

UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRÉRIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRÉRIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

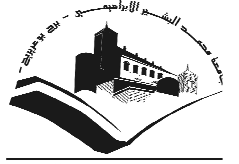
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRÉRIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRÉRIDJ

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

## Thème

**Contribution à l'étude phytochimique, l'évaluation de l'activité antioxydante et l'analyse pédologique des extraits de la plante *Pistacia lentiscus* L. récoltée de trois régions.**

Présenté par : **BENZEGHIBA Wafa**  
**HADJI Khalissa**

Devant le jury :

**Président** : M<sup>r</sup> **Ziad Abd El Azziz MAB** (Université de Bordj Bou Arréridj)

**Encadrant** : M<sup>rme</sup> **FATMI Wided MCB** (Université de Bordj Bou Arréridj)

**Examineur 1** : M<sup>r</sup> **BELLIK Youba MCA** (Université de Bordj Bou Arréridj)

Année universitaire : 2017/2018



## *Remerciements*

En premier lieu et avant tout je tiens à remercier DIEU le tous puissant qui nous donné le courage, la patience et la force de terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous

Nos professeurs qui ont contribués à notre formation.

Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance

A notre encadrant Docteur M<sup>mm</sup>e FATMI Wided

Qui a mis tout son compétence à notre disposition

Pour ces directives et conseils judicieux et pour

Son suivi régulier à l'élaboration de ce modeste travail.

Nous tenons à présenter nos remerciements à M<sup>mm</sup>e Draia sihem et le

M<sup>r</sup> Ait mechedail pour leur aide, et leurs conseils précieux.

Nous remercions vivement l'oncle Abd el Ghani pour sa bonne humeur ses conseils techniques, son aide précieuse, sa disponibilité et sa

gentillesse Je lui souhaite bonne chance pour sa carrière professionnelle.

Nous remercions infiniment M<sup>r</sup> BELLIK Youba d'avoir accepté de juger et

présider notre travail. Nous exprimons nos vifs remerciements

à l'examinatrice M<sup>mm</sup>e DHIMI Khadidja.

Nous tenons aussi a remercié l'ensemble des techniciens de laboratoire de

biochimie chimie et phytopathologie surtout ( Wassima, Wahiba, fouad)

pour leur gentillesse et leur aide durant la période que nous avons passé

dans le laboratoire.

Nos derniers remerciement vont à tous ceux qui ont contribué de près ou

de loin pour l'aboutissement de ce travail.

### Résumé

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable des composés bioactifs tels que les composés phénoliques. *Pistacia Lentiscus L.*, possèdent des vertus thérapeutiques qui nécessitent des études plus approfondies sur leurs composants et leurs activités biologiques.

L'objectif de notre travail consiste à l'étude phytochimique, l'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits de la plante *Pistacia lentiscus L.* et l'analyse pédologique du sol des régions de récolte de la plante.

Des rendements variables ont été obtenus pour les différents types d'extraits (extrait méthanolique, alcaloïdes et huiles fixes) préparés à partir des différents organes (feuilles et graines) de *Pistacia lentiscus L.* en provenance des trois stations étudiées (Gueliaa, Mensoura, Genzette). Par ailleurs, l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation a donné des rendements énormément faibles.

L'analyse phytochimique de la plante recueillie des trois stations a permis de mettre en évidence sa richesse en composés phénolique.

L'étude de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques et des huiles fixes évaluée par deux techniques ; la technique de réduction du radical libre DPPH et le test de réduction du fer (FRAP), confirme que les extraits de la plante ont une activité antioxydante modérée.

Les résultats de l'analyse du pH (7.8 à 8.5) des trois échantillons du sol étudiés, conformes avec les données pédologiques des régions semi arides. Ont révélé que *Pistacia lentiscus* semble bien s'installer dans des sols faiblement à moyennement basique. Cette plante préfère aussi les sols non salins, c'est une espèce résistante à la sécheresse (des taux d'humidité faible aux trois stations). Les sols analysés semblent être riches en calcaire total et très riches en matière organique.

**Mots clés :** *Pistacia lentiscus L.*, alcaloïde, extrait méthanoïque, huile fixe, huile essentiel, analyse phytochimique, activité antioxydante, analyse pédologique.

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

**Introduction.....1**

## **Partie I : Etude Bibliographique**

### **Chapitre I : Généralité sur la plante**

1. Description botanique.....	3
2. Systématique de <i>Pistacia lentiscus L.</i> .....	3
3. Répartition géographique.....	4
4. Propriétés pharmacologiques et intérêts thérapeutiques.....	4
5. Principaux métabolites secondaires isolés de l'espèce.....	5
5.1. Feuilles.....	5
5.2. Fruits.....	5
5.3. Résine.....	6
5.4. Huile essentielle.....	6
5.5. Huile fixe.....	6

### **Chapitre II : Stress oxydant et activité antioxydante**

1. Introduction.....	7
2. Radicaux libres.....	7
3. Principales sources des radicaux libres.....	8
3.1. Sources endogènes.....	8
3.2. Sources exogènes.....	8
4. Dégâts oxydatifs cellulaires.....	8
5. Systèmes antioxydants.....	9

5.1. Systèmes de défense enzymatique.....	9
5.2. Systèmes de défense non enzymatique.....	9
6. Activité antioxydante de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	10

### **Chapitre III : Caractéristique physicochimique de sol**

1. Définition.....	11
2. Paramètres physico-chimique du sol.....	11
2.1. Paramètres physiques.....	11
2.1.1. La texture.....	11
2.1.2. La structure.....	11
2.1.3. L'humidité.....	12
2.2. Paramètres chimiques du sol.....	12
2.2.1. pH du sol.....	12
2.2.2. Conductivité Electrique du sol.....	12
2.2.3. La matière organique.....	13
2.2.4. Le calcaire.....	13
3. Fonctionnement biologique du sol.....	14

## **Partie II : Etude expérimentale**

### **Chapitre I: Matériel et méthodes**

1. Présentation des régions d'étude.....	15
1.1. Wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	15
1.1.1. Mensoura.....	15
1.1.2. Gueliaa.....	16
1.2. Wilaya de Sétif.....	16
1.2.1. Genzette.....	17
2. Analyse phytochimique.....	18
2.1. Matériel végétal.....	18
2.2. Préparation des extraits.....	18
2.2.1. Extrait méthanolique.....	18
2.2.2. Huiles essentielles.....	19
2.2.3. Alcaloïdes totaux.....	20
2.3. Analyses phytochimique quantitatives.....	21
2.3.1. Dosage des polyphénols totaux.....	21
2.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	22
3. Activité antioxydante des différents extraits de <i>Pistacia lentiscus L.</i> .....	22

3.1. Piégeage du radical libre DPPH.....	22
3.2. Test de réduction du fer : FRAP.....	23
4. Analyse pédologique.....	24
4.1. Les échantillons du sol.....	24
4.2. Analyse physico-chimique des échantillons du sol.....	25
4.2.1. Mesure du pH du sol.....	25
4.2.2. Mesure de la conductivité électrique.....	26
4.2.3. Dosage du calcaire total.....	27
4.2.4. Mesure de la teneur en matière organique.....	29
4.2.5. Mesure de l'humidité pondérale.....	30
5. Analyse statistique des résultats.....	30

## **Chapitre II: Résultats et discussion**

1. Analyse phytochimique.....	31
1.1. Rendements des extraits.....	31
1.2. Analyses phytochimique quantitatives.....	32
1.2.1. Polyphénols totaux.....	32
1.2.2. Flavonoïdes.....	33
2. Activité antioxydante.....	34
2.1. Piégeage du radical libre DPPH.....	34
2.2. Test de réduction du fer : FRAP.....	37
3. Analyse pédologique.....	40
3.1. pH.....	40
3.2. Conductivité électrique.....	42
3.3. Calcaire total.....	42
3.4. Matière organique.....	43
3.5. Humidité.....	44

<b>Conclusion.....</b>	<b>45</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>47</b>
<b>Annexes</b>	

## Liste des abréviations

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonate de calcium

**CPG/SM** : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

**DPPH** : Radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

**ds/m** : DeciSiemens par mètre

**ERO** : Espèces réactives d'oxygène

**FLV** : Flavonoïdes

**FRAP** : Ferric Reducing Antioxidant Power

**Genzette F** : Feuilles de la région de Genzette

**Gueliaa F** : Feuilles de la région de Gueliaa

**Gueliaa G** : Graine de la région de Gueliaa

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène

**HES** : Huiles essentielles

**HPLC/SM** : Chromatographie liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse

**IC<sub>50</sub>** : 50% inhibitory concentration

**IUSS** : Union Internationale de la Science du Sol

**KCl** : Chlorure de potassium

**LDL** : Lipoprotéines de basse densité

**Mensoura F** : Feuilles de la région de Mensoura

**MeOH** : Extrait méthanolique

**mmoh/cm** : Millimho par centimètre

**OH<sup>•</sup>** : Radical hydroxyle

**PPT** : Polyphénols totaux

**RLs** : Radicaux Libres



## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I</b>	Classification taxonomique de <i>P. lentiscus</i> .	4
<b>Tableau II</b>	Différents types des espèces réactives.	7
<b>Tableau III</b>	Répartition des classes des pH des sols étudiés du périmètre selon les normes.	12
<b>Tableau IV</b>	Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5.	13
<b>Tableau V</b>	Répartition des classes des sols selon la teneur en matière organique.	13
<b>Tableau VI</b>	Echelle d'interprétation de calcaire total.	14
<b>Tableau VII</b>	Rendements, aspects et couleurs des extraits méthanoliques.	31
<b>Tableau VIII</b>	Rendements des alcaloïdes.	32
<b>Tableau IX</b>	Valeurs d'IC50 des extraits méthanolique et des huiles fixes de trois régions.	36
<b>Tableau X</b>	Paramètres physico-chimiques du sol.	40

## Liste des figures

N°	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Description botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> .	3
<b>Figure 2</b>	Localisation géographique des régions étude de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.	16
<b>Figure 3</b>	Localisation géographique de la région d'étude de la wilaya de Sétif.	17
<b>Figure 4</b>	Filtration et séchage des extraits brut.	18
<b>Figure 5</b>	Protocole de préparation des extraits de <i>Pistacia lentiscus</i> .	19
<b>Figure 6</b>	Etapes d'extraction des alcaloïdes totaux.	21
<b>Figure 7</b>	Réaction de réduction de radical DPPH.	23
<b>Figure 8</b>	Mesure de pH du sol de trois régions.	26
<b>Figure 9</b>	Conductimètre.	27
<b>Figure 10</b>	Calcimètre de BERNARD.	29
<b>Figure 11</b>	Four à moufle.	30
<b>Figure 12</b>	Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes des extraits méthanolique.	33
<b>Figure 13</b>	Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations des extraits méthanolique de trois régions.	35
<b>Figure 14</b>	Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations d'huiles fixe des trois régions.	36
<b>Figure 15</b>	Pouvoir réducteur des extraits méhanolique de <i>Pistacia Lentiscus</i> L. de trois régions.	38
<b>Figure 16</b>	Pouvoir réducteur des huiles fixe de <i>PistaciaLentiscus</i> L.de trois régions	39
<b>Figure 17</b>	pH eau du sol des trois régions	41
<b>Figure 18</b>	pH KCl (0.1N) du sol des trois régions	41
<b>Figure 19</b>	pH KCl (1N) du sol des trois régions	41
<b>Figure 20</b>	Conductivité électrique du sol des trois régions	42
<b>Figure 21</b>	Taux de calcaire du sol des trois régions	43
<b>Figure 22</b>	Taux de la matière organique du sol des trois régions	43
<b>Figure 23</b>	Taux d'humidités du sol des trois régions	44

### Introduction

L'oxygène moléculaire est un élément crucial pour la vie des organismes aérobiques, toutefois il peut former des espèces partiellement réduites et fortement toxiques appelées les radicaux libres (**Meziti, 2008**). Ces espèces réactives de l'oxygène ERO peuvent être à la fois bénéfiques et nuisibles dans les systèmes biologiques. Les effets bénéfiques d'ERO sont évidents dans leur rôle physiologique dans de nombreuses réponses cellulaires. En revanche, à des concentrations élevées, les ERO peuvent être des médiateurs importants de dommages aux différents constituants cellulaires tels que les lipides, les protéines et les acides nucléiques (**Cardenas et al., 2013**). Par conséquent, ils peuvent être impliqués dans le développement de nombreuses maladies comme les maladies cardiovasculaires et pulmonaires, certains types de cancer, maladies immunitaires, l'inflammation et les cataractes (**Qusti et al., 2010**).

Aujourd'hui, beaucoup de chercheurs s'intéressent aux plantes médicinales en raison de leur réservoir immense en composés potentiels et en molécules bioactives. A côté des métabolites primaires, elles accumulent fréquemment des métabolites dits secondaires. Ces derniers représentent une source importante de molécules à savoir les polyphénols et les flavonoïdes, qui sont largement utilisés en thérapeutique comme anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants (**Kreif, 2003**).

La toxicité des antioxydants synthétiques augmente le risque des effets néfastes des radicaux libres sur la santé humaine. A cet égard, les plantes peuvent fournir une bonne alternative à la recherche de nouveaux produits chimiques avec un large éventail d'activités.

L'Algérie, riche par sa biodiversité et son climat, est une plate-forme géographique très importante qui mérite d'être explorée dans le domaine de la recherche de molécules antioxydants et/ou thérapeutique originaires de plantes, qui ont pour longtemps servi à une grande tranche de population comme moyen incontournable de médication (**Laraba et al., 2016**).

De ce fait, nous nous sommes intéressés à étudier l'espèce *Pistacia lentiscus* L. connu en Algérie sous le nom de Darou, une plante médicinale largement utilisé en médecine traditionnelle.

La présente étude, vise à évaluer l'activité antioxydante des extraits méthanoliques et des huiles fixes issus de la partie aérienne de *Pistacia lentiscus* L. récoltée de trois régions ;

Mensoura et Gueliaa (wilaya de Bordj Bou Arreridj), Genzette (wilaya de Sétif), et d'étudier les propriétés physico-chimiques du sol dans lequel la plante est nourrie.

Cette étude est subdivisée en deux parties essentielles, la première partie présente une synthèse bibliographique dans laquelle nous apportons un premier chapitre qui est consacré à l'étude de *Pistacia lentiscus*L., un second chapitre qui consiste à étudier le stress oxydant et l'activité antioxydante, le troisième chapitre traite les propriétés physico-chimiques du sol.

La deuxième partie, expérimentale, répartie en deux chapitres dans ce mémoire, le premier chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisées lors du travail expérimental.

- Préparation des extraits : méthanoliques, huile essentielle, alcaloïdes et huile fixe des feuilles et des graines de la plante *Pistacia lentiscus* L.
- Analyse phyto-chimique des extraits méthanoliques (teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes).
- Evaluation de l'activité antioxydante de la plante par les tests de DPPH et chélation du fer ferreux.
- Etude pédologique du sol.

Le deuxième chapitre expose l'ensemble des résultats obtenus et leur discussion. Et enfin, nous nous finirons par une conclusion et perspectives.

## 1. Description botanique

Le pistachier lentisque « *Pistacia lentiscus* » appelé communément lentisque est un petit arbuste, qui peut atteindre 2 à 3 mètres de hauteur, fortement ramifié à partir de la base. C'est une espèce de la famille des Anacardiaceae, avec plantes mâles et femelles séparées, à feuillage persistant. Sa sève est une résine transparente utilisée pour la composition de vernis, mastics et colles des pansements (Alloune et al., 2012).

Les **feuilles** du pistachier sont pennées, formées de 6 à 12 paires de folioles ovales, coriace, non dentées; rachis fortement ailé, pas de foliole terminale; vert sombre et brillantes au dessus, pâles en dessous (figure 1) (Annie et pierre, 2014).

Les **fleurs** du *Pistacia lentiscus* sont en grappes spiciformes denses, naissant 1 ou 2 à l'aisselle d'une feuille et égalant au plus la longueur d'une foliole. Elles sont unisexuées d'environ 3mm de large et sont très aromatiques, de couleur rougeâtre (Djerrou, 2011). Sa floraison de mars à juin (Annie et Pierre, 2014).

Le **fruit** du pistachier est une baie globuleuse de 2 à 3 mm, monosperme d'abord rouge, puis noir à la maturité (figure 1) (Maamari-Habibatni, 2014).



Figure 1 : Description botanique de *Pistacia lentiscus*. (Bammou et al., 2015)

## 2. Systématique de *Pistacia lentiscus* L.

Le genre *Pistacia* comporte 11 espèces d'arbre ou d'arbustes de la région méditerranéenne (Aouar et Benrokia, 2015). En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces: *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quezel et Santa, 1962).

Le tableau I présente la classification botanique de notre plante « *Pistacia lentiscus* ».

**Tableau I** : Classification taxonomique de *P. lentiscus* (Quezel et Santa, 1962)

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Embranchement</b>	Tracheobionta
<b>Classe</b>	Magnoliophyta
<b>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Anacardiaceae
<b>Genre</b>	<i>Pistacia</i> L
<b>Espèce</b>	<i>Pistacia lentiscus</i> L.

**Nom scientifique** : *Pistacia lentiscus*

**Appellation local** : Darou

### 3. Répartition géographique

*Pistacia lentiscus* est un arbrisseau thermophile qui pousse, à l'état sauvage, dans tout type de sols, subhumide et semi-aride en préférant les terrains siliceux pauvres en potassium et en phosphore. Généralement, il se trouve dans les lieux arides de la région méditerranéenne (Djerrou, 2011). Il est dispersé tout au long du littoral et se développe dans divers habitats le long d'un gradient climatique qui varie suivant le rayonnement solaire, la température et la précipitation (Maamari-Habibatni, 2014). En Algérie, il occupe l'étage thermo-méditerranéen (Ait said, 2011). Plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Belfadel, 2009).

### 4. Propriétés pharmacologiques et intérêts thérapeutiques

*Pistacia lentiscus* constitue une source importante de substances actives (Dogan et al., 2003), en effet, plusieurs parties de cette plante sont utilisées en médecine traditionnelle depuis la civilisation grecque (Ljubuncic et al., 2005).

Les études expérimentales effectuées sur cette plante ont mis en évidence différentes activités biologiques et pharmacologiques (Bensaci, 2015).

La partie aérienne est traditionnellement utilisée dans le traitement de l'hypertension artérielle grâce à ses propriétés diurétiques. Les feuilles sont pourvues d'activités anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépato-protective, expectorante et stimulante. Elles sont également utilisées dans le traitement d'eczéma,

infections buccales, diarrhées, lithiases rénales, jaunisse, maux de tête, asthme et problèmes respiratoires (**Mostafa et al., 2014**).

La résine obtenue de *Pistacia lentiscus* est connue par son effet analgésique, antibactérien, antifongique, antioxydant, antithérogénique, expectorant, stimulant, diurétique et dans le traitement d'hypertension, d'eczéma, des douleurs gastriques et les calculs rénaux, mais aussi contre les infections de la gorge, la jaunisse, l'asthme, les troubles digestifs et la diarrhée (**Dellai et al., 2013 ; Chekchaki et al., 2015**).

L'huile du fruit de lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application externe locale pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales (**Bammou et al., 2015**). En outre, cette huile peut partiellement aider dans la protection contre l'intoxication au mercure. Elle pourrait être également considérée comme une source alimentaire sûre, en maintenant le taux de LDL-cholestérol dans sa gamme normale (**Trablsi et al., 2012 ; Dhifi et al., 2013**).

## 5. Principaux métabolites secondaires isolés de l'espèce

En raison de sa large utilisation en médecine traditionnelle, les différentes parties de *Pistacia lentiscus* en fait l'objet de plusieurs études phytochimiques à fin d'identifier leurs principes actifs (**Bensaci Hadj Mokhnache, 2015**).

### 5.1. Feuilles

La composition chimique des feuilles de *Pistacia lentiscus* est caractérisée par la présence de glycosides de flavonoles comme la quercétine, myricétine, luteoline ainsi que l'isoflavone genisteine. Elle contiennent 6 à 7% du gallotannins de faible poids moléculaire, à savoir l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3, 4, 5-O-trigalloyl (**Romani et al., 2002**).

### 5.2. Fruits

Les études phytochimiques montrent que les fruits de *Pistacia lentiscus* L présentent une très forte teneur en anthocyanes, leucoanthocyanes, tannins totaux, tannins galliques, flavonoïdes, glucosides et amidon. Avec une présence modérée des mucilages et une absence totale des saponosides, des sénosides, des quinones libres, des coumarines, des irridoïdes et des alcaloïdes (**Arab et al., 2014**).

### 5.3. Résine

La résine présente cinq constituants majeurs solubles dans l'éthanol :  $\alpha$ -pinène (40%),  $\beta$ -pinène (1,5%),  $\beta$ -myrcène (9%), le limonène (1,0%), et  $\beta$ -caryophyllène (5%) (**Hamiani et al., 2016**).

### 5.4. Huile essentielle

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L., obtenue présente un aspect liquide et limpide, elle est de couleur jaune dégageant une odeur aromatique, très puissante et pénétrante (**Arab et al., 2014**).

L'huile essentielle de fruit de *P. lentiscus* renferme les mono et sesquiterpènes mais en faible quantité. Les composés majoritaires sont : mycène, pinène et limonène (**Aouinti et al., 2013**).

Les études phytochimiques effectuées sur les huiles essentielles isolées à partir des feuilles de lentisque des régions d'Alger, de Tizi-Ouzou et d'Oran ont montré la présence de longifolène,  $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -pinene,  $\gamma$ -cadinene, trans- $\beta$ -terpinéol,  $\alpha$ -acomeol,  $\gamma$ -muurolene, Sabinene et terpinén-4-ol (**Dob et al., 2006**).

### 5.5. Huile fixe

L'huile fixe représente 38.8 % du poids des fruits, elle contient 53 % d'acide gras mono-insaturé. Le principal acide gras est l'acide oléique (50-72%), suivie de l'acide palmitique (23.2%) et l'acide linoléique (21.7%), les autres acides gras sont retrouvés en faible quantités [acide palmitoléique (1.3%), stéarique (1.1%), linoléique (0.8%), gadoléique (0.2%) et arachidique (trace)]. Quatre stérols ont été trouvés dans l'huile fixe, le  $\beta$ -sitostérol (90%), le camestérol, le cholestérol et le stigmastérol (**Trabelsi et al., 2011**).



## 1. Introduction

L'oxygène est la molécule indispensable à la plupart des espèces vivantes, fournit un énorme pouvoir métabolique pour la production d'énergie. Cependant, en raison de sa conformation chimique, la molécule d'O<sub>2</sub> peut, dans certaines circonstances, s'avérer toxique. Cette toxicité est induite par des éléments réactifs, instables et pro-oxydants : les radicaux libres ou espèces réactives de l'oxygène (Halliwell, 2013).

Afin que les radicaux libres n'exercent pas de façon incontrôlée leurs effets délétères, l'organisme dispose d'un vaste réseau de défense constitué par les antioxydants. La balance oxydants/antioxydants est alors en équilibre (Halliwell, 2013). Si tel n'est pas le cas, que ce soit par un déficit dans les mécanismes de défense comprenant des composés et des enzymes antioxydants (Albayrak et al., 2013) ou une surproduction des radicaux libres (Duranbedolla et al., 2013). Le déséquilibre observé correspond au "stress oxydatif".

## 2. Radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique possédant, sur sa couche externe, un ou plusieurs électrons célibataires, cet électron lui confère une certaine instabilité et haute réactivité (demi-vie courte) (Ortiz et al., 2013). Les espèces radicalaires vont tenter de rattraper leurs électrons célibataires en agressant toute molécule susceptible de se faire arracher un électron (Afanas'ev, 2009).

Il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires (Tableau II). Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Favier, 2003).

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

Espèces radicalaires		Espèces non radicalaires	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Anion superoxyde	O <sub>2</sub> <sup>•-</sup>	Acide hypochlorique	HOCl
Monoxyde d'azote	NO <sup>•</sup>	Oxygène singulet	<sup>1</sup> O <sub>2</sub>
Radical alkoxyde	RO <sup>•</sup>	Peroxyde d'hydrogène	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Radical hydroxyle	OH <sup>•</sup>	Peroxyde organique	ROOH
Radical peroxyde	ROO <sup>•</sup>	Peroxynitrite	ONOO <sup>•-</sup>

### 3. Principales sources des radicaux libres

#### 3.1. Sources endogènes

- La chaîne respiratoire durant le transfert des électrons (DeMarchi *et al.*, 2013).
- Les cellules phagocytaires possèdent une enzyme membranaire, la NADPH oxydase, qui est spécialisée dans la fabrication d' $O_2$  (Guzik, 2010 ; Touyz *et al.*, 2010). La NADPH oxydase des cellules non phagocytaires, produit aussi des RLs en quantité plus faible, comme des régulateurs des cascades de signalisation intracellulaires (Cai, 2005).
  - Le peroxyosome est une source importante dans la production cellulaire d' $H_2O_2$ , cet organe contient de nombreuses enzymes générant d' $H_2O_2$  (Sandalio *et al.*, 2013).
  - La xanthine oxydase est une enzyme qui utilise l'oxygène moléculaire comme un accepteur d'électrons en produisant anion superoxyde au cours de l'oxydation de l'hypoxanthine en xanthine et la xanthine en acide urique (O'Mahony *et al.*, 2013).
  - Les ions métalliques, comme le fer et le cuivre sous leurs formes réduites, sont des remarquables promoteurs de processus radicalaires in vitro : ils transforment l' $H_2O_2$  en  $OH^\bullet$  (Cotticelli *et al.*, 2013).

#### 3.2. Sources exogènes

Plusieurs facteurs environnementaux peuvent être impliqués dans la production des espèces réactives tels que tabac, alcool, pollution, toxines exogènes, ozone, métaux toxiques (Bargagli *et al.*, 2009; Ahmed *et al.*, 2013).

### 4. Dégâts oxydatifs cellulaires

Lors d'un stress oxydant, les RLs non détoxiquées par le système antioxydant attaquent et endommagent par oxydation les macromolécules contenues dans les cellules, notamment les lipides, les protéines et l'ADN (Menon, 2014).

- L'ADN est une molécule très sensible à l'attaque des RLs. Ils peuvent entraîner l'oxydation des bases, engendrant un grand nombre de bases modifiées, mais le stress oxydant peut aussi attaquer la liaison entre la base et le désoxyribose, créant un site abasique, ou attaquer le sucre lui-même, créant une coupure de chaîne simple brin (Charbon *et al.*, 2014).
- Les lipides et principalement leurs acides gras polyinsaturés sont la cible privilégiée de l'attaque par l' $OH^\bullet$  qui est capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons. Cette réaction est appelée peroxydation lipidique qui aboutit à la formation de nombreux dérivés toxiques (Cotticelli *et al.*, 2013).

- Les protéines sont aussi sensibles aux attaques radicalaires. Les RLs sont capables de réagir avec différents acides aminés des chaînes des protéines. Les plus sensibles à leur action sont les acides aminés aromatiques tels que le tryptophane, la tyrosine et l'histidine, sur lesquels l' $\text{OH}^\bullet$  s'additionne. L'oxydation par les RLs conduit à la formation des ponts disulfures, sur les acides aminés contenant un atome de soufre tels que la cystéine et la méthionine, en modifiant la conformation de la protéine (Rahal et al., 2014).

## 5. Systèmes antioxydants

L'organisme a développé des systèmes de défense très efficaces contre la production des ERO. Les molécules contrôlant cette production sont appelés les antioxydants que désignent « toutes substances qui, présentes à faible concentration par rapport à celle du substrat oxydable, retardent ou inhibent significativement l'oxydation de ce substrat » (Halliwell et Gutteridge, 1990). Cette définition fonctionnelle s'applique à un grand nombre de substances, comprenant des enzymes aux propriétés catalytiques spécifiques. Mais aussi à des petites molécules hydro-ou liposolubles (Delattre et al., 2005).

### 5.1. Systèmes de défense enzymatique

➤ **Superoxyde dismutases (SOD)** qui assurent l'élimination de l'anion superoxyde  $\text{O}_2^{\bullet-}$  par une réaction de dismutation, en le transformant en peroxyde d'hydrogène et en oxygène (Gardner et al., 2002).

➤ **Glutathion peroxydase (GSH-Px)** dépendante du sélénium et dont l'action permet d'éliminer le  $\text{H}_2\text{O}_2$  produit, Elle convertit aussi les hydroperoxydes lipidiques en des alcools non toxiques (Sayre et al., 2005).

➤ **Catalase** qui catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{O}_2$  empêchant ainsi la formation de radical hydroxyl (Ferradji, 2011).

➤ **Thiorédoxines**, grâce à leur activité peroxydase, elles neutralisent le peroxyde d'hydrogène, le peroxydinitrite et de nombreux hydroperoxydes (Favier, 2003).

### 5.2. Systèmes de défense non enzymatique

➤ **Vitamine E** ( $\alpha$  tocophérol), le caractère hydrophobe de cette vitamine lui permet de s'insérer au sein des membranes biologiques riches en acides gras polyinsaturés, où elle joue un rôle protecteur efficace en empêchant la propagation de la peroxydation lipidique induite par les espèces réactives (Yang et McClements, 2013).

➤ **Vitamine C** (acide L-ascorbique) est considérée comme le plus important antioxydant dans les fluides extracellulaires. C'est un piègeur très efficace des ions superoxydes, du

peroxyde d'hydrogène, de l'hypochlorite, des radicaux hydroxyles et peroxydes, et de l'oxygène singulet (Delattre et al., 2005).

➤ **Oligoéléments**, le cuivre, le zinc, le manganèse, le sélénium et le fer sont des métaux essentiels dans la défense contre le stress oxydant (Bouldjadj, 2009).

➤ **Polyphénols**, sont connus par leur activité antioxydante (Zhu et al., 2012), qui est due à la présence d'un nombre important de groupements hydroxyles phénoliques (Hannan et al., 2012). Les propriétés redox de ces composés leur permettent d'agir en tant qu'agents réducteurs, donateurs d'hydrogène. Certains montrent des propriétés chélatrices de métaux (Proestos et al., 2013) et d'autres peuvent empêcher la production enzymatique des ERO telles que l'inhibition de cyclooxygénase, lipoxygénase et cytochrome P450, de même, augmenter l'expression des enzymes qui ont une activité antioxydante telles que la glutathion peroxydase, la superoxyde dismutase et la catalase (Jayasena et al., 2013).

## 6. Activité antioxydante de *Pistacia lentiscus*

Les plantes médicinales sont aujourd'hui la forme de médecine la plus répandue dans le monde. L'utilisation de plantes aromatiques comme source intéressante de composés phytochimiques constitue l'une des plus grandes préoccupations scientifiques.

L'activité antioxydante de *Pistacia* est connue depuis plusieurs années. L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* a montré une capacité antioxydante puissante par le piégeage des radicaux libres et l'amélioration du système antioxydant endogène (Khiari et al., 2018).

D'autre part Mansouri et al. (2011), ont montré que l'huile essentielle de la plante présente une excellente capacité de neutraliser le radical libre DPPH une valeur d'IC50 de 11,0 µg/ml.

## 1. Définition du sol

Le sol correspond à la couche supérieure de la croûte terrestre. D'épaisseur variable (quelques décimètres à quelques mètres), il est constitué de particules minérales de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes vivants (racine, faune, micro-organismes). Sa formation résulte principalement de processus complexes d'altération des roches et de décomposition des matières organiques. Selon la nature de la roche initiale, de l'action des climats et des activités biologiques et humaines, les couches successives qui le composent, ont des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques variées (**Laboubee, 2007**).

## 2. Paramètres physico-chimique du sol

Il confère au sol un certain nombre de propriétés qui agissent sur les microorganismes et les autres composants vivants du sol mais également sur leurs interactions et sur les différents processus qui s'y déroulent. Les propriétés de l'écosystème du sol ne sont pas seulement un produit de la nature de ses composants physique, biologique et chimique, mais elles sont aussi modifiées par les interactions de ces entités (**Djigal, 2003**).

### 2.1. Paramètres physiques

#### 2.1.1. La texture

La texture du sol est caractérisée par la taille et la distribution des particules. La composition granulométrique du sol permet de déterminer sa texture. La composition s'exprime en pourcentage des trois principales fractions minérales inférieures à 2 mm de diamètre : argile (<0.002mm), limon (de 0.002 à 0.05 mm), sable (0.05 à 2 mm) (**Baize et al., 1995**).

#### 2.1.2. La structure

La structure du sol est déterminée par l'organisation des agrégats de ses éléments minéraux et organiques, qui donnent lieu à la matrice poreuse du sol, au sein de laquelle ont lieu l'écoulement d'eau. La structure résulte de processus biologique, chimique et physique, et c'est donc une propriété variable temporellement et spatialement, qui peut changer avec la teneur en eau ou d'autres paramètres (**Baize et al., 1995**).

### 2.1.3. L'humidité

Les échantillons du sol sont séchés à l'étuve à  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  jusqu'à l'obtention d'une masse constante, soit en moyenne après 15 heures. La différence entre le poids avant et après séchage exprime la teneur en eau de l'échantillon initial. Le poids après séchage représente la matière sèche.

## 2.2. Paramètres chimiques

### 2.2.1. pH

Le pH du sol est une mesure de la concentration des ions hydrogène ( $\text{H}^+$ ) dans la solution du sol. La concentration des ions hydrogène détermine le caractère acide, neutre ou alcalin (basique) du sol. Le pH se mesure sur une échelle logarithmique variant de 1 à 14 (tableau III). Le pH du sol joue un rôle important dans la disponibilité des nutriments pour les cultures. Il affecte beaucoup la solubilité des éléments du sol, y compris celle des éléments nutritifs assimilables par les plantes. Toutefois, les cultures ont des besoins en nutriments et une tolérance variable aux conditions du sol associées à la variation du pH (**Bottinelli, 2010**).

**Tableau III** : Répartition des classes des pH des sols étudiés du périmètre selon les normes Diaea/Drha/Seen (2008).

Classe du sol	pH
Acide	<6
Faiblement acide	6-6.5
Neutre	6.5-7.3
Faiblement basique	7.3-7.8
Moyennement basique	7.8-8.5
Tendance alcaline	8.5-9
Très alcaline	>9

### 2.2.2. Conductivité Electrique (C.E)

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol, elle exprime approximativement les concentrations des solutés ionisables présents dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinisation (tableau IV) (**Clement et Pieltain, 2003**). En science du sol, la conductivité électrique (CE) est exprimée à une température de  $25^{\circ}\text{C}$ .

**Tableau IV** : Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (Aubert, 1978).

CE dS/m à 25C°	Degrés de salinité
$CE \leq 0.6$	Non salin
$0.6 \leq CE \leq 1.2$	Peu salin
$1.2 \leq CE \leq 2.4$	Salin
$2.4 \leq CE \leq 6$	Très salin
$CE > 6$	Extrêmement salin

### 2.2.3. Matière organique

Les matières organiques des sols rassemblent tout ce qui vit ou a été vivant dans les sols, c'est-à-dire des résidus végétaux et animaux à divers stades de décomposition, la faune et la flore du sol ainsi que les racines (Gregorich, 2003). Elles comprennent également toutes les substances sécrétées par les racines, telles que des petites molécules, des sucres, des acides organiques exsudés ou excrétés, du mucilage et des cellules (Laboubee, 2007). Le climat, la végétation, la roche mère, la topographie, l'utilisation des terres et les pratiques agricoles sont tous des facteurs qui influent sur la composition des matières organiques du sol (tableau V) (Gregorich, 2003).

**Tableau V** : Répartition des classes des sols selon la teneur en matière organique (Hafouda, 2005).

MO(%)	Classe du sol
$MO < 1$	Très pauvre
$1 < MO < 2$	Pauvre
$2 < MO < 4$	Moyen
$MO > 4$	Riche

### 2.2.4. Calcaire

De nombreux sols, notamment ceux qui sont développés en climat aride et semi-aride, renferment des quantités plus ou moins importantes de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) (tableau VI) (Baise, 2000). Les sols calcaires contenant du calcaire actif c'est-à-dire du carbonate de calcium à l'état de particules si fines que leur solubilisation continue par les acides de sol entretient dans la solution une concentration importante d'ions  $\text{Ca}^{+2}$ . Le

complexe adsorbant de ces sols est en général bien pourvu, si non saturé en calcium (**Lozet et Mathieu, 2002; Soltner, 2005**). Le calcaire prend son origine soit: dans la roche-mère pédologique ou géologique (**Baise, 2000**).

**Tableau VI:** Echelle d'interprétation de calcaire total (**Baise, 2000**).

CaCO <sub>3</sub> (%)	Classe du sol
CaCO <sub>3</sub> <1	Non calcaire
1 < CaCO <sub>3</sub> < 5	Peu calcaire
5 < CaCO <sub>3</sub> < 25	Modérément calcaire
25 < CaCO <sub>3</sub> < 50	Fortement calcaire
50 < CaCO <sub>3</sub> < 80	Très fortement calcaire
CaCO <sub>3</sub> > 80	Excessivement calcaire

### 3. Fonctionnement biologique du sol

D'après (**Hubert, 2008**), la fonction principale du sol utilisée par l'homme est, depuis l'énéolithique, liée à l'agriculture.

- Le sol est le milieu privilégié qui assure la production alimentaire (culture en élevage) et la production de matériaux (bois, fibres...);
- Le sol le milieu de vie des êtres vivants terrestres et par cette fonction, il assure le maintien de leur réserve génétique (notamment au niveau des microorganismes du sol);
- Le sol est la ressource primordiale en éléments nutritifs des être vivants terrestres;
- Le sol est le pivot du système biogéochimique et il joue un rôle majeur dans les cycles fondamentaux du fonctionnement de la planète comme par exemple le cycle du carbone, de l'azote, des cations, ou encore de l'eau;
- C'est un lieu de transformation de la matière organique, et cette fonction du sol est principalement due à l'abondance et à la diversité des microorganismes du sol.



## Chapitre I: Matériel et méthodes

### 1. Présentation des régions d'étude

#### 1.1. Wilaya de Bordj Bou Arreridj

La wilaya de Bordj Bou Arreridj est située sur le territoire des hautes plaines, à cheval sur la chaîne de montagne des Bibans, la wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une place stratégique au sein de l'Est algérien. En effet, elle se trouve à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine. Elle est délimitée : à l'ouest par la wilaya de Bouira ; au sud par la wilaya de M'sila ; à l'est par la wilaya de Sétif et au nord par la wilaya de Bejaia (**Site web 1**).

Géographiquement, La wilaya de Bordj Bou Arreridj est comprise entre la parallèle 35° et 37° de latitude Nord et les méridiens de longitude 4° et 5° à l'Est de Greenwich (**Chemali et Marzougi, 2006**).

- **Couvert végétal**

Riche de par son relief naturel varié avec ses montagnes, ses forêts, ses hautes plaines et sa steppe, la wilaya de Bordj Bou Arreridj héberge d'une faune et une flore diversifiée. La flore est composée des forêts naturelles de pins d'Alep du nord et de l'ouest de la wilaya et les cédraies du sud-est, notamment celles de Ras El Oued, ainsi que des chênes (**Site web 2**).

- **Climat**

La wilaya de Bordj Bou Arreridj se caractérise par un climat continental, qui offre des températures chaudes en été et très froides en hiver avec parfois de fortes chutes de neige. Celui du commun est semi-aride sec et froid. La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 mm (**Site web 2**).

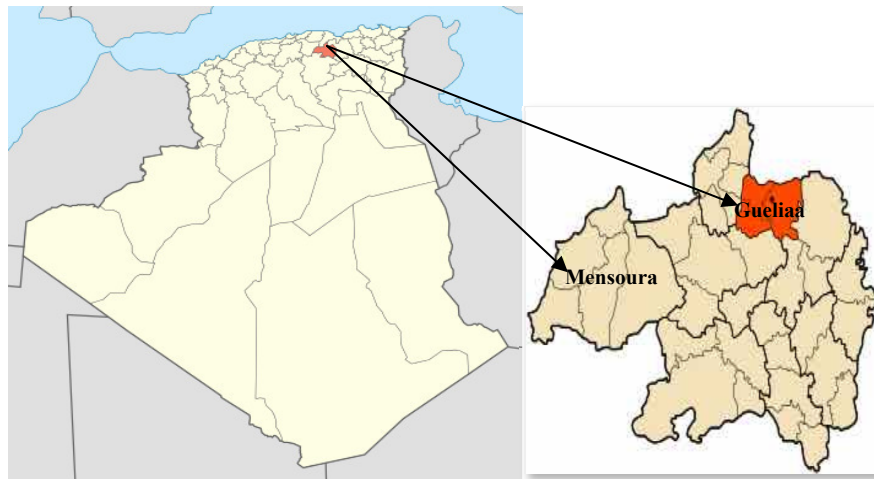
#### 1.1.1. Mensoura

La daïra de Mensoura est située à 30 Km à l'ouest du chef-lieu de wilaya (figure 2), au pied du Djbel qui porte son nom. Le territoire de cette daïra s'étend sur une superficie de 835,86 Km<sup>2</sup>. Elle comporte 59957 habitants dont 21744 résidents dans la commune du chef-lieu de daïra. Riche de son histoire, la ville de Mensoura est devenue la quatrième agglomération de la wilaya après celle de Bordj Bou Arreridj, Ras El Oued, et Bordj Ghedir (**CCDB, 2011**).

### 1.1.2. Gueliaa

Le village de Gueliaa qui fait partie de la wilaya de Bordj Bou Arreridj, il est situé au nord-ouest de la wilaya (figure2), dans une zone montagneuse qui est riche de paysages naturels.

Le village du Gueliaa est limité de l'Ouest par Oued Bouchiba, du Sud par le village de Bouchiba et Tassameurt, de l'Est fort de smacha et le centre de Bordj Zemmoura, et enfin du Nord par Kef Makada (**Bellal, 2012**).



**Figure 2:** Localisation géographique des régions étude de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (site web 2).

## 1.2. Wilaya de Sétif

La wilaya de Sétif se situe dans les hautes plaines de l'Est algérien. Elle occupe une position centrale et constitue un carrefour entouré de 6 wilayas. Au nord, elle est limitée par les wilayas de Bejaia et de Jijel, à l'Est par la wilaya de Mila, au sud par les wilayas de Batna et M'sila et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou-Arreridj.

Sétif s'étend sur une superficie de 6 549,64 km<sup>2</sup>. Elle est composée de 60 communes réparties en 20 daïras. Son altitude est comprise entre 900 et 2000 m (**Guerra, 2007**).

- **Reliefs**

D'une manière générale la wilaya de Sétif est un pays de hautes terres où 2 zones se distinguent:

- ✓ La zone montagneuse : Constituée de trois masses montagneuses :

Les monts de Babor , Les monts des Bibans, Les monts de Hodna

- ✓ La zone des hautes Plaines : Cette région s'enferme dans les limites naturelles qui sont les masses montagneuses. Elle occupe la partie centrale de la wilaya d'une superficie de 3 217,19 km<sup>2</sup> soit 49,12%. L'altitude varie entre 900 et 1 200 m (**Guerra, 2007**).

- **Couvert végétal**

Les précipitations et l'altitude conditionnent en grande partie l'importance et la variabilité de la végétation. On distingue sur les monts les forêts d'Alep de cèdre, le sapin de Numidie, le cyprès et le chêne vert et le chêne-liège. Par ailleurs, la zone montagneuse demeure une région de l'arboriculture notamment l'olivier et le figuier.

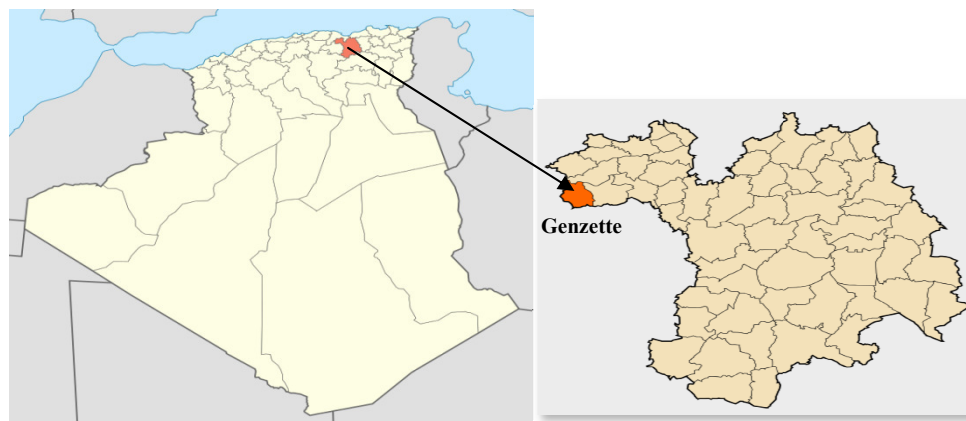
Les hautes plaines sont le domaine de la céréaliculture et des cultures maraîchères. Par contre pour la zone semi aride, et compte tenu de la qualité saline de ses sols, la flore est généralement pauvre (**Guerra, 2007**).

- **Climat**

La wilaya se caractérise par un climat continental semi-aride, avec des étés chauds et secs et des hivers rigoureux. Les pluies sont insuffisantes et irrégulières à la fois dans le temps et dans l'espace ; la moyenne de pluviométrie est de 400mm. En effet, la période de précipitation est concentrée durant la période qui s'étale de l'automne jusqu'au Printemps (**Guerra, 2007**).

### 1.2.1. Genzette

Elle est située au nord ouest de Sétif (figure 3) dans la chaîne des Babors et entourée des communes de Harbil, Ain legradj et des communes de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Sa population est estimée à environ 3 541 habitants sur une superficie de 147 km<sup>2</sup>. La région est majoritairement d'expression berbérophone (**Site web2**).



**Figure 3** :Localisation géographique de la région d'étude de la wilaya de Sétif (site web 2).

## 2. Analyse phytochimique

### 2.1. Matériel végétal

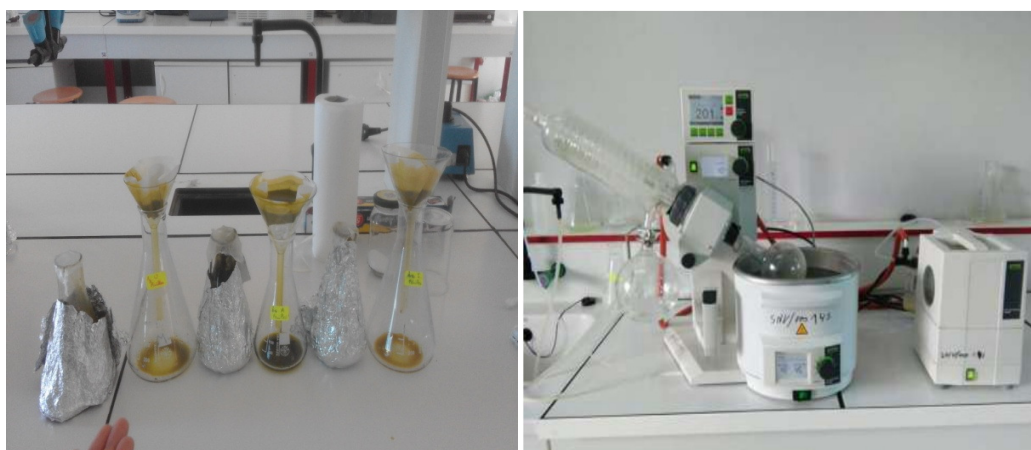
La partie aérienne du *Pistacia lentiscus* L, ont été récoltés le mois de février 2018 pour les régions de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Mensoura, Gueliaa) et le mois de Mars 2018 pour la région Genzette de la wilaya de Sétif.

Les feuilles et les graines de la plante ont été nettoyées, séché à l'obscurité puis ont été réduit en poudre et stocké dans des flacons en verre hermétiquement fermés pour les préserver de la lumière, et de l'humidité jusqu'à son utilisation.

### 2.2. Préparation des extraits

#### 2.2.1. Extrait méthanolique

50 g de la poudre des feuilles et des graines du *P. lentiscus* est macéré dans un volume de méthanol (125ml). Après 48 h, le mélange a été filtré sur papier filtre (Figure4).Le filtrat est récupéré et le même volume de solvant est ajouté au filtré pour faire une deuxième macération dans les mêmes conditions. Après la deuxième filtration, les deux filtrats sont mélangés et évaporés à 50°C à l'aide d'un rotavapor de type BÜCHI (figure 4).Les extraits obtenu ont été séchés dans une étuve à une température de 50°C et conservés dans des boîtes pétries en verre étiquetés au réfrigérateur jusqu'à son utilisation (figure 5) (Naghbi et al., 2010).



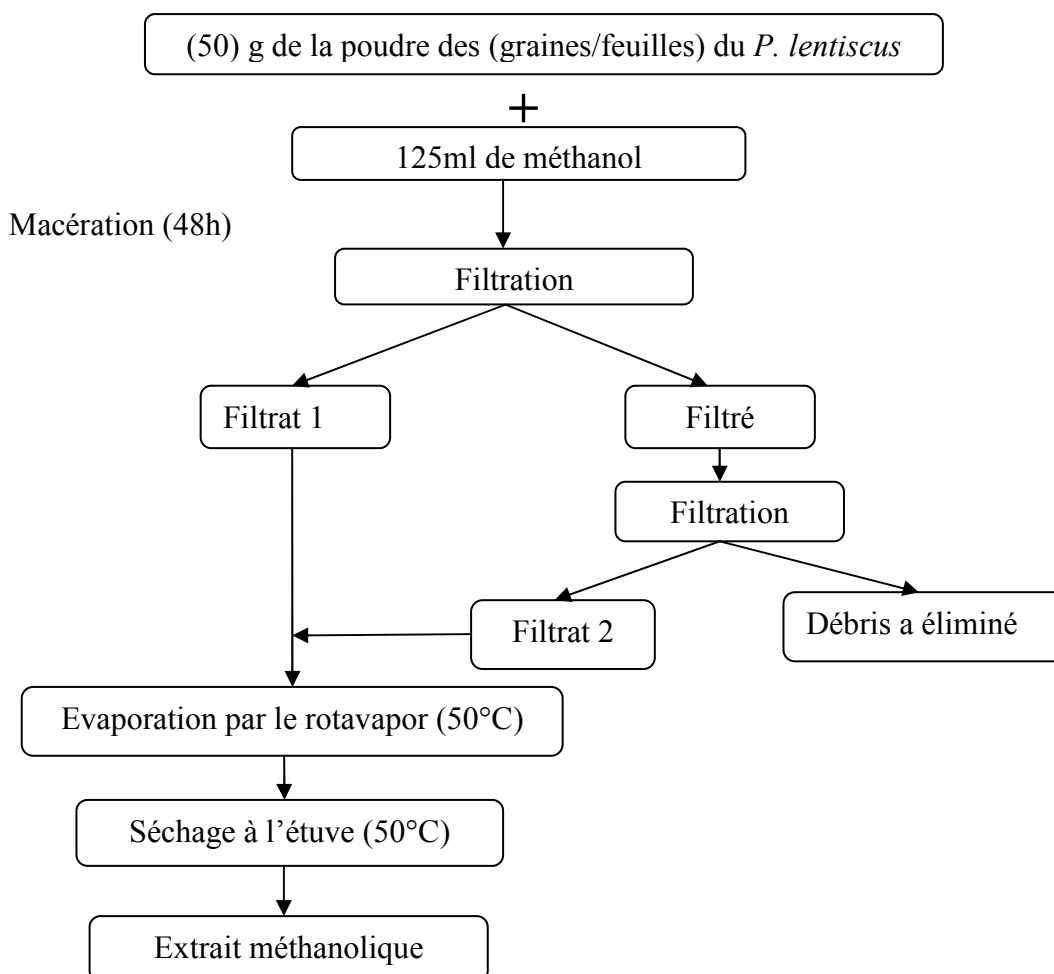
**Figure 4 :** Filtration et séchage des extraits brut.

Le rendement de l'extrait brut est le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé par l'équation suivante :

$$\text{Rd\%} = (\text{Mx100})/\text{M}_0$$

M=masse en gramme de l'extrait sec,

$M_0$ =masse en gramme de la matière végétale sèche.



**Figure 5:** Protocole de préparation des extraits méthanolique de *Pistacia lentiscus*.

### 2.2.2. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages. Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, soit des monoterpènes avec leurs phénols reliés, et des terpènes plus complexes, dont les sesquiterpènes (Chiasson et Beloin, 2007).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence des structures histologique spécialisés, souvent localisée sur ou à proximité de la surface de la plante (Bruneton, 1999).

### ▪ Méthode d'extraction

Les huiles essentielles ont été obtenues en utilisant la méthode d'hydro distillation à l'aide d'un dispositif de type Clevenger; 100 g de la matière végétale séchée a été introduite dans un ballon de 1000 ml ensuite une quantité de 500 ml d'eau distillée est ajoutée. L'ensemble est porté à ébullition à l'aide d'une plaque chauffante. Les vapeurs chargées de l'huile essentielle passent à travers le réfrigérant où aura lieu la condensation. L'hydro distillation dure trois heures la quantité l'huile essentielle obtenue est pesée pour le calcul du rendement (**Boukhatem et al., 2010**).

La conservation des huiles essentielles exige certaines précautions indispensables. Pour cela les huiles essentielles sont conservées dans des tubes en verre ombré, hermétiques, enveloppés de papier aluminium, pour éviter l'oxydation et stockées dans des endroits frais (4°C) afin d'éviter leur polymérisation.

D'après **Hellal, (2012)**, le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la biomasse végétale à traiter. Le rendement exprimé en pourcentage. Pour ce faire nous avons utilisé la formule de calcul :

$$R\% = \frac{Ph}{Pv} \times 100$$

R% : Rendement en pourcentage %.

Ph : Poids de l'huile essentielle extraite en g.

Pv: Poids de la biomasse végétale en g.

### 2.2.3. Alcaloïdes totaux

L'extraction des alcaloïdes totaux à partir des feuilles et des graines du *Pistacia lentiscus* L. est obtenue par une extraction liquide-liquide, basée sur la différence de solubilité des alcaloïdes en milieu acide et alcalin dans l'eau d'une part et d'autre part dans les solvants organiques.

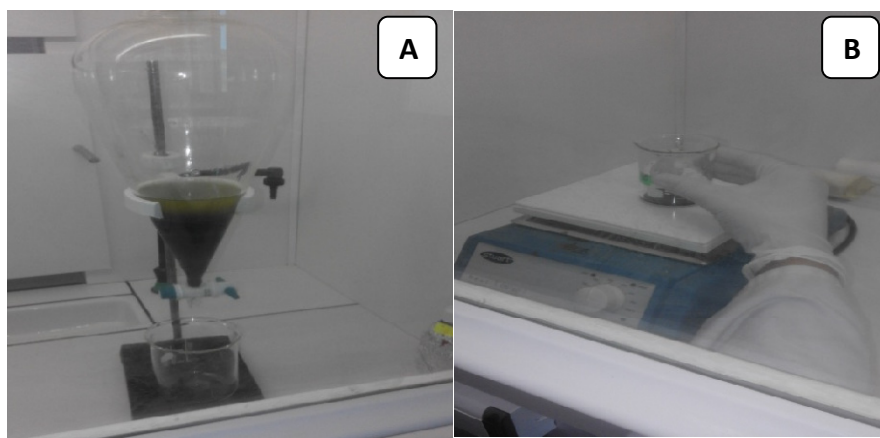
50 g de la poudre de la plante a été délipidé par 125ml d'éther de pétrole par macération et sous agitation magnétique pendant 3 à 4 heures. Après filtration, le marc est récupéré, alors que les lipides sont stockés (considéré comme des huiles fixes).

Le filtré récupéré est macérée par 20 ml d'ammoniaque (0.5N) pendant au moins 24h à température ambiante, cette étape permettant aux alcaloïdes de passer de la forme sel à la forme organique.

La poudre obtenue est introduite dans la cartouche, cette dernière sera placée dans le Soxhlet surmonté d'un réfrigérant. En premier lieu verser 250ml de dichlorométhane dans le ballon et porté à ébullition. Le solvant est vaporisé puis condensé tout en restant en contact avec le matériel végétal. La solution collectée dans le ballon enrichit de plus en plus en soluté. Au moins 5 cycles sont nécessaires pour un épuisement total de la plante. Après cette étape, l'extrait obtenu est lavé trois fois successives par 75 ml d'acide sulfurique (0.5N) pour chaque lavage, les trois fractions sont reprises dans une bécher, ces derniers sont alcalinisées par l'ajout de 50 ml d'ammoniaque (0.5N) jusqu'au pH 9. Les trois phases obtenues sont lavées une deuxième fois par 75 ml d'éther d'éthylque, à chaque fois en agitant doucement l'ampoule à décanter, pour séparer les phases et la fraction récupérée dépend de la densité de solvant organique.

La phase organique a été filtrer sur un papier filtre contenant le sulfate de sodium anhydre pour éliminer les traces d'eau. L'extrait recueilli dans un bécher taré est évaporé à sec sur une plaque chauffante.

Après refroidissement, nous pesons à nouveau le bécher. Le résidu sec représente les alcaloïdes totaux, qui seront conservés jusqu'à son utilisation (figure 6) (Bruneton, 1999).



**Figure 6 :** Etapes d'extraction des alcaloïdes totaux.

(A):Décantation, (B): Séchage

## 2.3. Analyses phytochimique quantitatives

### 2.3.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques des extraits méthanoliques des graines et des feuilles de *Pistacia lentiscus* a été estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu. Cette méthode est basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique-

phosphomolybdique de réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phénolique, conduisant à la formation de produit de réduction de couleur bleue qui absorbe la lumière à 765nm dont l'intensité de la couleur est proportionnellement à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (Georgé et al., 2005).

Brièvement, 1ml de réactif de Folin (10 fois dilué) est ajouté à 200 µl d'échantillon ou standard (préparés dans le méthanol) avec des dilutions convenables, Après 4 min, 800 µl de carbonate de sodium (75 mg/ml) sont additionnés au milieu réactionnel. Après 2h d'incubation à température ambiante l'absorbance est mesurée à 765 nm (Li et al., 2007).

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-160 µg/ml) et est exprimée en µg d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/mg d'extrait).

### 3.2.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium est utilisée pour quantifier la teneur des flavonoïdes dans les extraits de *Pistacia lentiscus*. À 1 ml d'échantillon ou standard (préparés dans le méthanol) est ajouté 1 ml d'AlCl<sub>3</sub> (2% dans le méthanol). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm.

La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40 µg/ml) et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (µg EQ/mg d'extrait) (Bahorun et al., 1996).

## 3. Activité antioxydante des différents extraits de *Pistacia lentiscus*L.

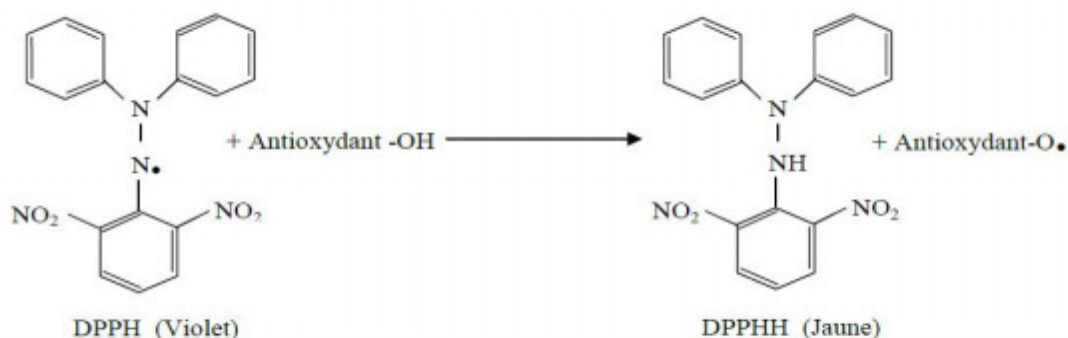
### 3.1. Piégeage du radical libre DPPH

#### ❖ Principe

L'activité antioxydante *in-vitro* des nos extraits a été évaluée par le test de DPPH, ce composé chimique fut l'un des premiers radicaux libres utilise pour étudier la relation structure-activité antioxydant des composés phénoliques des extraits (Popovici et al., 2009).

Dans ce test les antioxydants réduisent le diphénylpicryl-hydrazyle ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphénylpicryl-hydrazine (figure 7), dont l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la concentration des antioxydants présents dans le milieu (Adida et al., 2016).





**Figure 7:**Réaction de réduction de radical DPPH (Talbi et *al.*, 2015).

#### ❖ Mode opératoire

La solution DPPH est préparée par solubilisation de 0.025 mg de DPPH dans 1 ml du méthanol. Un volume de 1.5ml des solutions de l'extrait ou de standard (acide ascorbique) de différentes concentrations (30-200 ul/ml pour l'extrait et 0.5-8 ug/ml pour l'aide ascorbique) sont mélangés avec 500 ul de la solution méthanolique de DPPH. Après 30 minutes d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance du milieu réactionnel est mesurée à 517 nm. Le contrôle négatif est réalisé en remplaçant l'échantillon par le méthanol, le blanc contient le méthanol et l'échantillon (Sanchez, 1998).

#### ❖ Expression de résultats

La IC<sub>50</sub> est la concentration de l'acide ascorbique ou de l'extrait qui peut réduire 50% du DPPH, selon Mansouri et *al.*(2011) l'IC<sub>50</sub> est calculé à partir des courbes de la variation du pourcentage d'inhibition I % en fonction de la concentration de chaque extrait. Cette valeur est comparée à celle trouvée pour le composé de référence.

L'activité antioxydants est déterminée selon l'équation suivante :

$$\% \text{ d'activité antioxydant} = [\text{Abs Contrôle} - \text{Abs Echantillon} / \text{Abs contrôle}] \times 100.$$

Avec :

Abs Contrôle: est l'absorbance de la solution de DPPH en l'absence de l'extrait.

Abs Echantillon : est l'absorbance de la solution de DPPH en présence de l'extrait.

### 3.2. Test de réduction du fer : FRAP

#### ❖ Principe

Cette méthode est basée sur l'aptitude d'un antioxydant donné à réduire le fer ferrique ( $\text{Fe}^{3+}$ ) présent dans le complexe ferrocyanure de potassium ( $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) en fer ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ). La réaction est révélée par le virement de la couleur jaune du fer ferrique à la couleur bleu-

verte du fer ferreux. L'intensité de cette coloration est mesurée par spectrophotométrie à 700 nm (Karagözler et al., 2008).

#### ❖ Mode opératoire

1ml de l'échantillon à différentes concentrations (0.1-1mg/ml) est mélangé avec 2.5 ml de tampon phosphate 0.2 M (pH 6.6) et 2.5 ml de  $K_3Fe(CN)_6$  à 1%. Le tout est incubé à 50°C pendant 20 minutes, puis refroidi à la température ambiante. Ensuite, 2.5 ml d'acide trichloracétique à 10 % sont ajoutés pour arrêter la réaction. Après, centrifugation des tubes à 3000 rpm pendant 10minutes, 2.5 ml du surnageant sont ajoutés à 2.5 ml d'eau distillée et 500µl d'une solution de  $(FeCl_3, 6 H_2O)$  à 0.1%. La lecture des absorbances se fait contre un blanc à 700 nm.

L'acide ascorbique est utilisé comme contrôles positifs dans les mêmes conditions expérimentales (Pan et al., 2008).

#### ❖ Expression de résultat

Pour explorer les résultats obtenus, on a tracé le graphe des absorbances obtenues en fonction des différentes concentrations utilisées. L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des fractions testées.

## 4. Analyse pédologique

La production de métabolite secondaire dépend d'une grande partie des facteurs écologiques. L'étude de certains paramètres physico-chimiques du sol, nous permet de voir les conditions dans lesquelles l'espèce peut évoluer.

### 4.1. Les échantillons du sol

Pour étudier les paramètres physico-chimiques du sol on a adopté la méthode suivante :

- Prélèvement de trois échantillons du sol des trois stations précédentes (Mensoura Gueliaa, Genzette) sans tenir compte de la profondeur (prélèvement autour des racines), le sol est stocké dans des sacs plastiques codés. Il s'agit d'un échantillonnage exhaustif qui a été effectué en choisissant les habitats les plus riches.
- Les échantillons du sol mis à sécher à l'air libre pendant quelques jours sans aucune manipulation.
- Le sol à analyser doit être fin, pour cela, on procède à deux tamisages successifs sur deux tamis différent, le premier sur tamis dont la largeur des mailles est de 2 mm qui permet de séparer la terre des pierres et de la végétation, le second de 1 mm afin d'homogénéiser les particules du sol qui ont presque le même calibre (Behih et Ben Amrouche , 2017).

## 4.2. Analyse physico-chimique des échantillons du sol

Les analyses suivantes ont été effectuées sur les échantillons : pH Eau et pH KCl, conductivité électrique, taux d'humidité, teneur en matière organique et taux de calcaire.

### 4.2.1. Mesure du pH du sol

Dans le sol, les phénomènes de fixations et d'échanges sont le fait de la fraction colloïdale et de l'humus. Dans les conditions normales, ces colloïdes sont électronégatifs et manifestent une aptitude prédominante à échanger des cations.

- **Les cations métalliques** :  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$
- **Les cations hydrogène** :  $\text{H}^+$

L'acidité du sol est due à la présence de ces ions  $\text{H}^+$

Le pH est d'autant plus bas que le complexe est plus riche en ions  $\text{H}^+$  échangeables, c'est-à-dire plus désaturé. Il n'y a pas de proportionnalité rigoureuse entre le pH et le taux de saturation du complexe adsorbant. On exprime l'acidité à l'aide du potentiel d'hydrogène ou pH :

$$pH = \frac{1}{\log H^+} = -\log H^+$$

Il est important de savoir que le pH d'un sol n'est pas une valeur stable, le pH de la solution qui entoure les particules de terre est sujet à des variations en fonction des changements motivés par le climat, la culture, la croissance des végétaux, et d'autres facteurs.

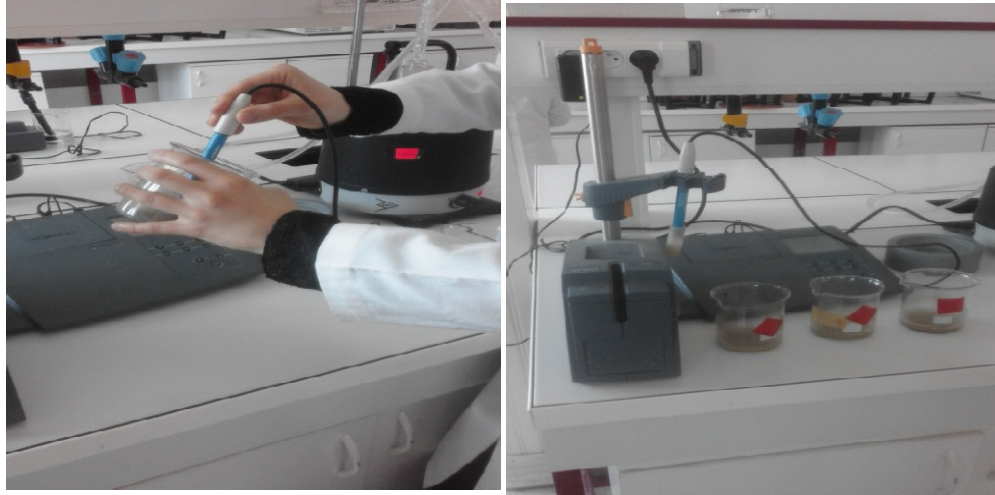
Pour ces raisons, en plus du pH réel ou pH eau, on détermine le pH potentiel ou pH KCl qui correspond à la concentration des ions  $\text{H}^+$  non associés, adsorbés sur le complexe mais pouvant être libérés dans la solution du sol.

**pH mètre** : On utilise un pH mètre à électrode en verre préalablement étalonné à l'aide de solutions tampons de pH connus. La réaction du sol se détermine sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol/eau est de 1/2.5 ou (1/5).

#### ❖ Mode opératoire

On prépare 3 béchers, dans chacun on introduit 5g du sol fin et sec, on ajoute dans le 1<sup>er</sup> bécher 25ml d'eau distillée, dans le second 25ml de KCl (0.1N) et dans le 3<sup>ème</sup> 25ml de KCl (1N).

On attend 30 minutes avant d'effectuer les mesures, en agitant vigoureusement plusieurs fois le contenu des béchers (figure 8). Après chaque mesure on doit nettoyer vigoureusement l'électrode en le rinçant plusieurs fois par l'eau distillée. L'opération est refaire 3 fois (McLean, 1982).



**Figure 8 :** Mesure de pH du sol de trois régions.

#### 4.2.2. Mesure de la conductivité électrique

Elle traduit la concentration saline totale de la solution. Elle est directement proportionnelle à la somme des ions en solution. D'après l'Union Internationale de la Science du Sol (IUSS), la relation entre la CE et la somme des cations ou anions est la suivante :

$$\text{Charge saline (g/l)} = \text{CE (mmohs/cm)} \times 0.58$$

##### ❖ Mode opératoire

Après étalonnage du conductimètre (figure 9), la température et la conductivité électrique d'une solution de KCl 0.02N sont enregistrés. La conductivité électrique de l'échantillon a été calculée avec un rapport sol/solution de 1/5. La méthode consiste à peser 5g du sol, y ajouter 25 ml d'eau déminéralisée et mesurer à l'électrode une heure après, en ayant mélangé la suspension toutes les 20 minutes. Rincer l'électrode, mesurer la température et la conductivité de la solution extraite (McLean, 1982).



**Figure 9:** Conductimètre

#### 4.2.3. Dosage du calcaire total

Parmi les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol, le «calcaire» joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogénèse (**Duchauffour, 1994**).

Les carbonates sont des constituants naturels de nombreux sols notamment ceux qui se sont développés en climat aride et semi-aride. Ils se présentent sous forme peu soluble comme le  $\text{CaCO}_3$  (calcite), ou  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (dolomite). Leur présence peut provenir soit :

- De la roche mère donc par héritage ;
- De la formation par précipitation à la suite d'apport dans la solution du sol (néoformation).

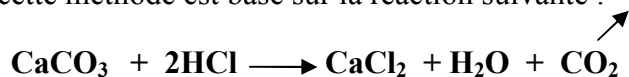
Le calcaire peut se trouver en partie ou sur la totalité du profile. Il peut se présenter sous plusieurs formes : diffuse, pseudo mycélium, amas friables, nodules, concrétions, encroutements et croutes calcaires.

Le calcaire joue un rôle important aussi bien sur les propriétés du sol (stabilité structurale, amélioration du pH, floculation des argiles) que dans la nutrition des végétaux, où il entre dans la composition des pectines des membranes cellulaires dont il assure la rigidité, il contribue également à la croissance des plantes, à l'absorption des cations monovalents, il ralentit l'absorption de l'eau et favorise la transpiration etc...

Cependant, lorsqu'il est en excès, il peut être nocif et provoque des chloroses par insolubilisation du fer, précipitation du phosphore par formation de phosphates calciques insolubles. La plupart des carbonates présents dans le sol sont rapidement décomposées par les acides, mis à part la dolomite qui se décompose très lentement (**Behih et Ben Amrouche , 2017**).

### ❖ Principe

Le principe de cette méthode est basé sur la réaction suivante :



On procède d'abord à un étalonnage du calcimètre avec une quantité de  $\text{CaCO}_3$  pur, on détermine le volume du  $\text{CO}_2$  dégagé, ensuite on évalue le volume du  $\text{CO}_2$  dégagé par l'échantillon de terre à analyser, puis on détermine la quantité de  $\text{CaCO}_3$  contenue dans l'échantillon par correspondance. Il faut noter que les conditions de pression et de température sont identiques (Behih et Ben Amrouche ,2017)..

### ❖ Appareillage

On utilise le calcimètre de BERNARD qui est constitué d'une colonne graduée contenant une solution saturée de  $\text{NaCl}$ , pour éviter toute diffusion du  $\text{CO}_2$  dégagé dans l'eau, et colorée afin de faciliter la lecture (figure 10).

Cette colonne est munie de deux tubes souples, l'un relié à une ampoule, l'autre à une erlenmeyer contenant l'échantillon à analyser. L'erlenmeyer possède un orifice à l'air libre contrôlé par une pince et un tube destiné à acheminer le  $\text{CO}_2$  dégagé dans la colonne graduée.

### ❖ Mode opératoire

#### ○ Etalonnage de l'appareil

- ✓ On pèse une quantité de  $\text{CaCO}_3$  pur et sec (0.3g) ;
- ✓ On l'introduit dans l'erlenmeyer de 100 ml ;
- ✓ On l'humecte avec quelques gouttes d'eau distillée ;
- ✓ On introduit avec précaution à l'intérieur de l'erlenmeyer, un tube contenant l' $\text{HCl}$ , on ferme hermétiquement l'erlenmeyer en laissant la pince ouverte, on ajuste la position de l'ampoule jusqu'à ce que le niveau du liquide soit à zéro.
- ✓ On maintien l'ampoule à ce niveau, on ferme la pince, puis on verse l'acide sur l'échantillon ;
- ✓ On agite pour favoriser la réaction ;
- ✓ Le  $\text{CO}_2$  dégagé se comprime dans la colonne et déplace la solution contenue dans la colonne ;
- ✓ On abaisse l'ampoule mobile pour suivre la dénivellation ;
- ✓ Une fois l'attaque terminée, on ajuste les niveaux et on note le volume de  $\text{CO}_2$ dégagé (V).



**Figure 10** :Calcimètre de BERNARD.

○ **Analyse de l'échantillon**

On procède de la même manière mais en remplaçant le calcaire pur par l'échantillon de terre à analyser en prenant une quantité de terre connue (1, 2, 5, ou 10g) et on note le volume du CO<sub>2</sub> dégagé (V').

○ **Expression des résultats**

Le taux de calcaire dans le sol est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ de CaCO}_3 \text{ de l'échantillon} = V' \times 0.3 \times 100 / V \times P. \text{ Avec :}$$

V (ml) : Volume du CO<sub>2</sub> dégagé par 0.3g de calcaire pur ;

V' (ml): Volume du CO<sub>2</sub> dégagé par l'échantillon de terre ;

P (g) : Poids de l'échantillon de terre (**Behih et Ben Amrouche , 2017**).

#### 4.2.4. Mesure de la teneur en matière organique

Le taux de matière organique (MO%) est mesuré sur des échantillons de 5g du sol sec mis dans des creusets préalablement pesés. Le poids du creuset rempli de l'échantillon est noté avant et après de l'introduire dans un four à moufle (figure 11) à une température de 1050°C où il reste 6 heures.

Le taux de matière organique (MO%) est calculé à partir du taux de calcaire déjà déterminé sur les échantillons du sol sec et de la différence du poids du creuset avant et après four à moufle (**Houba et al.,1995**), suivant la formule:

$$\text{MO}\% = (Z \times 100) / 5. \text{ Où :}$$

Z : différence du poids des creusets-Y ;



$Y : (X \times 42.5) / 100 ;$

$X : (\%CaCO_3 \times 5) / 100.$



**Figure 11:** Four à moufle.

#### 4.2.5. Mesure de l'humidité pondérale

Le taux d'humidité, dans nos échantillons (1g du sol), a été déterminé par le procédé de dessiccation à une température de 105°C, dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'un poids constant (toute une nuit). La masse des creusets vides et en présence de l'échantillon hydraté puis déshydraté est notée (**Baize, 2000**). Le pourcentage d'humidité relative au poids est calculé par la formule suivant:

$$\text{Humidité pondérale}\% = ((PF-PS)/PF) \times 100 \text{ ou } H\% = ((P1-P2)/P1) \times 100. \text{ Où :}$$

**H** : humidité au champ (%)

**PF = P1** : Poids frais de l'échantillon (avant séchage) (en g).

**PS = P2** : Poids sec de l'échantillon (après séchage) (en g).

### 5. Analyse statistique des résultats

Les résultats ont été présentés sous forme des moyenne avec leur écart-type (moyenne  $\pm$  écart-type), les moyennes sont comparées par un test T de student grâce au logiciel Excel (version 2007). Les différences sont considérées comme:

- Significatives lorsque (\*p < 0.05) ;
- Hautement significatives lorsque (\*\*p < 0.01) ;
- Très hautement significatives lorsque (\*\*p < 0.001).

Avec p : degré de signification.



## 1. Analyse phytochimique

### 1.1. Rendements des extraits

- **Extrait méthanolique**

L'opération de l'extraction par macération de la partie aérienne (feuilles, graine) de *Pistacia lentiscus* L. des différentes régions dans le méthanol a permis d'obtenir des résidus bruts sous forme de pâte.

D'après nos résultats (tableau VII), les rendements sont variable selon l'organe d'extraction et la région de récolte, où les extraits méthanoliques des feuilles des deux régions Genzette et Gueliaa présentent les rendements les plus élevés 21.2 % et 18.5%, respectivement, alors que les extraits bruts des graines (Gueliaa) et des feuilles de la région de Mensoura présentent des rendements moyens 10.5 % et 8.96 % respectivement.

**Tableau VII :** Rendements, aspects et couleurs des extraits méthanoliques.

Résultat	Région			
	Gueliaa		Mensoura	Genzette
	Feuille	Graine	Feuille	Feuille
<b>Rendement (%)</b>	18.5	10.5	8.96	21.2
<b>Aspect</b>	Pâte collante	Pâte collante	Pâte collante	Pâte collante
<b>Couleur</b>	Vert foncé	Marron claire	Vert foncé	Vert foncé

La différence des rendements des extraits peut s'expliquer par la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre. Néanmoins, il est difficile de comparer nos résultats avec ceux de la bibliographie, car le rendement n'est que relatif et semble être lié aux propriétés génétiques ainsi qu'à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage de la récolte (**Halmi, 2015**), dépend aussi de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée.

- **Huile essentielle**

Les huiles essentielles obtenues à partir feuilles (des trois régions) et graines (Gueliaa) de *P. lentiscus* présentent un aspect liquide et limpide, elle est de couleur jaune dégageant une odeur aromatique, très puissante et pénétrante. Le rendement a été déterminé par rapport au poids du matériel végétal séché. Les résultats obtenus montrent que les trois régions présentent un rendement très faible en huile essentiel.

Nos résultats sont nettement inférieurs à ceux obtenus par **Ferradji, (2011)** et **Bammouet *al.*(2015)**, qui ont reculés des rendements en huile de l'ordre de 0.16 %, 0.14, 0.17% du poids des feuilles de *Pistacia lentiscus L.*, respectivement.

Les raisons de cette variabilité peuvent être expliquées par les différences des conditions environnementales (climat et situation géographique), la période de la récolte et la technique de distillation. Il est aussi à noter que la production des huiles essentielles et aromatiques à partir de la plante résulte d'une série de régulations physiologique, biochimique et métabolique.

- **Alcaloïdes**

L'extraction liquide-liquide des alcaloïdes par la méthode de Soxhlet permis d'obtenir des rendements variables entre les régions. Par ailleurs, on a trouvé que les feuilles de la région de Genzette présentent le rendement le plus important (2.11%) par apport aux autres régions (tableau VIII). Ces différences peuvent être expliquer par le changement de la situation géographique et le climat de trios régions de récolte.

**Tableau VIII:** Rendements des alcaloïdes.

<b>Régions</b> <b>Extraits</b>	<b>Gueliaa</b>	<b>Mensoura</b>	<b>Genzette</b>
<b>Feuilles</b>	0.19	0.33	2.11
<b>Graine</b>	0.10	-	-

- **Huiles fixes**

Les huiles fixes obtenues à partir des feuilles et des graines de pistacia présentent un aspect liquide et limpide, elles sont de couleur vert foncé. Il est intéressant de noter que les rendements des huiles fixes issus des feuilles plus importantes à ceux des graines.

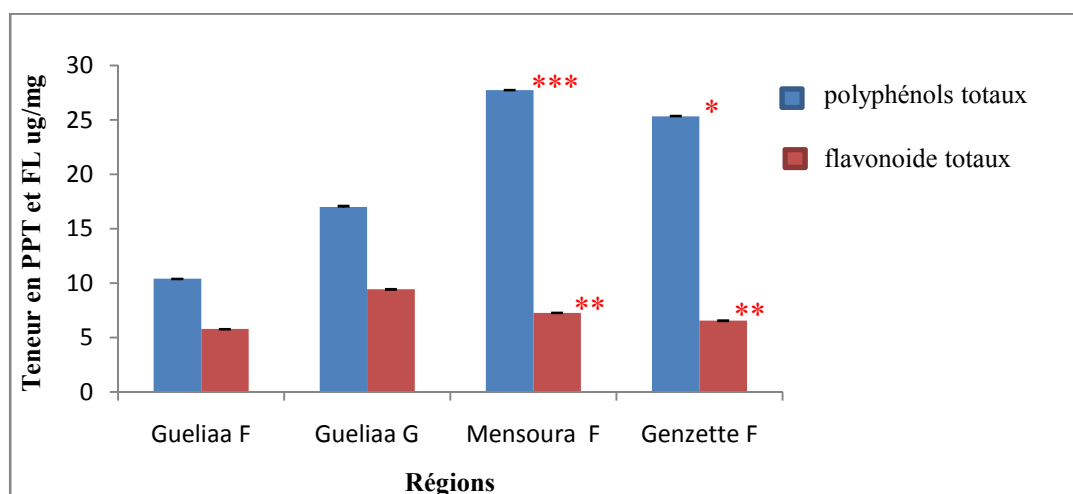
## 1.2. Analyses phytochimique quantitatives

### 1.2.1. Polyphénols totaux

La teneur en phénols totaux a été estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec différentes concentrations d'acide gallique (voire l'annexe). Les résultats obtenus sont exprimés en ug équivalent d'acide gallique par mg de l'extrait séché (ug EAG/1mg EXS) (figure12).

L'interprétation des résultats indique que les extraits méthanolique des feuilles des deux régions Mensoura et Genzette présentent une teneur important en polyphénols par rapport à l'extrait méthanolique des feuilles et des graines récolté de la région de Gueliaa.

Comparativement à d'autres travaux effectués sur la même plante, la teneur en composés phénoliques qu'on a dosé est moins important par rapport à celle trouvé par **Benhammou, (2006)** ; **Arab et al. (2014)**, qui ont montré que le taux en phénols totaux dans l'extrait brut de *Pistacia lentiscus* L. peut aller jusqu'à 65.5 mg EAG /g d'extrait sec.



**Figure12** : Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes des extraits méthanolique.

(\*) Différence significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.05$ ).

(\*\*) Différence hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.01$ ).

(\*\*\*) Différence très hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.001$ ).

### 1.2.2. Flavonoïdes

La concentration des flavonoïdes dans chaque extrait a été calculée à partir de l'équation de régression de courbe d'étalonnage établie avec la quercétine par mg de matière végétale sèche (voire l'annexe). Les teneurs des flavonoïdes correspondantes sont rapportées en microgramme d'équivalents de quercétine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EAG/ mg d'extrait}$ ). Les résultats obtenus montrent que tous les extraits présentent un faible taux en flavonoïdes. En effet l'extrait méthanolique des graines récolté de la région de Gueliaa révèle une teneur important en flavonoïdes par rapport aux autres échantillons (figure12).

Ceci est en contradiction avec la littérature ; **Ebrahimzadehet al. (2008)** révèlent que les feuilles de *Pistacia lentiscus* L. sont riche en flavonoïdes.

Les variations de teneur en polyphénols et flavonoïdes sont régies par la composition

chimique des extraits, qui est déterminée par le génotype de la plante et relativement influencée par d'autres facteurs comme l'origine géographique, environnementale et les conditions agronomiques et expérimentales.

## 2. Activité antioxydante

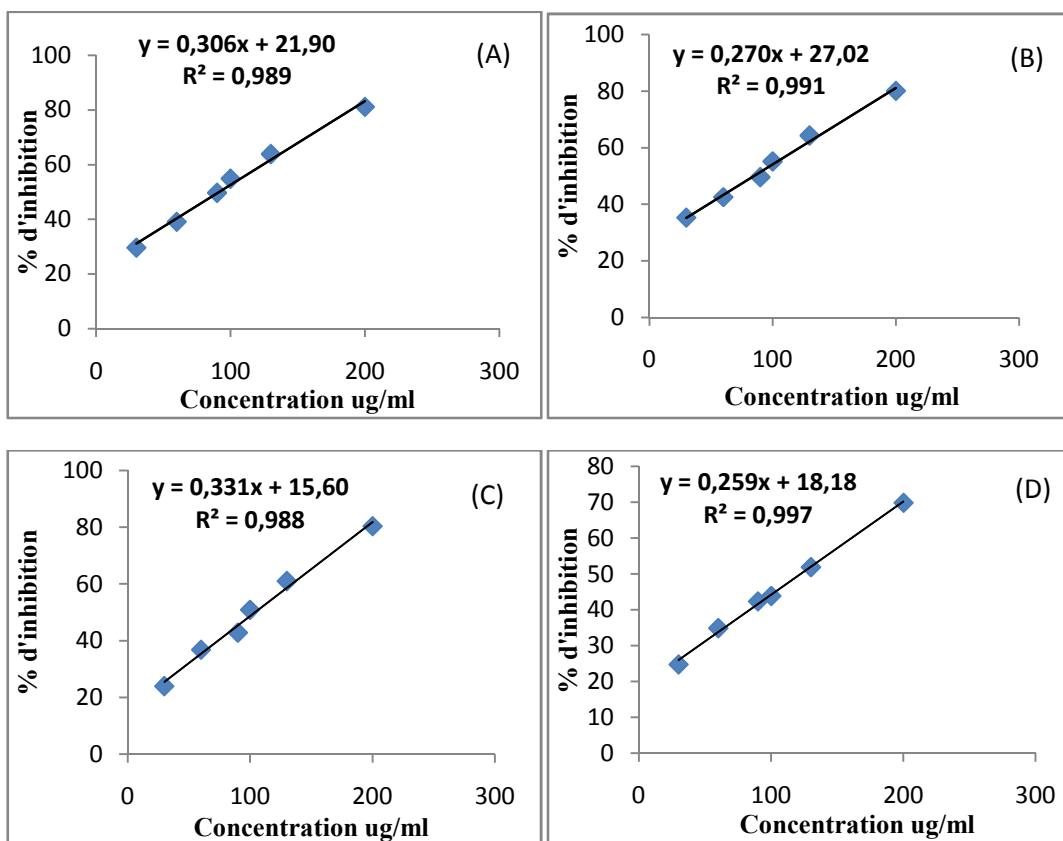
### 2.1. Piégeage du radical libre DPPH

Le radical DPPH est l'un des substrats les plus utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa solubilité, et la simplicité de l'analyse (Bozin et al., 2008).

La capacité antioxydante des huiles fixes et d'extraits méthanoliques de la plante est mesurée en termes de capacité de piégeage des radicaux en suivant la réduction de l'absorbance d'une solution de DPPH qui s'accompagne par un passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 517nm. L'intensité de cette couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu réactionnelle.

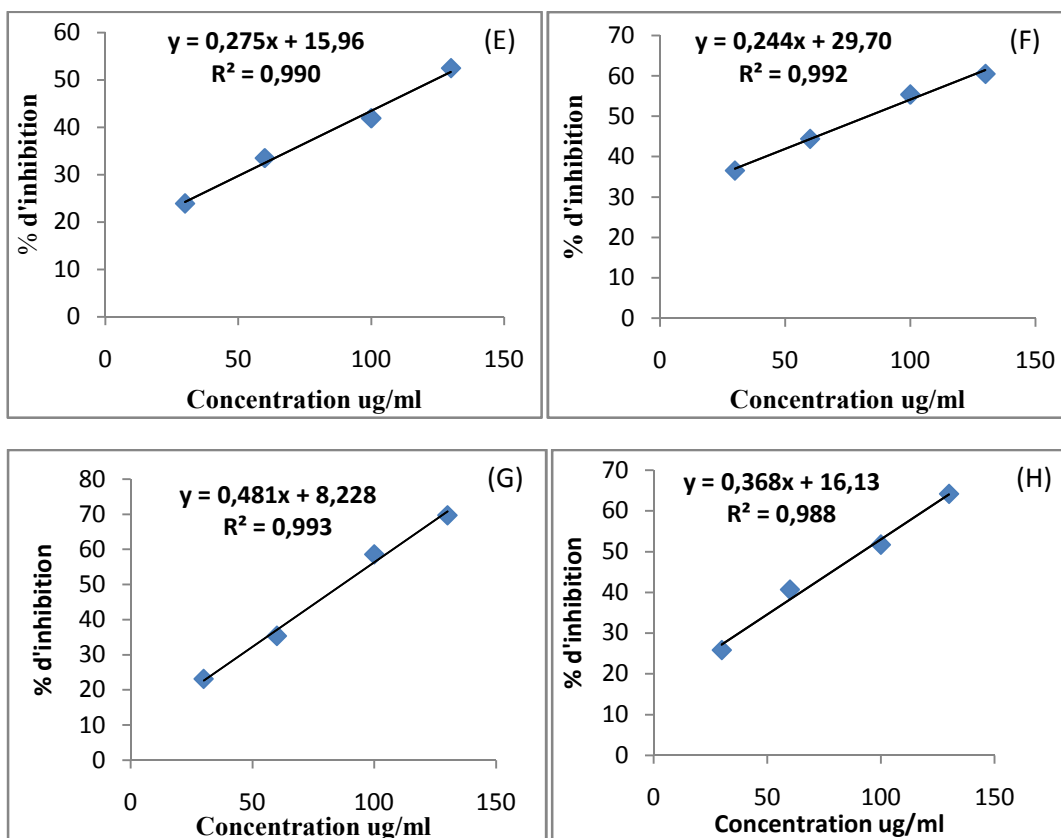
Les résultats obtenus sont présentés sous forme des graphes de pourcentage de réduction du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits (figure13,14) en comparaison avec le pourcentage de réduction de DPPH par l'acide ascorbique qui est utilisé comme molécule de référence (voire l'annexe). A partir de ces courbes nous pouvons déterminer la valeur de l'IC50 (tableau IX).

Les résultats obtenus montrent que l'espèce *Pistacia lentiscus*L. récolté des trois stations possède un potentiel antioxydant modéré. En effet, à la faible concentration (30 ug/ml) la plante exerce une inhibition de 29.67% (pour l'extrait méthanolique) et 36.59%(pour les huiles fixes), et pour une concentration de 200 ug/ml de l'extrait méthanolique, le pourcentage d'inhibition atteint 81.14%.Cependant une concentration de 130ug/ml des huiles fixe est capable d'inhibé la radical à 69.73%.



(A) :Genzette,(B) :Mensoura,(C) :Gueliaa (graines), (D) : Gueliaa(feuilles)

**Figure13 :** Pourcentages d’inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations des extraits méthanolique de trois régions.



(E) :Gueliaa (feuille), (F):Gueliaa (graine), (G) : Mensoura(H) :Genzette

**Figure 14 :** Pourcentages d’inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations d’huiles fixe des trois régions.

❖ **Détermination d’IC 50**

Les valeurs IC50 déterminées en ug/ml exprimant la concentration de l’extrait nécessaire pour le piégeage et la réduction de 50% de DPPH. Les faibles valeurs d’IC50 indiquent le pouvoir antioxydant le plus fort.

**Tableau IX :** Les valeurs d’IC50 des extraits méthanolique et des huiles fixes de trois régions.

Régions	GueliaaF		GueliaaG		Mensoura F		Genzette F	
Extrait	MeOH	Huile fixe	MeOH	Huile fixe	MeOH	Huile fixe	MeOH	Huile fixe
IC50 (ug/ml)	122.8	123.7	103.9	86.8	85.1	83.19	91.8	92.03

L'interprétation des résultats montre que l'extrait brut et l'huile fixe préparées à partir des feuilles récoltés de Mensoura présentent le plus important pouvoir antioxydant (IC50= 85.1ug/ml et 83.19ug/ml, respectivement) par rapport aux autres extraits.

En revanche, tous les extraits de la plante récoltée de trois régions présentent des IC50 élevé par rapport à celle de l'acide ascorbique (4.43 ug/ml), et par conséquent une activité antioxydante moins importante.

Le pouvoir antioxydant est probablement dû à la teneur en composés phénoliques présents dans les feuilles et les graines de *Pistacia Lentiscus* L, et peut être influencé par les facteurs écologiques.

## 2.2. Test de réduction du fer : FRAP

L'activité antioxydante la plante a été évaluée en utilisant la méthode de FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible. La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de  $Fe^{3+}$ / complexe ferricyanide à la forme ferreux. Par conséquent,  $Fe^{2+}$  peut être évalué en mesurant l'augmentation de la densité de la couleur bleue dans le milieu réactionnel à 700 nm.

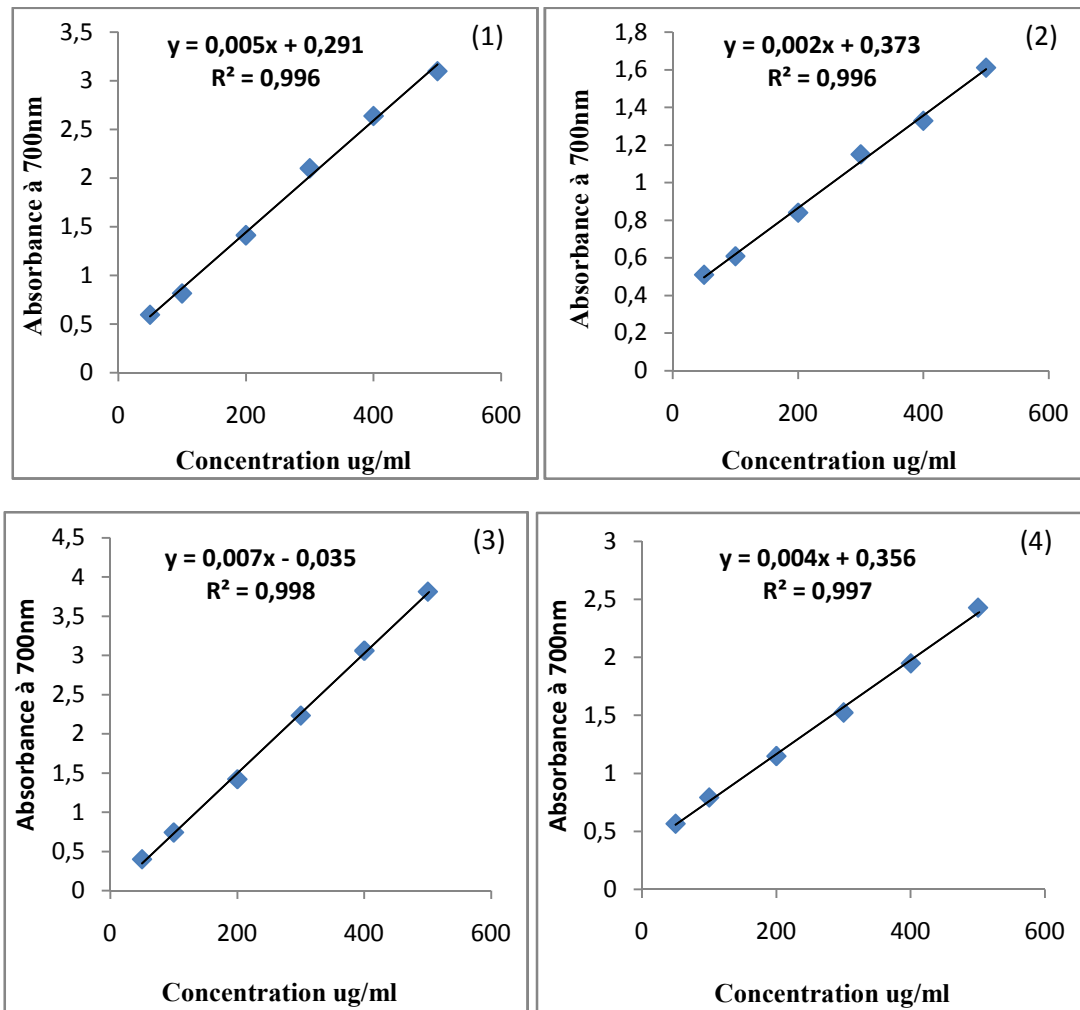
Interprétation des résultats obtenus montre que le pouvoir réducteur de fer est proportionnelle à l'augmentation des concentrations des extraits (extrait méthanolique, huile fixe) (figure 15, 16).

En effet, tous les extraits de *Pistacia lentiscus* L. (méthanoliques et huile fixe) des trois régions présentent des pouvoirs réducteurs modérés. Ceci est reflété par l'obtention de densités optiques (DO) faible à des concentrations élevé (500 ug/ml).

D'autre part, nous avons constaté que la réduction du fer par l'antioxydant de référence (vitamine C)(voire annexe)est plus importante que celle des extraits de la plante.

Le pouvoir réducteur des extraits de la plante est probablement dû à la présence de groupement hydroxyle dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneur d'électron.

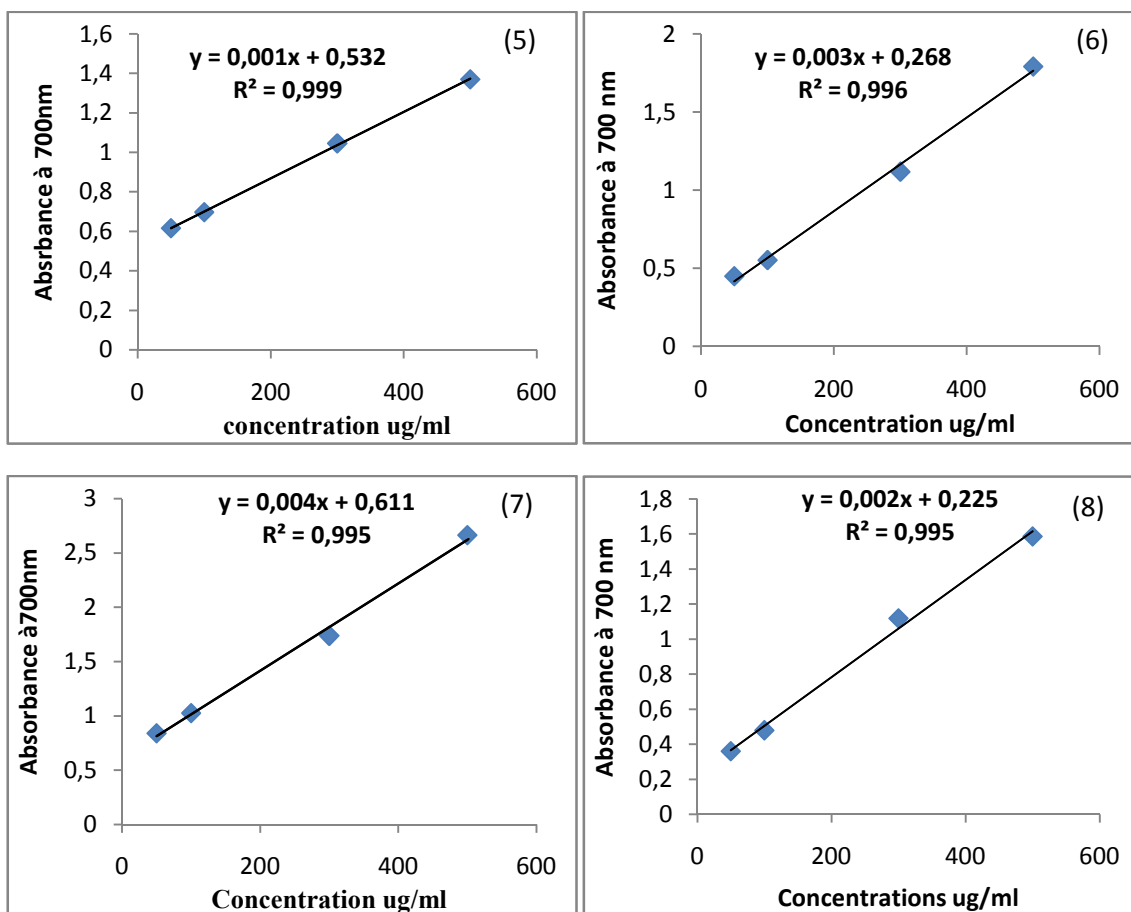
Quelques études antérieures ont également montré que le pouvoir réducteur d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (Bougandoura et Bendimerad, 2012).



(1) : Gueliaa(feuille), (2):Gueliaa (graine), (3):Mensoura, (4) : Genzette.

Figure 15 :Pouvoir réducteur des extraits méhanolique de *Pistacia Lentiscus*L. de trois régions.





(5) : Gueliaa (feuille), (6) : Gueliaa (graine), (7) : Mensoura (feuille), (8) : Genzette (feuille).

Figure 16 : Pouvoir réducteur des huiles fixe de *PistaciaLentiscus*L.de trois régions.

### 3. Analyse pédologique

Le travail réalisé est une caractérisation physico-chimique des trois échantillons du sol. Dans le but d'arriver à une connaissance approfondie du milieu (pH, conductivité électrique, teneur en calcaire, taux d'humidité et matière organique) (tableau X). Afin d'étudier les relations existantes entre la nature du sol et la distribution des espèces notamment l'espèce *Pistacia lentiscus* L. autour de l'étage thermo-méditerranéen en Algérie.

**Tableau X:** Paramètres physico-chimiques du sol.

Région Paramètre	Gueliaa	Mensoura	Genzette
pH eau distillé	8.363 ± 0.038	8.507 ± 0.086	8.307 ± 0.012*
pH Kcl(0.1N)	8.08 ± 0.017	7.87 ± 0.035***	8.373 ± 0.015***#
pH Kcl(1N)	8.06 ± 0.026	7.863 ± 0.060**	8.4 ± 0***#
Conductivité (µs/cm)	196.6 ± 66.30 T= 22.9°C	122.9 ± 43.92* T= 22.73°C	979.33 ± 370.20***# T= 22.63 C°
Calcaire total (%)	15.00	16.875	15.938
Matière organique(%)	63.26	71.22	60.10
Humidité (%)	0.11	0.16	0.127

(\*) Différence significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.05$ ).

(\*\*) Différence hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.01$ ).

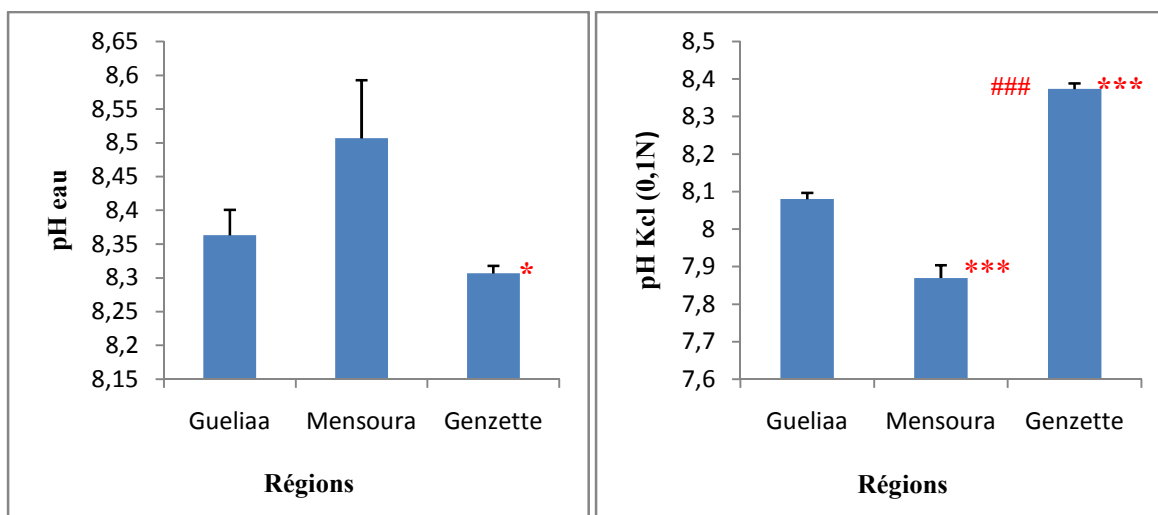
(\*\*\*) Différence très hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.001$ ).

(#) Différence très hautement significative par rapport à Mensoura ( $p < 0.001$ ).

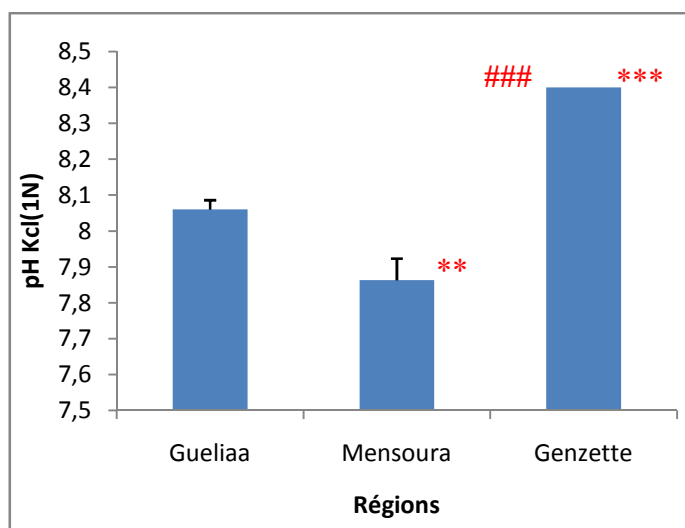
#### 3.1. pH

Le pH du sol est une notion permettant de façon précise de désigner la réaction du sol. Le pH fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols, car leur degré d'acidité ou de basicité joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante, il a une influence sur trois composantes importantes de la fertilité d'un sol : la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale. Il importe donc de corriger le pH du sol et de l'amener à la valeur optimale de croissance de chaque culture.

Les résultats de l'analyse du pH présentés dans le tableau X et les figures (17, 18,19), indique que le pHeau et pH KCl de toutes les régions sont moyennement basiques, il est compris entre (7.8– 8.5). Selon les normes d'interprétation du pH du sol, cité par **Diaea/Drha/Seen (2008)**, le pH de nos échantillons caractérisé par une alcalinité modérée. Cette alcalinité peut être attribuée à la présence des carbonates, favorisant ainsi la fixation des métaux (**Moral et al.,2002**). De plus, les sols des régions arides, sont caractérisés généralement par des pH alcalins ( $7.5 > \text{pH} > 8.5$ ) (**Hafouda, 2005**).



**Figure17:** pH eau du sol des trois régions. **Figure 18:** pH KCl (0.1N) du sol des trois régions.



**Figure 19:** pH KCl (1N) du sol des trois régions.

(\*) Différence significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.05$ ).

(\*\*) Différence hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.01$ ).

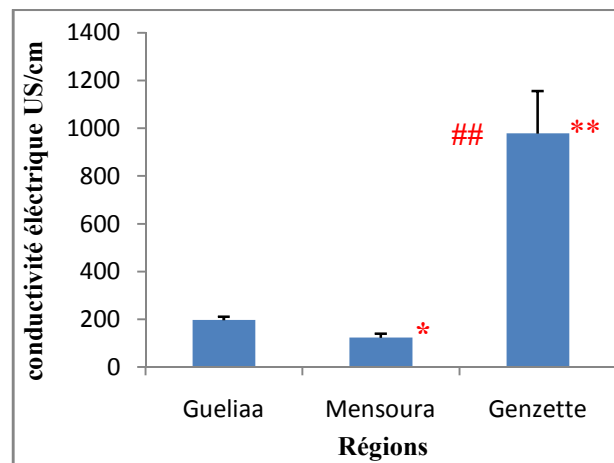
(\*\*\*) Différence très hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.001$ ).

(#) Différence très hautement significative par rapport à Mensoura ( $p < 0.001$ ).

### 3.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique détermine la quantité totale des sels solubles correspondant à la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels présents dans le sol.

En se basant sur l'échelle de salure de **Aubert (1978)**, l'analyse des résultats de la conductivité électrique trouvés (tableau X, figure 20), reflète que les deux stations Mensoura et Gueliaa sont classées dans la catégorie non saline, tandis que la station de Genzette présente une salinité faible.



**Figure 20:** Conductivité électrique du sol des trois régions.

(\*) Différence significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.05$ ).

(\*\*) Différence hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.01$ ).

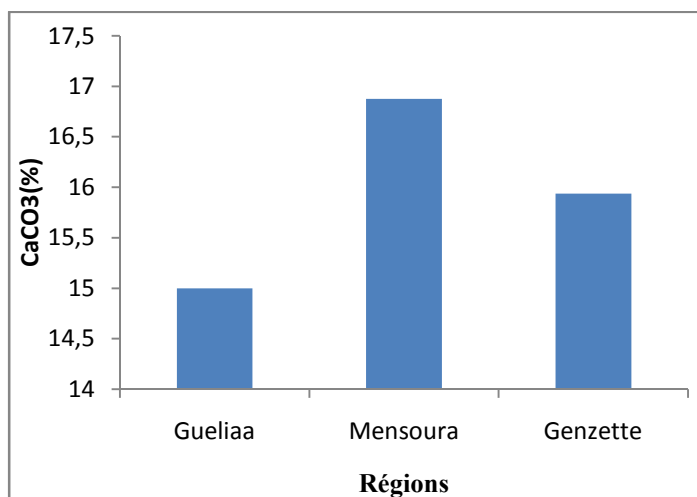
(\*\*\*) Différence très hautement significative par rapport à Gueliaa ( $p < 0.001$ ).

(#) Différence hautement significative par rapport à Mensoura

### 3.3. Calcaire total

Selon les résultats de nos analyses (tableau X), et en comparaison avec la classification de **Baize (2000)**, toutes les régions sont marquées par des taux moyens de calcaire (figure21), On peut dire que le sol des trois stations d'étude est modérément calcaire.

En milieu semi-aride et subaride, les transferts de matière ont lieu de façon dominante à l'état solide : galets, sables, et suspensions, que ce soit dans l'eau ou dans l'air. C'est par des apports éoliens que l'on peut expliquer des accumulations calcaires importantes dans des régions où les roches carbonatées sont absentes ou en très faible proportion ; des poussières ont pu y être déposées par le vent (**Vogt, 1984**).

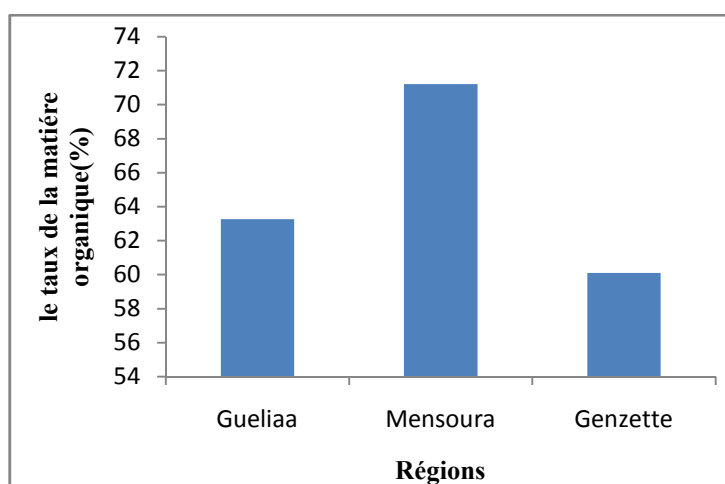


**Figure 21 :** Taux de calcaire du sol des trois régions.

### 3.4. Matière organique

La matière organique a un rôle central dans la structuration du sol et participe à sa stabilité vis-à-vis des agressions extérieures, elles contribuent à la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau. Elle stimule l'activité biologique, étant à la fois source d'énergie et d'éléments nutritifs pour les organismes du sol (**Ruiz, 1998**). Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques.

D'après la classification de **Hafouda (2005)**, l'interprétation des résultats montre que les trois échantillons du sol étudié sont très riches en matières organiques (tableau X, figure 22).



**Figure 22:** Taux de la matière organique du sol des trois régions.

La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La matière organique se décompose plus rapidement à des

températures plus élevées, si bien que les sols des climats plus chauds tendent à contenir moins de matière organique que ceux des climats plus frais (S.A.S.C, 2009).

### 3.5. Humidité pondérale

L'eau joue un rôle essentiel dans tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui se produisent dans le sol. Elle pourra entrer en compétition avec les molécules organiques pour l'adsorption sur les matériaux solide, entraînant une baisse de l'adsorption des polluants lorsque le taux d'humidité du sol augmente (Sayyad *et al.*, 2010).

L'humidité du sol peut être liée à la texture et à la conductivité du sol. Plus le sol est lourd plus l'humidité est grand, et l'humidité tend à croître avec l'élévation de la salinité.

La figure 23 et le tableau X représentent le taux d'humidité de nos échantillons du sol, dont le taux est très faible pour les trois stations.

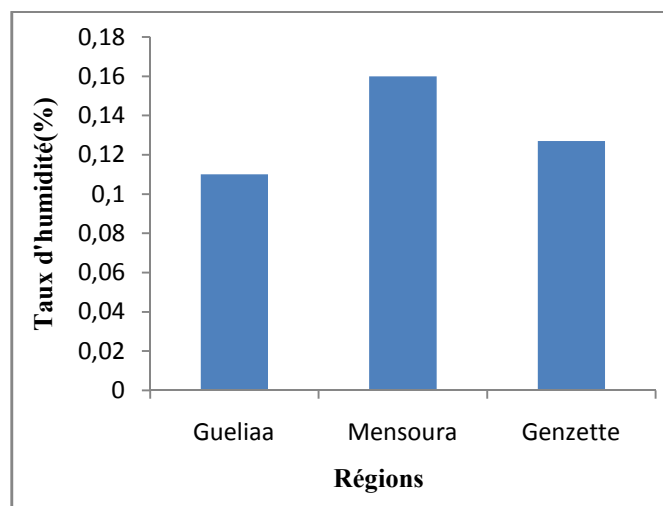


Figure 23 :Taux d'humidités du sol des trois régions.

Borsali (2013), a exposé que la teneur en eau gravimétrique des sols dépend en premier lieu des conditions climatiques (températures et précipitations) précédant les prélèvements et que cette diminution des teneurs en eau pourrait être une conséquence des impacts du dernier feu sur certaines propriétés physico-chimiques des sols et sur la végétation.

### Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. La majorité des médicaments actuels sont des copies concentrées de remèdes végétaux, notamment les polyphénols qu'ils sont les composés les plus intéressants et les plus étudiés de nos jours. Dans ce contexte, nous avons essayé d'évaluer *in-vitro* l'activité antioxydante des résidus bruts et des huiles fixes extraites de la plante *Pistacia lentiscus* L. utilisée en médecine traditionnelle en Algérie.

L'extraction par macération des extraits méthanoliques à partir des feuilles et des graines de *Pistacia lentiscus* L. a permis d'obtenir des rendements plus importants que ceux des alcaloïdes et des huiles fixes.

L'extraction des HES a été réalisée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger avec un rendement très faible.

L'analyse phytochimique réalisée, a révélé la richesse de notre plante en composés phénoliques.

L'activité antioxydante des extraits méthanoliques et des huiles fixes a été évaluée par deux techniques ; la technique de réduction du radical libre DPPH et le test de réduction du fer (FRAP). Le premier test démontre que la plante possède une capacité considérable de neutraliser le radical DPPH. D'autre part le test de FRAP montre que les extraits de la plante présentent des pouvoirs réducteurs modérés.

Le sol est un milieu vivant et fragile, qui abrite d'intenses échanges et transformations biologiques et physico-chimiques. Il est à ce titre une interface biologique et géochimique déterminante dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes.

La présente étude suppose que les caractéristiques chimiques et physiques du sol affectent significativement les types de végétation dans les zones étudiées. En effet, la caractérisation physico-chimique des sols étudiées a révélé quelques caractères communs aux trois sols, à savoir : un pH à alcalinité moyenne, une faible salinité, une humidité résiduelle très faible, un taux moyen en calcaire et la richesse en matière organique.

Ces résultats restent préliminaires et nécessitent des études complémentaires approfondies à différents niveaux de l'approche à travers une caractérisation fine et poussée de ces extraits par d'autres techniques telles que la CPG/SM ou HPLC/SM afin de bien établir

une relation structure-activité. Il s'avère aussi intéressant d'évaluer des autres activités biologiques de la plante (activité antimicrobienne, anti-inflammatoire, anti-hémolitique ...).



## Références bibliographiques

### (A)

**Adida H., Benariba N., Bechiri A., Chekroun E. & Djaziri R., 2016** : Étude phytochimique et évaluation du pouvoir antiradicalaire des extraits de *Pituranthos scoparius*. *Phytothérapie* **14** (4), 207-212.

**Afanas'ev I.B., 2009** : Signaling mechanisms of oxygen and nitrogen free radicals. CPC Press ,1-7.

**Ahmed M., Khan M. I., Khan M. R., Muhammad N., Khan A.U. & Ali Khan R., 2013** : Role of medicinal plants in oxidative stress and cancer. *Open Access Scientific Reports* **2** (2) ,1-3.

**Ahmed M., Khan M. I., Khan M. R., Muhammad N., Khan A.U. & Ali Khan R., 2013** : Role of medicinal plants in oxidative stress and cancer. *Open Access Scientific Reports* **2** (2) ,1-3.

**Ait Said S., 2011** : Stratégies adaptatives des deux espèces du genre *Pistacia* (*P-lentiscus* et *P- atlantica* Desf). Aux conditions d'altitude, de salinité et d'aridité : Approches morpho-anatomique, phytochimiques et écophysiologique. Thèse de Doctorat en biologie végétale. Université de Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou ,180.

**Albayrak S., Aksoy A. & Sagdic O., 2013** : In vitro antioxidant and antimicrobial activity of some Lamiaceae species. *Iranian Journal of Science &Technology* **1**, 1-9.

**Alloune R., Liazid A. & Tazerout M., 2012** : Etudes comparatives de deux plantes oléagineuses locales pour la production du biodiesel en Algérie. *Revue des Energies Renouvelables SIENR'12 Ghardaïa*, 19 – 22.

**Annie., pierre J. 2014** : Guide des arbres et arbustes de France .éditions sud oueste. Loire offset titoulet à Sainte –Etienne **42**, 78-80.

**Aouar K. & Benrokia H., 2015** : Etude de l'activité Antibactérienne des extraits de *Pistacia lentiscus* Mémoire de Master en analyses Biologiques et Biochimiques. Isolés à partir d'une plante médicinale Mémoire de Master en Toxicologie et Santé Université des Frères Mentouri Constantine, 2.

**Aouinti F., Zidane H ., Tahri M., Wathelet J. P. & Elbachiri A.,2013**: Chemical composition mineral contents and antioxidant activity of fruits of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *J. Mater. Environ. Sci* **5** (1),199-206.

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

**Aubert G., 1978** : les sols sodiques en Afrique du Nord .Annale de l'INA, Alger, 185-19.

### (B)

**Baize D. & Jabiol B., 1995** : Guide pour la description des sols collection Technique et pratique INRA Paris **257**.

**Baize D., 2000** : Guide des analyses en pédologie, technique et pratique : expression, présentation, interprétation, 2<sup>ème</sup> éd, INRA-paris, 255.

**Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E. H., Ibibijen J. & Nassiri L., 2015 :** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences* **86**,7966 - 7975.

**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.

**Behih Y. & Ben Amrouche S., 2017 :** Screening phytochimique et analyse pédologique de la plante « *Pinus halpensis* mill. » récolté de trois régions (Ghilassa, Ksour, Ouacif). Mémoire de Master en Phytopathologie. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 29- 35.

**Belfadel F., 2009 :** Huil de fruits de *Pistacia lentiscus*, caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Mémoire de Magister en chimie organique. Université Mentouri Constantine, 8-11.

**Benhammou N., 2006 :** Etude des activités antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et des composés phénolique de *pistacia lentiscus*, *pistacia atlatica* et *inula viscosa* de la région de Tlemcen. Thèse de magister .université Aboubekr Belkaid, 85-95.

**Bensaci M. & Hadj mokhnache M., 2015 :** Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de l'huile fixe de *Pistacia lentiscus* Mémoire de Master en Biochimie Moléculaire et Santé, Université des Frères Mentouri Constantine, 15 17.

**Borsali ., 2013 :** Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques des sols des pinèdes (*Pinushalepensis*) de la wilaya de Saïda (Humidité au champ), Université Abou-Bekr Belkaid –Tlemcen, 51 – 71.

**Bottinelli N., 2010 :** Evaluation de la structure et la perméabilité d un sol en contexte de non labour associé a l apport d effluent délevage : role de l activité lombricienne. Thèse Doctorat Université Européenne de Bretagne, 165.

**Bouekhatem M.N., Hamaidi M. S., Saidi F. & Benomier K., 2010 :** Extraction, composition et valorisation de l'eau aromatique de géranium rosat dans la dermopharmacie .Nature et Technologie.

**Bougandoura N. & Bendimerad N., 2012 :** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie* **09**,14-19.

**Bouldjadj R., 2009 :** étude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait aqueux lyophilisé d'*Artemisia herba alba*. Université de Constantine.

**Bozin B., Mimica-Dukic N., Bogavac M., Suvajdzic L.J., Simin N., Samojlik I. & Couladis M., 2008 :** Chemical composition, antioxidant and antibacterial properties of *Achillea collina* Bekker ex Heimerl s.l. and *annonica* scheele essential oils. *Molecules* **13** (9), 2058–2068.

**Bruneton J., 1999 :** Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales, édition, Technique et Documentation cashan, 647 - 673.

(C)

**Cai H., 2005** : Hydrogen peroxide regulation of endothelial function: Origins, mechanisms and consequences. *Cardiovascular Research* **68** (1) ,26-36.

**Cardenas-Rodriguez N., Huerta-Gertrudis B., Rivera-Espinosa L., Montesinos-Correa H., Bandala C., Carmona-Aparicio L. & Coballase-Urrutia E., 2013** : Role of oxidative stress in refractory epilepsy: evidence in patients and experimental models. *International Journal of Molecular Sciences* **14** ,1455-1476.

**CCDB., 2011**: Annuaire Economique et Social Chambre De commerce et De industrie Des Bibans Bordj Bou Arreridj.

**Charbon G., Bjorn L., Mendoza-Chamizo B., Frimodt-Moller J. & Lobner-Olesen A., 2014** : Oxidative DNA damage is instrumental in hyperreplication stress-induced inviability of *Escherichia coli*. *Nucleic Acids Research* **42** (21) ,13228-13241.

**Chekchaki N., Boumendjel A., Debabi S.H., Salem L. & Messarah M., 2015** : Effets anti- inflammatoires de *Pistacia lentiscus* dans un modèle d'asthme expérimental, *Thérapeutiques / Revue française d'allergologie* **3**, 266–273.

**Chemali S., Merzougui k ., 2006** : Contribution a L'étude de la désertification au sud de la wilaya de BBA Mémoire d ingénieur , Université FARHAT ABBAS - SETIF.

**Chiasson H. & Beloin N., 2007** : Les huiles essentielles, des biopesticides « nouveau genre ». *Bulletin de la Société d'entomologie du Québec. Antennae* **14**, 1- 3.

**Clement M. & Pieltain F., 2003** : Analyse chimique des sols, méthodes choisies. Ed. TEC, Paris.

**Cotticelli M.G., Crabbe A.M., Wilson R.B. & Shechinov 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.

(D)

**Delattre J., beaudeau j. L. & Bonnefont R., 2005** : Radicaux libres et stress oxydant: aspects biologiques et pathologiques. Lavoisier édition TEC & DOC éditions *medicales internationales* Paris, 1 - 405.

**Dellai A., Souissi H., Borgi W., Bouraoui A. & Chouchane N., 2013** : Anti-inflammatory and anti-ulcerogenic activities of *Pistacia lentiscus* L. leaves extracts, *Industrial Crops and Products* **49**, 879– 882

**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.

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

**Diaea, Drha, Seen., 2008** : Direction de l'irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole, Service des Expérimentation, des Essais et de la Normalisation-Rabat.

**Djerrou Z., 2011** : Etude des effets pharmaco-toxicologique de plante médicinales d'Algérie : l'activité cicatrisante et innocuité de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus* L. Thèse de Doctorat en sciences. Université Mentouri Constantine, 156.

**DJIGAL D; 2003** : Intractions entre la communauté microbienne du sol et les nématodes bactérioses: effet sur la nutrition minérale et la croissances de différentes plantes. Thèse Doctorat Université Cheikh AntaDiop de Dakar, 166.

**Dob T., Dahmane D. & Chelghoum C., 2006** : Chemical Composition of the Essential Oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *Journal of Essential Oil Research* **17**, 642-644.

**Dogan Y., Baslar S., Aydin A. & Mert A.H., 2003** : A Study Of The Soil-Plant Interactions Of *Pistacia Lentiscus* L. Distributed In The Western Anatolian Part Of Turkey. *Acta Bot. Croat* **62** (2), 73–88.

**Duchaufour P., 1994** : Pédologie : sol, végétation, environnement. MASSON éditeur 120, boulevard Saint germain 72380 paris cedex 06.

**Duran-Bedolla J., Rodriguez M. H., Navor V. S., Arancibia S. R., Cerbon M. & Rodriguez M. C., 2013** : Oxidative stress: production in several processes and organelles during *Plasmodium* sp development. *Oxidants and Antioxidants in Medical Science* **2** (2), 93-100.

#### (E)

**Ebrahimzadeh M.A., Pourmorad F. & Bekhradnia A.R., 2008** : Iron chelating activity, phenol and Flavonoids content of some medicinal plants from Iran. *African Journal of Biotechnology* **7** (18), 318.

#### (F)

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

**Ferradji A., 2011** : Activités antioxydante et anti- inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies *Pistacia lentiscus*. Mémoire Magister en biochimie appliqué, université Ferhat Abbas, Sétif, 21-22-28.

#### (G)

**Gardner R., Salvador A. & Moradas-Ferreira P., 2002** : Why does SOD overexpression sometimes enhance, sometimes decrease, hydrogen peroxide production? A minimalist explanation. *Free Radical Biology and Medicine* **32** (12), 1351-1357.

**Georgé S., Brat P., Alter P. & Amiot J.M., 2005** : Rapid determination of polyphénols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**, 1370-1373.

**Gregorich EG., 2003** : Modification de la matière organique du sol.

**Guerra L., 2007** : contribution a la connaissance des systèmes d'élevage bovin. Mémoire master en agronomie Université Farhat Abbas Sétif, 16.

**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)

**Hafouda L., 2005** : Caractérisation et quantification de la salinisation du sol et de la nappe dans la vallée de Oued Rhir, Thèse de magister INA. Alger.

**Halliwell A. & Gutteridge M.C., 1990** : The antioxidant of human extracellular fluids. *Archives of biochemistry and biophysics* **280**, 1-8.

**Halliwell B., 2013** : The antioxidant paradox: less paradoxical now ? *Br J Clin Pharmacol* **75** (3), 637-44.

**Halmi S., 2015** : Étude chimique et botanique. Approche biologique et pharmacologique d'*Opuntia ficus indica*.

**Hamiani A., Kambouche N. & Bellahouel S., 2016** : Chemical Composition and Antioxidant Potential of *Pistacia lentiscus* L. Essential Oil from Oran (Algeria), 541- 542.

**Hannan A., Karan S. & Chatterjee T. K. A., 2012** : Comparative 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.

**Hellal Z., 2012** : Contribution à l'étude de propriété antimicrobiennes et anti oxydantes de certaines huiles essentielles extraits des citrus. application sur la sardine (*sardina pilchardus*). Thèse de magister en biologie. université mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou, 40.

**Houba V.J.G., Van Der J.J. & Novozamsk I., 1995** : Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 5B : Soil analysis procedures, other procedures. Wageningen : Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agricultural University.

**Hubert., 2008** : Modélisation des diffractogramme de minéraux Argilux En Assemblages complexes dans deux sols de climat tempéré Implication Minéralogique et pédologique Thèse de doctorat Université de poitiers, 176.

#### (J)

**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)

**Karagozler A., Erdag B. & Calmazemek Y., 2008** : Antioxydant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastate*, *Food Chemistry* **111**, 400-407.

**Khiari M., Kechrid Z., Klibet F., Elfeki A., Shaarani M. S. & Krishnaiah D., 2018** : NiO nanoparticles induce cytotoxicity mediated through ROS generation and impairing the antioxidant defense in the human lung epithelial cells (A549): Preventive effect of *Pistacia lentiscus* essential oil. *Toxicology Reports* **5**, 484–486.

**Krief S., 2003** : Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle, 32.

(L)

**Laboubee C., 2007** : Retour au sol des matières organiques nécessaire à leur maintien en état en sols agricoles.

**Laraba M., Ouassaa, G. & Serrat A., 2016** : Etude in vitro de l'activité antioxydante des polyphénols.

**Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., Chen F. & Jiang Y., 2007** : Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food chemistry* **102**, 771-776.

**Ljubuncic P., Song H., Cogan U., Azaizeh H. & Bomzon A., 2005** : The effects of aqueous extracts prepared from the leaves of *Pistacia lentiscus* in experimental liver disease. *J of Ethnopharmacology* **100**, 198–204.

**Louni D., 1994** : Les forêts algériennes. *Forêt méditerranéenne* **15** (1), 59-63.

**Lozet J. & Mathieu C., 2002** : Dictionnaire de sol. 4ème Ed. Lavoisier, Paris 575.

(M)

**Maamei–Habibatni Z., 2014** : *Pistacia lentiscus* L : Evaluation pharmaco-toxicologique. Thèse de Doctorat en sciences. Université de Constantine I, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine, 138.

**Mansouri N., Satrani B., Ghanmi M., El Ghadraoui L., Guedira A. & Aafi A., 2011** : Composition Chimique, Activité antimicrobienne et Antioxydante de l'huile essentielle de *Juniperus Communis* du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 80- 791 - 805-801.

**McLean E.O., 1982** : Soil pH and lime requirement. In *methods of soil analysis*. Part 2. 2<sup>ème</sup> édition, 199-224.

**Menon R., 2014** : Oxidative stress damage as a detrimental factor in preterm birth pathology. *Frontiers in Immunology* **5** (567), 1-14.

**Meziti A., 2008** : Activité antioxydante des extraits des graines de *Nigella sativa* L. Etude in vitro in vivo. Mémoire de Magister Université de Batna, 1.

**Miwa S., Muller F.L. & Beckman K.B., 2008** : The basics of oxidative biochemistry. In: *Oxidative stress in aging*. *Aging Medicine*, 11-35.

**Moral R., Cortes A., Gomez I. & Mataix-Beneyto J., 2002** : Assessing changes in Cd phytoavailability to tomato in amended calcareous soils. *Bioresource Technology* **85** (1), 63-68.

**Mostafa E., Mohammed B., Mubarak C., Mezni F., Labidi A., Msallem M., Boussaid M., Khouja M.L. & Khaldi A., 2014** : Influence of harvest date on fatty acid composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* L. edible oils, *J. Mater. Environ. Sci* **5** (6) ,1703-1708.

(N)

**Naghibi F., Mosaddegh M., Motamed S.M. & Ghorbani A., 2010** : Labiatae Family in folk Medicine in Iran :from Ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* **2**,63-79.

(O)

**O'Mahony J.A., Fox P.F. & Kelly A.L., 2013** : Indigenous enzymes of milk advanced dairy chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects. 4th Edition, Springer Science Business Media New York, 337-385.

**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)

**Pan Y., Wang Khuang S., Wang H., Mu X., He C., Ji X., Zhang J. & Hang F., 2008** : Antioxydant activity of micro wave assisted extract of longan (*Dimocarpus Longan* Lour) peel, *Food Chemistry* **106** 1264 – 1270.

**Popovici C., Saykova I. & Tylkowski B., 2009** : Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel* **4**, 25-39.

**Proestos C., Lytoudi K., Mavromelanidou O. K., Zoumpoulakis P. & Sinanoglou V. J., 2013** : Antioxidant capacity of selected plant extracts and their essential oils. *Antioxidants* **2**, 11-22.

(Q)

**Quezel P. & Santa S., 1962-1993** : Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S **2**, 1170.

**Qusti S Y., Abo-khatwa A. N. & Bin Lahwa M. A., 2010** : Screening of antioxidant activity and phenolic content of selected food items cited in the holly quran. *ejbs* **2** (1), 40-51.

(R)

**Rahal A., Kumar A., Singh V., Yadav B., Tiwari R., Chakraborty S. & Dhama K., 2014** : Oxidative stress, prooxidants and antioxidants: the interplay. *BioMed Research International*, 1-14.

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

**RUIZ T., 1998** : Eléments de modélisation et contribution expérimentale à l'étude du transport réactif dans un sol non saturé. Thèse de doctorat, Université Montpellier **2**,167.

(S)

**S.A.S.C., 2009** : L'agriculture durable et la conservation des sols Processus de dégradation des sols, Réduction du taux de matière organique, 2.

**Sanchez- moreno C., 1998** : Methods used to evaluate the radical scavenging activity in foods and biological systems international journal of foods science and technology **8** (3), 121-137.

**Sandalio L.M., Rodriguez-serrano M., Romero-puertas M. & Ddel rio L., 2013** : Role of peroxisomes as a source of reactive oxygen species (ROS) signaling molecules. In: peroxisomes and their key role in cellular signaling and metabolism, subcellular biochemistry. Springer Science Business Media Dordrecht, 233-249.

**Sayre L.M., Moreira P.I., Smith M.A. & Perry G., 2005** : Metal ions and oxidative protein modification in neurological disease. Ann. Ist. Super. Sanità **41** (2), 143-164.

**Sayyad G., Afyuni M., Mousavi S.F., Abbaspour K. C., Richards B. K. & Schulin R., 2010** : Transport of Cd, Cu, Pb and Zn in a calcareous soil under wheat and safflower cultivation-A column study. Geoderma **154**, 311-320.

**Soltner D., 2005** : Les bases de production végétale. 24 éditions. Tome I, Paris, 472.

#### (T)

**Talbi H., Boumaza A., El-Mostafa K., Talbi J. & Hilali A., 2015** : Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L.) Mater. Environ. Sci **6** (4), 1111-1117.

**Touyz R.M., Chignalia A. & Sedeek M. 2010** : Reactive oxygen species, oxidative stress and hypertension. In: Studies on cardiovascular disorders, oxidative stress in applied basic research and clinical practice, Springer Science Business Media, 281-315.

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

**Trabelsi H., Olfa A., Cherif F., Sakouhi P.V., Justin R., Nathalie B. & Paul M., 2011** : Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry*. Epub.

#### (V)

**Vogt T., 1984** : Problèmes de genèse des croûtes calcaires quaternaires, Questions on the genesis of quaternary calcaretes. Laboratoire de géographie physique en milieu tempère, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 210-220.

#### (Y)

**Yan L.J., 2014** : Positive oxidative stress in aging and aging-related disease tolerances. *Redox Biology* **2**, 165-169.

**Yang Y. & McClements D. J., 2013** : Vitamin E bioaccessibility : Influence of carrier oil type on digestion and release of emulsified  $\alpha$ -tocopherol acetate. *Food Chemistry* **141**, 473-481.



(Z)

**Zhu Q., Qian Y., Zheng Z. P., Lo C., Chen F. & Wang M., 2012** : Natural polyphenols alleviated lipid peroxidation– induced modification on BSA. *Journal of functional foods*.

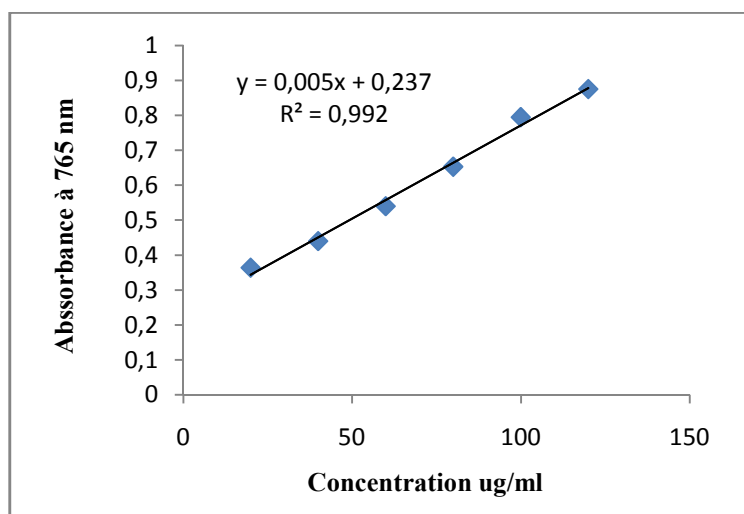
**-Site internet-**

**Site web 1:** Annuaire mairie « Bordj bou arreridj » : [http://www.annuaire-mairie.fr/ville-bordj-bou-arreridj.html](http://www.annuaire-mairie.fr/ville-bordj-bou-arreridj.html "Ville de BordjBou Arreridj") "title="Ville de BordjBou Arreridj">Bordj Bou Arreridj</a>. Consulté le 25/05/2018.

**Site web 2:** Annuaire mairie « Bordj bou arreridj » : [http://www.annuaire-mairie.fr/ville-bordj-bou-arreridj.html](http://www.annuaire-mairie.fr/ville-bordj-bou-arreridj.html "Ville de BordjBou Arreridj") "title="Ville de BordjBou Arreridj">Bordj Bou Arreridj</a>. Consulté le 25/05/2018.

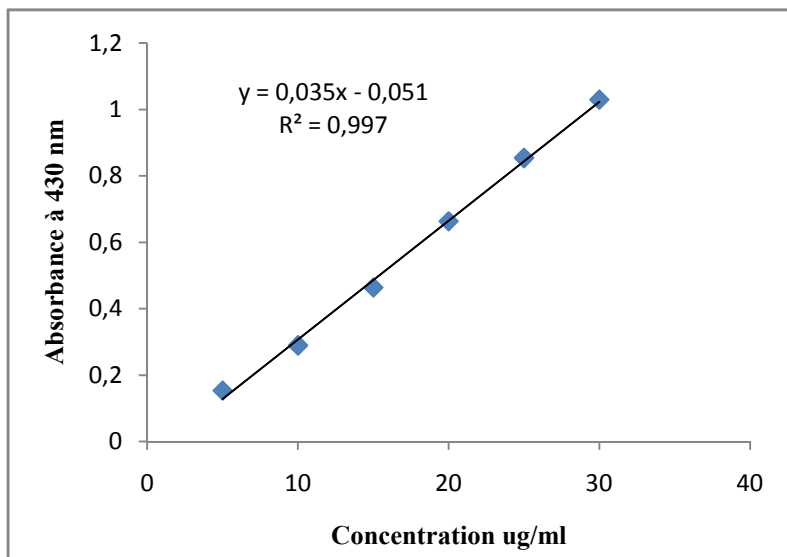
## Annexes

### 1. Dosage des polyphénols totaux



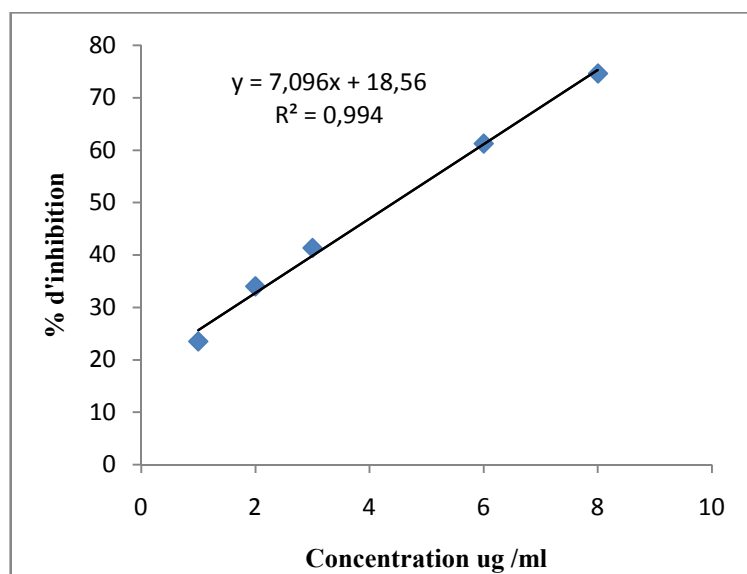
**Figure 1** : Gamme d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne de trois essais).

### 2. Dosage des flavonoïdes



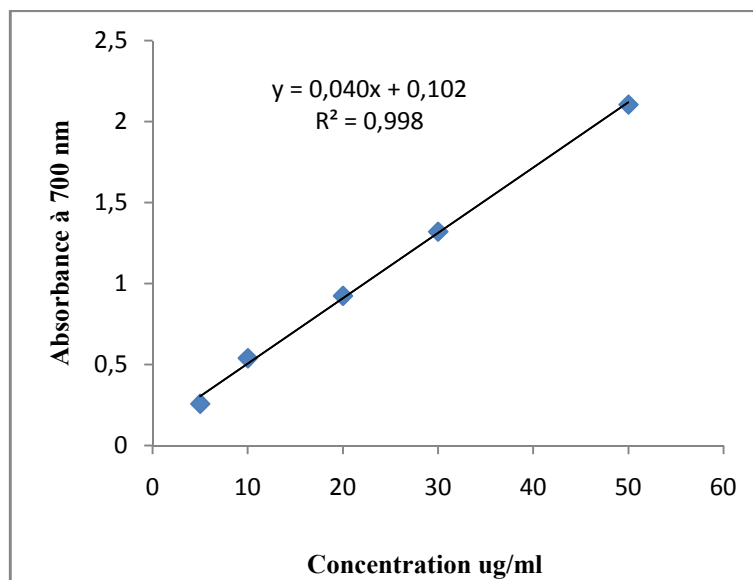
**Figure 2** : Gamme d'étalonnage de la quercétine (moyenne de trois essais).

### 3. Piégeage du radical libre DPPH



**Figure 3 :** Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations de l'acide ascorbique.

### 4. Test de réduction du fer : FRAP



**Figure 4:** Pouvoir réducteur de fer de l'acide ascorbique.

## ملخص:

تحتوي النباتات الطبية على عدد كبير من المركبات الفعالة مثل المركبات الفينولية، الضرر هو نبات طبي له خصائص علاجية تتطلب مزيداً من الدراسات المعمقة لمكوناتها ونشاطها البيولوجي ولهذا فإن الهدف من دراستنا هو دراسة المحتوى الكيميائي تقييم نشاط المضاد للأكسدة وتحليل التربة للمناطق التي تحصلنا فيها على النبتة.

تم الحصول على مردود متفاوت للمستخلصات (مستخلص الميثانول، الزيت، قلويدات) التي أعدت من مختلف أجزاء النبات (أوراق والبذور) إلا أن مردود الزيت الأساسي المستخلص بطريقة التقطير كان ضعيفاً.

حيث أظهر التحليل الكيميائي للنبات المحصل عليه من المناطق المدروسة أنه غني بالمركبات الفينولية.

أثبتت دراسة النشاط المضاد للأكسدة للزيت والمستخلص الميثانولي بطريقة محاصرة الجذور الحرة وارجاع الحديد أن نشاطهما معتدل.

كما كشف نتائج اختبار الحموضة (7.8- 8.5) للمناطق الثلاثة المدروسة أنها تتماثل مع المناطق شبه القاحلة حيث تم الكشف أن نبات الضرر يستقر في تربة منخفضة إلى متدلة قاعدياً وهذا النوع من النباتات يفضل أيضاً التربة غير المالحة وهو مقاوم للجفاف (معدل الرطوبة منخفض في المناطق المدروسة).

أظهرت نتائج التحاليل التربة المدروسة أن كل المناطق غنية جداً بالمواد العضوية وبالبحر الجيري الكلي.

الكلمات المفتاحية: نبات الضرر-قلويدات- مستخلص ميثانول- زيت- زيت أساسي- دراسة المحتوى الكيميائي-النشاط المضاد للأكسدة- تحليل التربة.

## Abstract :

Medicinal plants are an inexhaustible source of bioactive compounds such as phenolic compounds. Pistacia Lentiscus L., possess therapeutic virtues which require more in-depth studies on their components and their biological activities.

The objective of our work is the phytochemical study, the evaluation of the antioxidant activity of the different extracts of the plant Pistacia lentiscus L. and the soil pedological analysis of the harvesting areas of the plant.

Variable yields were obtained for the different types of extracts (methanolic extract, alkaloids and fixed oils) prepared from the different organs (leaves and seeds) of Pistacia lentiscus L. from the three studied stations (Gueliaa, Mensoura, Genzette). Moreover, the extraction of essential oils by hydrodistillation gave enormously low y

Phytochemical analysis of the plant collected from the three stations revealed its richness in phenolic compounds.

The study of antioxidant activity of methanolic extracts and fixed oils evaluated by two techniques : the free radical reduction, technique DPPH and the iron reduction test (FRAP) confirms that the extracts of the plant have moderate antioxidant activity

The results of the pH analysis (7.8 to 8.5) of the three oils samples studied, consistent with oil data from semi-arid regions. Revealed that Pistacia lentiscus to moderately basic soils. This plant also prefers non-saline soils, it is a species resistant to drought (low humidity levels at the three stations). These oils analyzed seem to be rich in total limestone and very rich in organic matter.

**Key words:** Pistacia lentiscus L, Alkaloid, methanolic extract, fixed oil, essential oil, phytochemical analysis, antioxidant activity, soil analysis.