; 4 : 364-410. Academic Press, San Francisco

**M**

- Martini N.D. (2003). The isolation and characterisation of antibacterial compounds from *Combretum erythrophyllum* (Burch.) Sond (Doctoral dissertation).
- McGarvey DJ, Croteau R (1995). Terpenoid metabolism. *Plant Cell* ; 7 : 1015-1026.
- Sarni- Manchachado, cheynier V (2006). *Les polyphénols en agroalimentaire, laivoisier*, Editions Tec & Doc, 398.

**N**

- Newman, D.J., Cragg, G.M., Snader, K.M. (2000). The influence of natural products, upon drug discovery. *Nat. Pro. Rep*, 17 : 215-234.
- Niki.E. (2018). Oxidative stress and antioxidants : Distress or eustress ? *Free Radic Biol Med*, 124 : 564.

### **O**

- Onay A., & Jeffree C.E. (2000). Somatic Embryogenesis in Pistachio (*Pistacia Vera L.*). In *Somatic embryogenesis in woody plants* (pp. 361-390). Springer Netherlands.
- Ortiz G.G., Pacheco-Moisés F.P., Bitzer-Quintero O.K., Ramírez-Anguiano A.C., Flores-Alvarado L.J., Ramírez-Ramírez V., Macias-Islas M.A. & Torres-Sánchez E.D., 2013 : Immunology and oxidative stress in multiple sclerosis : clinical and basic approach. *Clinical and Developmental Immunology*, 1-14.

### **P**

- Palevitch, D et Yaniv, Z ,(2000). *Medicinal Plants of The Holy Land*. ModanPublishing House.9-88 p.
- Pietta P.G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Production*, 63 : 1035- 1042.

### **T**

- Tadeusz Aniszewski (2007). *Alkaloids secrets of life, Alkaloid chemistry, Biological significance, Applications and Ecological Role*, Elsevier.
- Tiwari P, KumarB, Kaur M, Kaur G, Kaur H, 2011. Phytochemical screening and Extraction : A Review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 98-106.

### **V**

- Vaya J, Mahmood S., (2006) Flavonoid Content in leaf Extracts of The fig (*Ficus carica L.*), Carob (*Ceratonia siliqua L.*) and Pistachio (*Pistacia lentiscus L.*),

### **W**

- World Health Organisation. (1999). *Monograaphs on selected medicinal plants*.Vol.1, Genève, Suisse

### **Z**

- Zitouni A., Belyagoubi-Benhammou N., Ghembaza N., Toul F., Atik-Bekkara F., 2016. Assessment of phytochemical composition and antioxidant properties of extracts from the leaf, stem, fruit and root of *Pistacia lentiscus L* *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.* 8 ,627-633.

- Zitouni A., 2017. Profil polyphénolique et activité antioxydante de deux plantes médicinales Pistacia lentiscus. L et Gymnocarpos decander. Forsk. Thèse de doctorat, université de Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 176p.

- **HAMMA Abla**

**Date de Soutenance : 24/06/2023**

- **ACHOUICHE Zineb**

**Thème :**

**Caractérisation phytochimique des extraits de *Pistacia lentiscus* L.**

**Résumé**

*Pistacia lentiscus* L appartient à la famille des Anacardiaceae est largement utilisé comme plante médicinale dans la médecine populaire algérienne, qui possède une grande capacité thérapeutique pour traiter les brûlures, les maladies respiratoires, les allergies et d'autres maladies.

Cette étude a pour but de quantifier les métabolites secondaires et évaluer l'activité antioxydante des extraits aqueux des feuilles de *pistacia lentiscus* L. issue de trois populations du nord-est Algérien.

Les résultats de screening phytochimique des extraits aqueux des feuilles de *Pistacia lentiscus* L'ont révélé la présence des principaux métabolites secondaires (flavonoïdes, tanins, saponosides, coumarines et Alcaloïdes) dans cette plante.

D'après nos résultats, les teneurs en polyphénols et flavonoïdes dans l'extrait aqueux varient d'une provenance à l'autre. La détermination des polyphénols totaux par la méthode folin-ciocalteu a montré que les teneurs en polyphénols à Constantine sont les plus élevées ( $6.16 \pm 1.09$  mg/g eAG), le dosage des flavonoïdes et des sucres totaux a montré que la population de Mila est la plus riche en ces teneurs par rapport aux autres populations. ( $0,21 \pm 0,05$  mg/g eQ) ( $0,12 \pm 0,02$  mg/g Ms) respectivement.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le teste de DPPH montre que les feuilles de *Pistacia lentiscus* L ont un pouvoir antioxydant très important notamment dans la population d'Annaba (40,46mg/ml), ces valeurs élevées sont dues aux teneurs des composés phénoliques qu'ils sont la base de cette activité.

**Mots clés :** Pistachier lentisque, *Pistacia lentiscus* L, caractérisation, Phytochimie, extrait aqueux.

**Devant le jury :**

<b>Présidente</b>	<b>: Dr. ZEDDIG Houda</b>	<b>MCB</b>	<b>Centre universitaire Mila</b>
<b>Examinatrice:</b>	<b>Dr. TALHI Fahima</b>	<b>MCB</b>	<b>Centre universitaire Mila</b>
<b>Promotrice</b>	<b>: Dr. BERRABAH Hicham</b>	<b>MCB</b>	<b>Centre universitaire Mila</b>