

---

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent



Faculté des Sciences  
Département de science de la nature et de la vie

### Mémoire

Pour l'obtention du Diplôme de Master en sciences biologiques

Option : Biochimie

Présenté par :

**Bourouis** Nor el-houda

**Benni** Hanaa

**Boukabouya** Kheira

---

**Contribution à l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité  
antioxydante de la plante « *Pistacia lentiscus* » de la région d'Ain  
Témouchent**

---

Encadrant : M. Farid BENNABI

Maitre de conférences "B" à C.U.B.B.A.T.

Soutenu le 30 septembre 2020

Devant le jury composé de :

---

Présidente : Mme Ouadah Amina	« MCB »	C.U.B.B.A.T
Examinatrice : Mme Brixi Gormat Nassima	« MCB »	C.U.B.B.A.T
Encadrant : M. BENNABI Farid	« MCB »	C.U.B.B.A.T

---

### **Remerciements :**

*En premier lieu, nous remercions notre bon Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience pour la réalisation de ce travail.*

*Nous exprimons tout d'abord nos profonds remerciements à **Mr.BENNABI Farid** maitre de conférence classe B, au centre universitaire d'Ain Temouchent pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique.*

*Sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordés, nous ont permis de réaliser ce travail.*

*Merci infiniment pour les nombreuses heures investies dans la correction du présent manuscrit.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre présidente de jury **Mme Ouadah Amina** maitre de conférence classe B, au centre universitaire Belhadj Bouchaib, d'avoir accepté de juger notre travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde sympathie*

*Nos remerciements vont également à **Mme Brixi Gormat Nassima** maitre de conférence classe A au centre universitaire Belhadj Bouchaib, pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail en acceptant de l'examiner pour l'enrichir par ses propositions.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et toute notre gratitude, à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation.*

*Aux personnels du laboratoire de biochimie du Centre universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain Témouchent pour leur aide, en particulier **Mr Mhamedi Walid**, pour ses efforts déployés pour notre travail je vous remercie très chaleureusement de m'avoir continuellement encouragé pour votre soutien scientifique pour votre gentillesse, aussi à **Melle Soussi Chahinez**, **Mme Meftahi Chokria** et **Mr Rahmani Khaled**, pour leurs professionnalismes. Vous nous avez permis de passer tout nos travaux dans des bonnes conditions.*

*Enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*

# ***Dédicaces***

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de Gratitude A dieu de tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'accordés on soutien durant les périodes les plus difficiles, et surtout cette année en raison du corona virus.*

*A **Ma chère mère** pour ses encouragements, sa tendresse, sa disponibilité et ses sacrifices durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.*

*A **mon chère père**, pour son soutient son aide et sa compréhension.*

*A mes chers frère et sœur : **Aziz et Ikram** .*

*A chère ma tante maternelle : **Najet** et ces enfants .*

*A **chère ma grande mère** qu'elle repose en paix.*

*A mes binômes de ce travail : **Nor el- houda et Kheira** qui ont cru en moi et qui ont toujours encouragé, et avec qui j'ai passé des années inoubliables.*

*A mes amis : **Houda, Hanane, Karima, Farah.***

*A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

***Hanaa***

# ***Dédicaces***

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

*A **ma chère mère** pour ses encouragements, sa tendresse, sa disponibilité et ses sacrifices durant toutes mes années d'étude Merci de m'avoir soutenu tant moralement que matériellement pour que je puisse atteindre mon but, et de vos prières pour moi.*

*A **mon cher père** qui ont toujours souhaité notre réussite et qui m'ont permis d'atteindre mes objectifs dans mes études et dans ma vie*

*A **ma grand-mère chérie***

*Qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur dans les deux vies.*

*A ma très belle sœur **Khadija** et sa petite princesse **Amani***

*A mes chers frère **Ali** et **Yahia***

*A ma très chère cousine maternelle **Karima** qui étaient toujours là pour m'écouter, me reconforter et m'encourager dans les moments de doute*

*A **toute ma famille***

*A Mes Amies **Hanaa** et **Kheira***

*Que j'ai Vécues Avec Elles Des Beaux Moments Au Cours De Mon Coursus A l'université*

*A Tous Ceux Qui Ont Pris Place Dans Mon Cœur Et A Tous Ceux Qui m'ont Aidé De Près Ou De Loin.*

***Nor el-houda***

# ***Dédicaces***

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de Gratitude A dieu de tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'accordés on soutien durant les périodes les plus difficiles, et surtout cette année en raison du corona virus.*

*A **Mon cher père**, pour son sacrifice et soutien pour sa disponibilité ses encouragements, et ses sacrifices sa tendresse durant toutes mes années d'étude qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.*

*A **ma chère mère** qu'elle repose en paix que dieu repose son âme, pour toute ce quelle a donner durant toute sa vie grâce à elle je suis à ce niveau de réussite.*

*A mes chères sœurs : **Chahra** et **Nassima** qui m'ont toujours encouragé et à coté de moi sans oublier ses maries **Kacem** et **Sid-Ahmed** .*

*A mes cousines mes sœurs **Imene** et **Malika** .*

*A **chère mon grand père**.*

*A les petits de la famille les enfants de mes sœurs **Fatima** et **Ilies**.*

*A mes binômes de ce travail : **Nor el houda** et **Hanaa** qui ont cru en moi et qui ont toujours encouragé, et avec qui j'ai passé des années inoubliables.*

*A mes amis : **Farah** , **Karima** .*

*A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire*

***Kheira***

## Résumé

Les plantes ont toujours fait partie de l'environnement de l'homme. ils ont d'abord été connus pour leurs propriétés nutritives puis ensuite pour leurs vertus thérapeutiques. L'une des caractéristiques principales des plantes médicinales est la grande diversité des utilisations que l'on peut en faire pour prendre soin de sa santé.

Par leur efficacité et leur action de fond, la phytothérapie aide à répondre aux principaux besoins de santé actuels et agit sans aggraver l'organisme, dans le plus grand respect du corps.

Nous avons donc choisi la plante médicinale « *Pistacia lentiscus* » dont notre travail porte sur l'étude photochimique et les activités antioxydants de cette plante.

Le screening photochimique montre la présence des tanins et trapézoïdes et une faible quantité de stérol, Flavonoïdes, quinones libres.

Nous avons choisi la méthode de test anti radicalaire (DPPH) pour étudier l'activité antioxydant de cette plante, les tests que on a fait montrent que tous les extraits (aqueux  $IC_{50} = 0.8731\text{mg/l}$ ), (méthanoïque  $IC_{50} = 0.8315\text{ mg/l}$ ), (éthanoïque  $IC_{50} = 0.634\text{ mg/ml}$ ), (cétonique  $IC_{50} = 1.2209\text{ mg/l}$ ), (d'éther de pétrole  $IC_{50} = 0.9032\text{ mg/l}$ ), (dichlorométhane  $IC_{50} = 2.2114\text{mg/l}$ ) de la plante médicinale étudiée renferment des activités antioxydants variables et importantes.

En conclusion, nous dirons que les résultats obtenus ont révélé que les extraits des feuilles de la plante de *Pistacia lentiscus* ont une importante activité antioxydante qui varie en fonction du solvant d'extraction et de la concentration

Mots clés : *Pistacia lentiscus* , polyphénols, tests phytochimiques, activité antioxydante.

## **Abstract**

Plants have always been part of the human environment. they were first known for their nutritional properties and then for their therapeutic properties. One of the main characteristics of medicinal plants is the wide variety of uses that can be made of them to take care of their health.

By their effectiveness and their basic action, herbal medicine helps meet the main current health needs and acts without attacking the body, with the greatest respect for the body.

We have therefore chosen the medicinal plant "*Pistacia lentiscus*" whose work focuses on the phytochemical study and the antioxidant activities of this plant.

The phytochemical screening shows the presence of tannins and terpenoids and a small amount of sterol, Flavonoids, free quinones.

We chose the anti-free radical test method (DPPH) to study the anti-oxidant activity of this plant, the tests that we have done show that all the extracts (aqueous IC<sub>50</sub> = 0.8731mg / l), (methanolic IC<sub>50</sub> = 0.8315 mg / l ), (ethanolic IC<sub>50</sub> = 0.634 mg / ml), (acetone IC<sub>50</sub> = 1.2209 mg / l), (petroleum ether IC<sub>50</sub> = 0.9032 mg / l), (dicloromethane IC<sub>50</sub> = 2.2114 mg / l) of the medicinal plant studied contain variable and significant antioxidant activities.

In conclusion, we will say that the results obtained revealed that the extracts of the leaves of the plant of *Pistcia lentiscus* have an important antioxidant activity which varies according to the extraction solvent and the concentration.

Key words: *Pistacia lentiscus*, polyphenols, phytochemical tests, antioxidant activity.

# Table de matière

<b>Introduction général .....</b>	<b>01</b>
<b>Première partie : Synthèse bibliographique.....</b>	<b>04</b>
<b>Chapitre1 : Généralité sur les plantes médicinales .....</b>	<b>05</b>
<b>1. Plante médicinale.....</b>	<b>05</b>
1.1. Généralité sur les plantes médicinales.....	05
1.2. La phytothérapie.....	05
1.2.1. Historique de la phytothérapie .....	05
1.2.2. Définition de la phytothérapie.....	06
1.3. La récolte et la conservation des plantes.....	06
1.4. Métabolisme secondaire.....	07
1.4.1. Définition .....	07
1.4.2. Principe actif des plantes médicinales.....	07
1.4.2.1. Les composé phénoliques.....	07
a. Les phénols.....	09
b. Les flavonoïdes.....	09
c. Coumarines .....	09
d. Les tanins.....	10
1.4.2.2. Les composés terpéniques.....	10
a. Les terpènes.....	11
b. Saponines.....	11
c. Les alcaloïdes.....	12
<b>Chapitre 2 : La plante médicinale sélectionnée.....</b>	<b>12</b>
1. Généralité sur <i>Pistacia lentiscus</i> .....	12
1.1. Nomenclature de la plante .....	12
1.2. Répartition géographique de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	12
2. Classification taxonomique.....	13
3. Description botanique.....	14

3.1.	Appareil végétatif.....	15
3.1.1.	Feuille .....	15
3.1.2.	Tige.....	15
3.1.3.	Ecorce.....	15
3.2.	Appareil reproducteur.....	15
3.2.1.	Fleur.....	15
3.2.2.	Fruit.....	15

**Chapitre 3 : Radicaux libres, les antioxydants, et le stress oxydatif.....16**

<b>1.</b>	<b>Radicaux libres.....</b>	<b>16</b>
1.1.	Définition.....	16
1.2.	Principaux radicaux libres.....	16
1.3.	Source des radicaux libres .....	17
1.3.1.	Source de production endogène .....	17
1.3.2.	Source de production endogène et exogène .....	18
<b>2.</b>	<b>Stress oxydatif .....</b>	<b>19</b>
2.1.	Définition .....	19
2.2.	Origine de stress oxydatif .....	19
2.3.	Conséquences de stress oxydatif.....	20
3.	Les antioxydants .....	20
3.1.	Le système de défense antioxydant .....	21
3.1.1.	Système de défense enzymatique .....	21
3.1.1.1.	La superoxyde dismutase.....	22
3.1.1.2.	Glutathion peroxydase.....	22
3.1.1.3.	Glutathion réductase.....	22
3.1.1.4.	La catalase.....	23
3.1.2.	Système de défense non enzymatique.....	23
3.1.2.1.	L'acide urique.....	23
3.1.2.2.	Glutathion réduit.....	24
3.1.2.3.	Vitamine E.....	24
3.1.2.4.	Vitamine C.....	25

**Deuxième partie : Matériel et méthode .....26**

1. Objectif.....	27
1.1. Etude des tests phytochimiques .....	27
1.2. Matériel végétal.....	29
2. Préparation des extraits .....	30
3. Détermination de rendement .....	34
4. Evaluation d'activité antioxydant .....	34
<b>Troisième partie : Résultat et discussion .....</b>	<b>38</b>
1. Tests phytochimiques.....	39
2. Le rendement .....	41
3. Evaluation d'activité antioxydant .....	43
<b>Quatrième partie : Conclusion général et perspectives.....</b>	<b>50</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>52</b>

# Liste des tableaux

**Tableau 1** : Les principaux composés phénoliques.....08

**Tableau 2** : La classification botanique de l'espèce *Pistacia lentiscus*.....13

**Tableau 3** : Les espèces réactives d'oxygène et de nitrogène (Haton, 2005).....16

**Tableau 04** : Représente les métabolites secondaires présentés dans la plante *Pistacia lentiscus*.....39

**Tableau05** : Représente les résultats de rendement de la plante *Pistacia lentiscus*.....41

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Structures chimique de composés phénoliques.....	<b>08</b>
<b>Figure 2</b> : Structure chimique de phénol.....	<b>09</b>
<b>Figure 3</b> : Noyau flavone.....	<b>09</b>
<b>Figure 4</b> : Structure chimique de cummarine.....	<b>10</b>
<b>Figure 5</b> : Structure chimique de Les tannins.....	<b>10</b>
<b>Figure 6</b> : Structure chimique de terpène.....	<b>11</b>
<b>Figure 7</b> : Structure chimique d'alcaloïde.....	<b>11</b>
<b>Figure 8</b> : La répartition géographique de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	<b>13</b>
<b>Figure 9</b> : Arbuste de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	<b>14</b>
<b>Figure10</b> : La Branche, les feuilles, les fleurs et fruites de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	<b>15</b>
<b>Figure 11</b> : Les origines des espèces réactives à l'oxygène ( <i>Poisson, 2013</i> ).....	<b>17</b>
<b>Figure 12</b> : Sources de production des radicaux libres.....	<b>18</b>
<b>Figure 13</b> : Origine des radicaux libre et espèces réactive oxygéné.....	<b>19</b>
<b>Figure 14</b> : Les différents antioxydants enzymatiques.....	<b>21</b>
<b>Figure 15</b> : Structure de la vitamine E.....	<b>24</b>
<b>Figure 16</b> : Structure de la vitamine C.....	<b>25</b>
<b>Figure 17</b> : La plante <i>Pistacia lentiscus</i> .....	<b>30</b>
<b>Figure 18</b> : La région de la récolte.....	<b>30</b>

<b>Figure 19:</b> Broyage de la plante <i>Pistacia lentiscus</i> .....	<b>30</b>
<b>Figure 20 :</b> Les différentes étapes de préparation des l'extraits.....	<b>31</b>
<b>Figure 21 :</b> Les étapes de l'extraction par les solvants.....	<b>32</b>
<b>Figure 22 :</b> Extraction aqueuse.....	<b>33</b>
<b>Figure 23 :</b> Piégeage du radical libre DPPH (Ramadan, 2010).....	<b>35</b>
<b>Figure 24 :</b> Préparation des solutions.....	<b>36</b>
<b>Figure 25 :</b> La lecture des concentrations par spectrophotomètre.....	<b>36</b>
<b>Figure 26 :</b> Représentation graphique de rendement des extraits des feuilles de la plante <i>Pistacia lentiscus</i> .....	<b>41</b>
<b>Figure 27 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait aqueux.....	<b>43</b>
<b>Figure 28 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait méthanolique.....	<b>43</b>
<b>Figure 29 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique .....	<b>44</b>
<b>Figure 30 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait acétonique .....	<b>44</b>
<b>Figure 31 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait dichlorométhane.....	<b>45</b>
<b>Figure 32 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait d'éther de pétrole .....	<b>45</b>
<b>Figure 33 :</b> Représentation graphique montre la comparaison entre les extraits par rapport à l' IC50.....	<b>46</b>
<b>Figure 34 :</b> Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de témoin acide ascorbique.....	<b>47</b>

**Figure 35** : Comparaison entre les témoins par rapport IC50.....47

**Figure 36** : Représentation graphique montre la comparaison des extraits avec les témoins par rapport à l'IC 50.....48

## Liste d'abréviation

<b><math>\alpha</math>-TOH</b>	<b><math>\alpha</math>-tocophérol</b>
<b>Asc-H<sup>-</sup></b>	<b>Anion Ascorbate</b>
<b>DPPH</b>	<b>2,2-Diphenyl-1-Picryl Hydrazyl</b>
<b>ERO</b>	<b>Espèces Réactives de L'oxygène</b>
<b>FeCl<sub>3</sub></b>	<b>Trichlorure de Fer</b>
<b>GPX</b>	<b>La glutathion Peroxydase</b>
<b>GSH</b>	<b>Glutathion Réduit</b>
<b>GSSG</b>	<b>Glutathion-Disulfure</b>
<b>GR</b>	<b>Glutathion Réductase</b>
<b>HCl</b>	<b>Chlorure D'hydrogène</b>
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Acide Sulfurique</b>
<b>HgCl</b>	<b>Chlorure de Mercure</b>
<b>KI</b>	<b>Iodure de Potassium</b>
<b>LOO<sup>~</sup></b>	<b>Un radical Lipidique Peroxyle</b>
<b>Mg</b>	<b>Magnésium</b>
<b>MAO</b>	<b>Monoamine Oxydase</b>
<b>NaOH</b>	<b>Hydroxyde de Sodium</b>
<b>NADPH</b>	<b>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate Hydrogen.</b>
<b>NH<sub>4</sub>OH</b>	<b>Ammoniaque</b>
<b>ONOO<sup>-</sup></b>	<b>Peroxynitrite</b>

<b>Ph</b>	<b>Potentiel Hydrogène.</b>
<b>ROS</b>	<b>Espèces Réactive De L'oxygènes</b>
<b>-SH</b>	<b>Le sulfhydrile</b>
<b>SO</b>	<b>Stress Oxydant</b>
<b>SOD</b>	<b>Superoxydes Dismutases</b>
<b>S-S</b>	<b>Un pont Disulfure</b>
<b>UrH2-</b>	<b>Urate</b>
<b>UV</b>	<b>Ultraviolet</b>
<b>XO</b>	<b>Xanthine Oxydase</b>
<b>XOR</b>	<b>Oxydoréductase</b>
<b>XDH</b>	<b>La xanthine Déshydrogénase</b>

# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et de soigner toutes sortes de maladies. Durant ces deux dernières décennies, la recherche en phytothérapie devient une des plus grandes préoccupations scientifiques **(Nyah et al., 2005)**.

La Phytothérapie est une médecine qui utilise des plantes « ou la seule "partie active" de ces plantes » ayant des propriétés thérapeutiques. Ces plantes sont appelées "plantes médicinales" **(Mohammedi, 2013)**

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés pharmacologiquement actifs **(Boukezata, 2015)**.

De nombreux extraits de plantes sont connus pour exercer leurs effets via des mécanismes antioxydants, soit en éteignant les espèces réactives de l'oxygène (ROS), en inhibant la peroxydation des lipides ou en stimulant les défenses antioxydantes des cellules **(Valko et al., 2007)**.

En effet, les plantes médicinales sont connues comme une source très riche en métabolites secondaires **(Hamad et al., 2011)**.

Les métabolites secondaires sont des composés biosynthétisés naturellement par les végétaux mais qui ne participent pas directement au métabolisme végétal **(Guillaume et al., 2005)**.

Les principales fonctions dans les plantes sont protection contre les virus, les maladies bactériennes, les infections fongiques, et résister à un stress environnemental **(Pegoraro, 2007)**.

Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications, la plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes augmente la

# Introduction générale

---

multiplication mitochondriale de radicaux (**Girodon et al., 2010**). Parmi les activités biologiques des plantes médicinales, ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydants en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer en combattant le stress oxydant (**Meddour et al., 2013**).

Nous avons donc choisi de parler sur la *Pistacia lentiscus* pour décrire une plantes qui a beaucoup de caractères, connu en Algérie sous le nom de Darou, situé dans la région de Ain Temouchent à Terga, cette plante est utilisée en médecine traditionnelle algérienne comme un agent astringent, expectorant et cicatrisantes justifiée par sa richesse en composants chimiques ayant une odeur aromatique telle que les huiles essentielles, les flavonoïdes, les tanins. (**Hamlat et al., 2008**).

Notre travail a été divisé en quatre parties ; dans la première partie une étude bibliographique qui regroupe trois chapitres dont le premier concerne la phytothérapie et généralité sur les plantes médicinales, le deuxième chapitre est consacré aux plante médicinale *Pistacia lentiscus* et classification. Nous donnerons dans le troisième chapitre les Radicaux libres, les antioxydants, et le stress oxydatif.

La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes utilisés dans ce travail qui porte sur :

- Préparations des extraits
- Etude photochimiques.
- L'évaluation de l'activité antioxydant des divers extraits.

La troisième partie nous présenterons les résultats obtenus et leurs discussions, et enfin Une conclusion résumera l'ensemble du travail réalisé.

**Première partie :**

**Synthèse bibliographique**

# Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

---

## 1.1 Généralité sur les plantes médicinales

Les plantes ont constituées depuis toujours la source majeure de médicament grâce à leur richesses en métabolites secondaires. Cependant, l'homme n'a découvert leurs vertus bénéfiques que par une approche progressive (**Salhi, 2010**)

Il y'a presque 500 000 plantes sur terre, environ 100 000 d'entre elles, possèdent des Propriétés médicinales contribuées à leur principes actifs qui agissent directement sur L'organisme. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie, elles Présentent en effet des avantages dont les médicaments conventionnels sont souvent dépourvus (**Iserin et al., 2001**).

Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui ont beaucoup de principes actifs différents (**Schaunberg et al., 2006**).

De plus, il est impératif de vérifier également l'absence de toxicité des plantes employées. L'usage de plantes médicinales locales, en réponse à des problèmes de santé peut-être perçu comme une alternative aux médicaments conventionnels (**Boukeloua, 2009**).

## 1.2 La phytothérapie

### 1.2.1 Historique de la phytothérapie

Le premier texte sur la médecine par les plantes a été gravé sur des plaques d'argile par les Sumériens, environ 3 000 ans avant JésusChrist.ils utilisaient des plantes telles le myrte, le chanvre et le thym. (**Clément, 2005**)

L'histoire de la phytothérapie est liée à celle de l'humanité, car dans toutes les cultures on a toujours compté sur les valeurs curatives des plantes pour soigner et guérir les hommes. (**Clément, 2005**)

En effet sur les 300 000 espèces végétales recensées sur la planète plus de 200 000 espèces vivent dans les pays tropicaux d'Afrique ont des vertus médicinales (**Millogo et al, 2005**).

# Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

---

La médecine par les plantes, dite phytothérapie, est très ancienne et s'est maintenue depuis sous la forme de pratiques populaires. Les connaissances nouvelles sur la fonction de l'organisme, les récentes découvertes sur les substances contenues dans les plantes et leur valeur thérapeutique ont revalorisé et renouvelé l'antique médecine par les plantes. Il existe sur la terre 380 mille variétés de plantes dont à peine 5% ont été plus ou moins étudiées, c'est-à-dire qu'il reste un champ quasi inépuisable à la phytothérapie. (Millogo et al, 2005).

## 1.2.2 Définition de la phytothérapie

La phytothérapie du mot grec « python » plante, et « therapeuein » soigné qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes » (Clément, 2005)

Elle repose essentiellement sur l'emploi des plantes médicinales. La plupart des plantes ne sont pas utilisées en entier, leurs principes actifs étant souvent concentrés dans une seule partie : racines, feuilles, fleurs...etc (Boukeloua et al., 2009).

Les plantes peuvent être présentées de diverses façons : fraîches ou séchées pour faire des infusions, en gélules, en huile essentielle ou en ampoule buvable. Toutefois, il est conseillé d'avoir recours à la phytothérapie sur avis médical (Dambri et al., 2014).

## 1.3 la récolte et la conservation des plantes

Concernant la récolte, plusieurs éléments interviennent : l'âge de la plante, l'époque de l'année, et les parties de la plante à récolter. Il y a en effet quelques règles à suivre si vous voulez obtenir les principes actifs de la plante récoltée.

Selon les plantes, vous récolterez différentes parties : les racines, les feuilles, les fleurs, l'écorce... La teneur en principes actifs n'est pas la même selon les parties utilisées. Vous pouvez utiliser les fleurs ou les feuilles d'une même plante pour soigner deux maladies différentes. (Groupe Eyrolles, 2003).

# Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

---

## 1.4 Métabolisme secondaire

### 1.4.1 définition

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires que sont les protéines, les glucides et les lipides (**Guignard, 2000**).

C'est un ensemble des voies métaboliques produisant des composés, généralement de faible poids moléculaire, qui n'ont pas de fonction apparente et vitale pour l'organisme (**Marouf et al., 2007**).

Ces composés diffèrent en fonction des espèces et, bien que leurs rôles soient encore mal connus, il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent (**Guignard, 2000**).

Ils ont aussi un rôle écologique, par exemple dans les mécanismes de défense des plantes contre les prédateurs animaux ou les pathogène ou contre les mycètes, les bactéries et les virus; ou contre d'autres plantes concurrençant pour la lumière, l'eau et les aliments; Composés de signal pour attirer la pollinisation (**Marouf et al., 2007**).

### 1.4.2 Principe actif des plantes médicinales

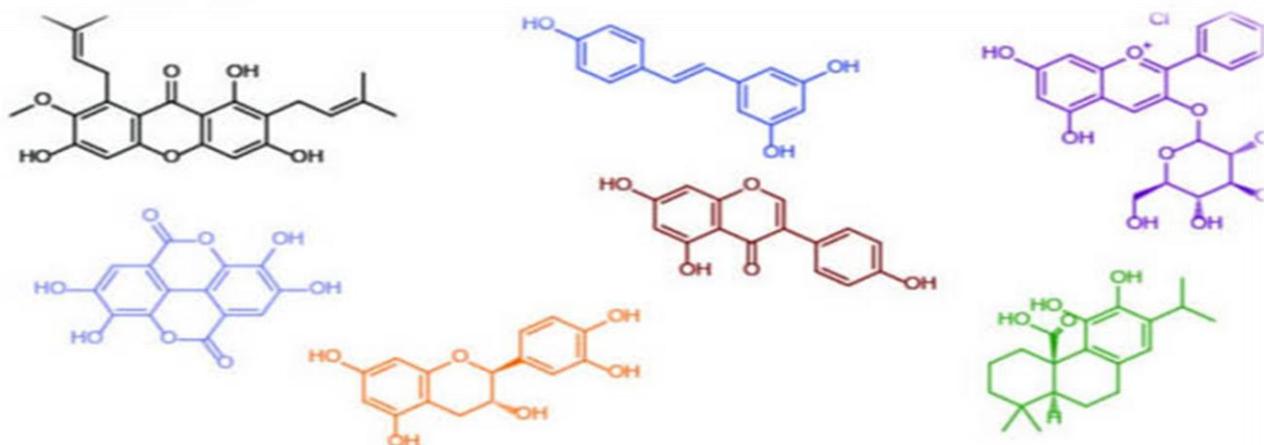
#### 14.2.1 Composé phénolique

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, caractérisés par la présence d'au moins d'un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une fonction ester, éther ou hétéroside (**Bruneton, 1999**).

On les trouve d'une manière générale, dans toutes les plantes vasculaires où ils peuvent être localisés dans divers organes : racines, tiges, feuilles, fleurs et fruit (**Dehak, 2013**).

Possèdent des propriétés anti-inflammatoire, antiallergique, antioxydants et protègent contre les maladies dégénératives comme les maladies cardiaque et le cancer (**Gani et al., 2012**).

# Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales



**Figure 1:** Structures chimique de composés phénoliques.

N° carb	Squelette base	Classe	Exemple
6	C6	Phénol simple	Catéchol(1)
7	C6-C	Acides phénoliques	Acide salicylique (2)
8	C6-C	Acétophénones	3-Acétyle-6-Méthoxybenzaldehyde(3)
9	C6-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidehydroxycinnamique</li> <li>• Phénylpropènes</li> <li>• Coumarines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acide caféique(4)</li> <li>• Eugénol(5)</li> <li>• Ombelliférone(6)</li> </ul>
10	C6-C	Naphtoquinones	Juglone(7)

**Tableau 1 :** Les principaux composés phénoliques

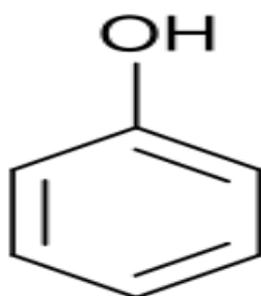
## Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

---

### a. Les phénols

Les phénols simples sont rares dans la nature (catéchol, phloroglucinol 1...). Les acides phénols sont des dérivés de l'acide benzoïque (**Acides hydroxybenzoïques**) ont une structure générale de base de type (**C6- C1**).

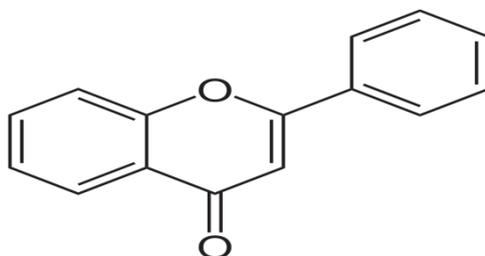
Ces molécules existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides ou de l'acide cinnamique (**Acides hydroxycinnamiques**) ont une structure générale de base de type (**C6-C3**). Existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. (Sarni et al., 2006).



**Figure 2:** Structure chimique de phénol

### b. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments incolores ou colorés. Ce sont constitués d'un grand groupe de composés polyphénoliques ayant une structure **benzo-γ-pyrone** et de façon ubiquitaire dans les végétaux (Kumar et al., 2013)

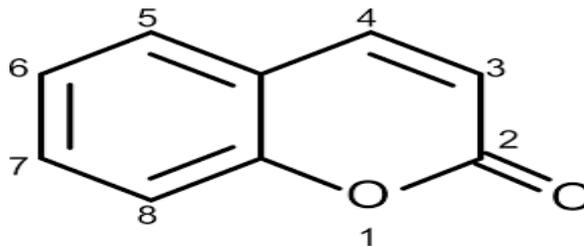


**Figure 3 :** Noyau flavone.

# Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

## c. Les coumarines

Les coumarines sont des substances naturelles dont la structure comporte le noyau **benzo- $\alpha$  pyrone** et sont des **2H-1-benzopyran-2-ones**, lactones des acides **ortho-hydroxyZ-cinnamiques**.

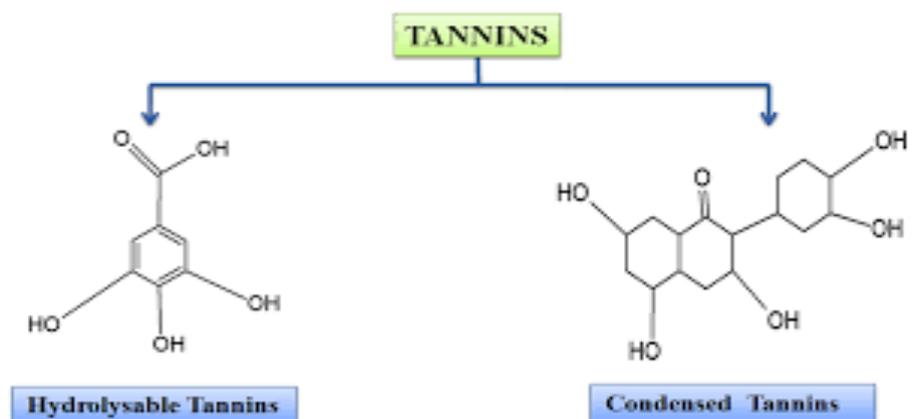


**Figure 4:** Structure chimique de coumarine

## d. Les tannins

Ce sont des composés phénoliques complexes d'origine végétale, En plus des réactions classiques des phénols, ils ont la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et de rendre la peau imputrescible en se fixant sur les protéines. (Anton et al., 1999) Il existe deux groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biosynthétique (Bauer et al., 2001).

- Les tanins hydrolysables.
- Les tanins condensés



**Figure 5:** Structure chimique de Les tannins

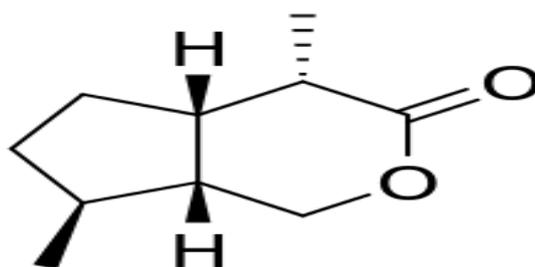
# Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

---

## Les composés terpéniques

### a. Les terpènes

Les isoprénoïdes sont des composés issus de la condensation d'unités de base à 5 carbones de type isoprène. On parle également de composés terpéniques ou terpénoïdes, l'unité monoterpène correspondant à des molécules à 10 carbones formées à partir de deux unités isoprènes. (Bruneton, 1999).



**Figure 6 :** Structure chimique de terpène.

### b. Les saponines

Les saponosides sont une classe d'hétérosides très répandue chez les plantes et les animaux marins. La structure chimique des saponines est constituée d'un groupe aglycone de nature triterpénoïdique ou stéroïdique et d'une ou plusieurs chaînes saccharidiques (glycosides) (Efsa, 2009).

### c. Les alcaloïdes

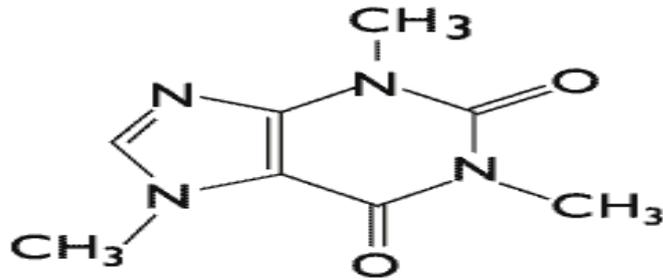
Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés, de nature basique qui doivent leur activité pharmacologique au groupe aminé qu'ils contiennent en permanence (Sebai et al., 2012).

Ils présentent des réactions communes de précipitation. Après extraction, ils sont détectés par des réactions générales de précipitation fondées sur leur capacité de se combiner avec des métaux. La caractérisation de la présence d'alcaloïde peut se faire par précipitation à l'aide de :

## Chapitre 1 : généralité sur les plantes médicinales

---

réactif silice-tungstique : réactif de Bertrand, réactif tétra-iodomercurate de potassium : réactif de Valsler-Mayer, ioda-bismuthée de potassium : réactif de Dragendorff (Kansole, 2009).



**Figure 7** : Structure chimique d'alcaloïde.

## Chapitre 2 : plantes médicinales sélectionnées

---

### 1. Généralité sur le *Pistacia lentiscus*

Le lentisque, ou Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), est un arbrisseau du genre *Pistacia* appartenant à la famille des Anacardiaceae qui comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces (**Bozorgi et al., 2013**).

*P. lentiscus* est connu par ses propriétés médicinales depuis l'antiquité. Elle est utilisée dans le traitement de l'eczéma, des infections buccales, des diarrhées, des lithiases rénales, de la jaunisse, des maux de tête, de l'asthme et des problèmes respiratoires (**Lev et al., 2002**).

Le genre *Pistacia* regroupe 10 autres espèces :

- *Pistacia mexicana*
- *Pistacia texana*
- *Pistacia saportae*
- *Pistacia weinmannifolia*
- *Pistacia atlantica*
- *Pistacia chinensis*
- *Pistacia khinjuk*;
- *Pistacia palaestina*
- *Pistacia terebinthus*
- *Pistacia vera*

Le Pistachier vrai ou commun, la seule espèce cultivée pour l'alimentation humaine et la plus importante économiquement (**Ghalem et al., 2007**).

#### 1.1. Nomenclature de la plante

Le Pistachier lentisque (Le lentisque), ou *Pistacia lentiscus* est un arbre à mastic, au Languedoc il est appelé restinckle, nommé par les anglophones : « Mastic tree » ou « Lentisc ». Le nom Pistachier vient du grec pistakê. Le nom lentisque vient du latin lentus visqueux (**Ferradji, 2011**).

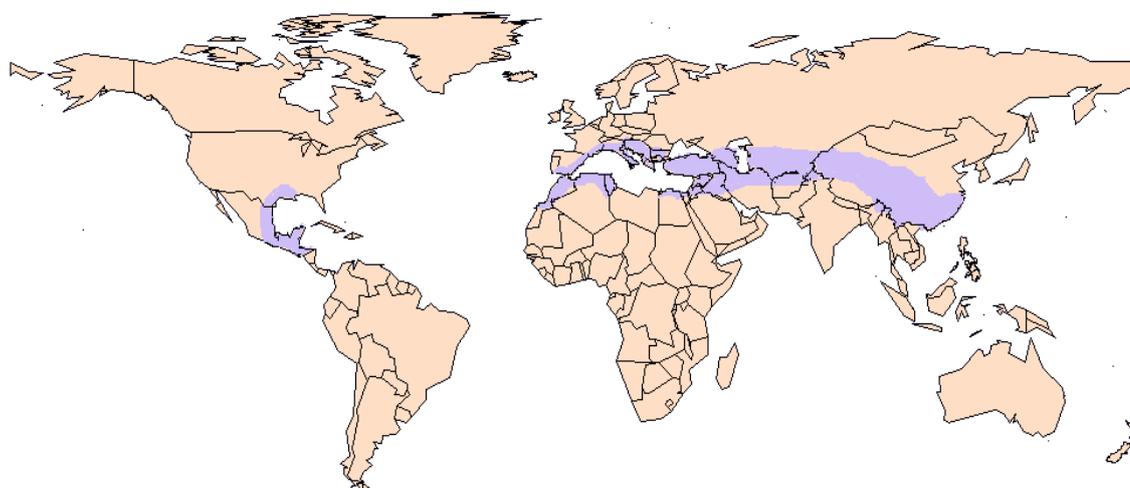
#### 1.2. Répartition géographique de *Pistacia lentiscus*

*Pistacia lentiscus* est un arbrisseau que l'on trouve couramment en sites arides Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique jusqu'aux Canariestrès (**Bellakhdar, 2003**).

Très répandu dans les garrigues, maquis, versants rocaillieux secs, clairières et bois clairs, sur tous types de sol. Dans l'Algérie subhumide et semi-aride (**Saadoun, 2002**).

## Chapitre 2 : plante médicinale sélectionnée

Contrairement au pistachier térébinthe, le pistachier lentisque ne quitte pas la zone méditerranéenne et s'éloigne peu du littoral, sauf dans quelques vallons chauds. Il est très répandu en Corse. Avec l'olivier sauvage, la myrte et la salsepareille, il constitue une fourré impénétrable qui est une formation typiquement méditerranéenne, mais qui est très combustible (Polese, 2010).



**Figure 8 :**La Répartition géographique de *Pistacia lentiscus*

### 2. Classification taxonomique

La classification botanique de l'espèce *Pistacia lentiscus* est présentée dans le tableau suivant ( Santa et al., 1963)

Taxonomie	Espèce
Règne	Plantae.
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermaphyte

## Chapitre 2 : plante médicinale sélectionnée

---

Sous-embranchement	Angiosperme
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida.
Sous-classe	Rosida
Ordre	Sapindales.
Famille	Anacardiaceae.
Genre	Pistacia L
Espèce	Pistacialentiscus L.

**Tableau 2** : La classification botanique de l'espèce *Pistacia lentiscus*

### 3. Description botanique

*Pistacia lentiscus* est un arbrisseau dioïque thermophile de 1 à 3 mètres, à odeur résineuse forte et à écorce lisse et grise; les feuilles persistantes, composées, alternes pourvues d'un pétiole ailé, paripennées à 4-10 petites folioles elliptiques-obtuses, mucronulées, coriaces, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous (Boukeloua, 2009).



**Figure 9** : Arbuste de *Pistacia lentiscus*

## Chapitre 2 : plante médicinale sélectionnée

---

### 3.1. Appareil végétatif

- 3.1.1. **Feuilles** : persistantes, 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 (**Annie et pierre, 2014**).
- 3.1.2. **Tiges** : branches étalées, à écorce brun rougeâtre, lisse puis écailleuse (**Annie et al., 2014**).
- 3.1.3. **L'écorce** : rougeâtre sur les jeunes branches et vire au gris avec le temps. Quand on incise l'écorce la plante laisse s'écouler une résine irritante non colorée à odeur forte (**Belfadel, 2009**).

### 3.2. Appareil reproducteur

- 3.2.1. **Fleurs** : arbre dioïque. Fleurs (sur arbres séparés) unisexuées, apétales ; de 3mm de large environ ; calice à 5 sépales chez les fleurs mâles, à 3 ou 4 chez les fleurs femelles ; fleurs femelles verdâtres ; fleurs mâles à anthère rouge foncé.
- 3.2.2. **Fruits** : est une baie globuleuse (de 2 à 3 mm), monosperme, remplie par nucléole de la même forme, d'abord rouge, il devient brunâtre à sa maturité, qui est complète à l'automne (**Belfadel, 2009**).



**Figure 10** : La Branche, les feuilles, les fleurs et fruites de *Pistacia lentiscus*

## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

### 1. Radicaux libres

#### 1.1 Définition

Un radical libre est un atome, une molécule ou un groupe d'atomes présentant un électron célibataire sur son orbitale externe. La présence d'un électron non apparié confère à ces molécules une grande instabilité, et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre. (Martinez-Cayuela, 1995).

Les radicaux libres sont indispensables à la vie car ils participent à de nombreuses fonctions physiologiques lors de la croissance ou de la défense de l'organisme. En effet, ils participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à l'apoptose des cellules tumorales, au cycle cellulaire, aussi au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire. (Favier, 2003)

#### 1.2 Principaux radicaux libres

**Tableau 3:** Les espèces réactives d'oxygène et de nitrogène (Haton, 2005).

Oxygène	O <sub>2</sub>
Anion superoxyde	O <sub>2</sub> <sup>°-</sup>
Radical hydroxyle	°OH
Oxygène singulet	<i>1O<sub>2</sub></i>
Monoxyde d'azote	NO <sup>°</sup>
Peroxyde d'hydrogène*	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Nitroxyde	NOO <sup>°</sup>
Peroxynitrite	ONOO <sup>°</sup>
Hydroperoxyde	<b>ROOH</b>
Radical peroxide	ROO <sup>°</sup>
Radical hydroperoxyde	<b>HOO</b>
Radical alkoxyde	<b>RO•</b>

# Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

## 1.3 Sources des radicaux libres

Il existe de nombreuses sources de radicaux libres, elles sont classées en deux catégories, sources endogènes et sources exogènes.

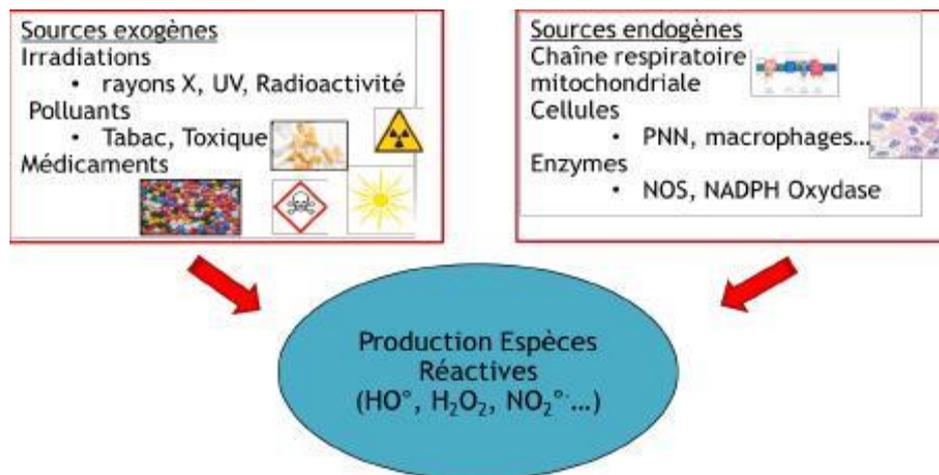


Figure 11 : Les origines des espèces réactives à l'oxygène (Poisson, 2013)

### 1.3.1 Sources de production endogène

- **Chaîne mitochondrial de transport d'électron**

Nécessite l'utilisation de 4 complexe (Kevin et al., 2005), l'oxygène est converti par le su peroxyde discutasse dans la matrice mitochondrial en **H2O2**, ce dernier est réduit en **H2O** et **O2** le **H2O2** réagit avec les métaux pour former le radical hydroxyle **OH** (Keven et al., 2005)

- **Les oxydases**

La xanthine oxydase est une des principales sources de ces radicaux libres (Kelley. E 2010). Il est issu de l'oxydation et/ou de la conversion protéolytique de la xanthine déshydrogénase. La xanthine oxydase est exprimée dans les cellules vasculaires et elle peut circuler dans le plasma et se lier à la matrice extracellulaire des cellules endothéliales. (Wassmann et al., 2004).

La xanthine oxydase (**XO**) est une des deux formes de la xanthine oxydoréductase (**XOR**), l'autre étant la xanthine déshydrogénase (**XDH**) chez l'homme. La **XOR** est chez l'homme la principale enzyme responsable de la dégradation des bases puriques (Harrison, 2002).

## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

Elle catalyse les deux dernières étapes, c'est à dire l'oxydation de l'hypoxanthine en xanthine et catalyse la xanthine en acide urique (Nishino et al., 2008)

- **Des enzymes du métabolisme de l'acide arachidique**

Ce dernier peut être oxydé soit par les cyclooxygénases, soit par les lipooxygénases (métallo-enzymes à fer), pour former entre autre des hydroperoxydes qui sont des précurseurs de leucotriènes, puissants médiateurs de l'inflammation (Arterioscler et al., 1997)

### 1.3.2 Sources de production exogènes

- L'alimentation (antibiotiques, alcool, aliments riches en protéines et/ou en lipides et/ou à indice glycémique élevé, faible consommation d'antioxydants)
- Le CO<sub>2</sub> atmosphérique
- Les polluants (fumée de cigarette, pollution atmosphérique (SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>, hydrocarbures), métaux occupationnels (métaux de transition tels le mercure, le fer, le cadmium et le nickel, arsenic, amiante) ;
- Les métaux lourds ayant une grande affinité avec les groupements sulfhydryles (-SH), ils inactivent facilement les antioxydants contenant du soufre
- Les médicaments (traitements contre le cancer, psoralène)
- Les radiations (ionisantes, ultraviolets, micro-ondes) (Bentes et al., 2004)( Valko et al., 2005)



Figure 12 : Sources de production des radicaux libres

# Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

## 2. Stress oxydatif

### 2.1 Définition

Le stress oxydatif, appelé aussi stress oxydant, se définit comme étant le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (Boyd et al., 2003).

En situation normale, la balance antioxydant/pro-oxydant est équilibrée, mais l'organisme peut être confronté à une surexposition à des composés oxydants lorsque la production endogène d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) devient excessive ou suite à l'exposition à un phénomène toxique exogène. Lorsqu'un tel déséquilibre intervient, on parle de stress oxydatif ou stress oxydant (SO). (Favier A et al., 2003)

Le stress oxydatif n'est pas une maladie mais un mécanisme physiopathologique. Un excès d'espèces réactives mal maîtrisé favorisera une maladie ou un vieillissement accéléré (Mercan, 2010).

### 2.2 Origine de stress oxydatif

Le stress oxydatif peut avoir diverses origines, telles que la surproduction endogène d'agents prooxydants d'origine inflammatoire, un déficit nutritionnel en antioxydants ou même une exposition environnementale à des facteurs pro oxydants (Tabac, alcool, médicaments, rayons ultraviolets, pesticides, ozone, amiante, métaux toxiques) (Magder, 2006).

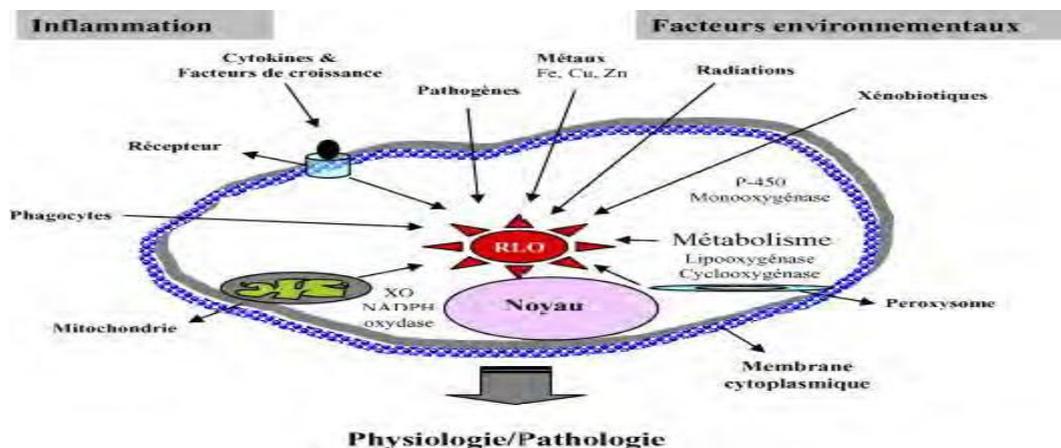


Figure 13 : Origine des radicaux libre et espèces réactive oxygéné

## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

---

### 2.3 Conséquences de stress oxydatif

Des lésions directes de molécules biologiques (oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides, des glucides) lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés notamment lors de l'oxydation des lipides (**Alain, 2003**)

Le stress oxydatif peut provoquer une granulomatose septique, le cancer, la photo vieillissement cutané (**Favier, 2006**)

Les dommages induits par les **ERO** sont : une peroxydation des lipides, une oxydation des protéines, des mutations de l'ADN. La peroxydation de lipides induit une diminution de la fluidité, de la perméabilité et de l'excitabilité des membranes (**Hong et al., 2004**).

Dès lors la perméabilité au calcium augmentée, la fixation aux récepteurs altérée. Tout ceci peut conduire à l'apoptose si les dégâts sont importants (**Michael, 2007**).

Plus on avance en âge, plus les dommages causés par les radicaux libres deviennent apparents : rides, taches brunes sur la peau, perte de mémoire, essoufflement rapide, raideurs articulaires, fibroses, scléroses (**Guerroudj et al., 2013**).

### 3. Les antioxydants

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. Il est défini par Halliwell comme « toute substance qui, en faible concentration par rapport au substrat susceptible d'être oxydé, prévient ou ralentit l'oxydation de ce substrat » (**Halliwell, 1999**).

C'est une molécule qui est capable de neutraliser les formes actives de l'oxygène et permet de maintenir au niveau de la cellule et de l'organisme des niveaux non cytotoxiques de radicaux libres (**Perrin, 1992**).

Selon (**Valko et al., 2006**), un antioxydant devrait à la fois :

- Agir spécifiquement sur les radicaux libres
- Chélate les métaux de transition

## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

- Agir en synergie avec d'autres antioxydants pour se régénérer
- Agir à des concentrations physiologiques relativement faibles.

### 3.1 Système de défense antioxydant

On divise les antioxydants en deux grandes classes : les antioxydants endogènes (enzymatiques) et les antioxydants exogènes (non enzymatiques), selon qu'ils soient produits ou non par l'organisme.

#### 3.1.1 Système de défense enzymatique

Les antioxydants endogènes se retrouvent sous forme d'enzymes produites par l'organisme telle que le superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase, toutes trois présentes dans le cytoplasme, le milieu extracellulaire et la mitochondrie. Ces enzymes jouent un rôle très important dans le maintien de la santé (Baba et al., 2008).

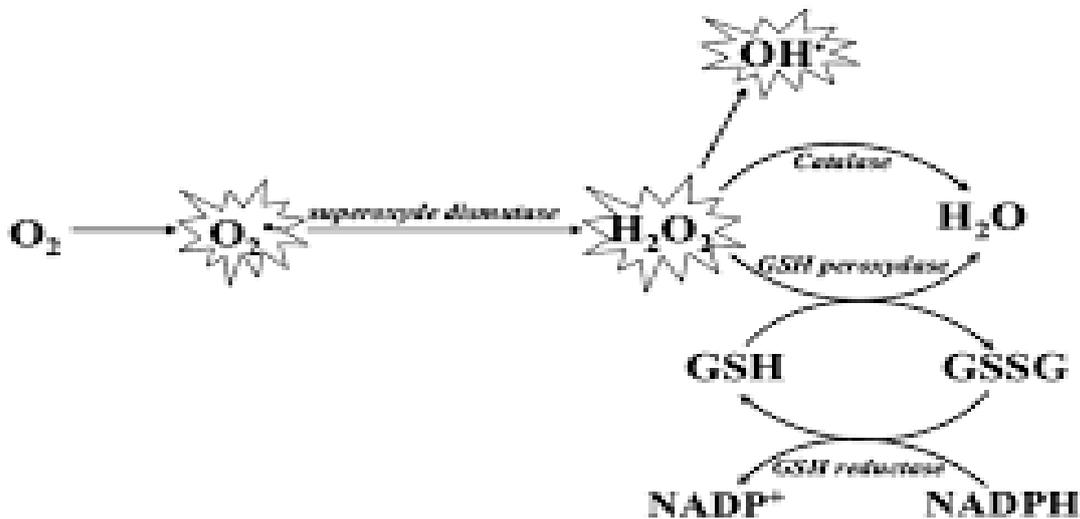


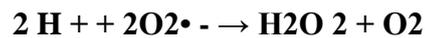
Figure 14 : Le différent antioxydant enzymatique

## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

---

### 3.1.1.1 Su peroxydes discutasses (SOD)

La **SOD** est une métalloprotéine capable d'éliminer l'anion superoxyde par une action de dismutation. Cette réaction aboutit, à partir de deux molécules superoxydes, à la formation d'une molécule d'oxygène et d'une molécule de peroxyde d'hydrogène (**Garrel et al., 2007**).

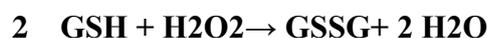


Ce dernier pourra être pris en charge par des enzymes à activité peroxydase. Il existe trois isoformes de **SOD** chez les mammifères. Une forme cytosolique et nucléaire associée aux ions cuivre et zinc, une forme mitochondriale associée au manganèse et une forme extracellulaire. Pour cette raison, cette enzyme représente une partie importante du système de défense contre les radicaux libres (**Valko et al., 2007**).

### 3.1.1.2 La glutathion peroxydase (GPX)

La glutathion peroxydase est une enzyme formée de quatre sous-unité contenant chacune un atome de sélénium incorporé dans une molécule de sélénocystéine (dans laquelle l'oxygène du groupement hydroxyle de la sérine est remplacé par le sélénium) (**Haudiere, 2004**).

Elle est présente dans les liquides extracellulaires et dans les cellules au niveau du cytosol et des mitochondries. Elle assure la transformation des hydroperoxydes organiques, lipidiques notamment, de type **ROOH** en **ROH** ; La glutathion peroxydase (**GPx**) agit en synergie avec la **SOD** puisque son rôle est d'accélérer la dismutation du **H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** en **H<sub>2</sub>O** et **O<sub>2</sub>**. Lors de cette réaction deux molécules de glutathion réduit (**GSH**) sont oxydées en glutathion-disulfure (**GSSG**) (**Mates et al., 1999**).



### 3.1.1.3 La glutathion réductase

Est une enzyme ubiquitaire, qui catalyse la réduction du **GSSG** en **GSH**. La **GR** est essentiel pour le cycle redox du glutathion qui maintient un niveau adéquat de **GSH** cellulaire (**Carlsberg et al., 2014**).

## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

---

Elle a pour rôle de régénérer le **GSH** à partir du **GSSG** grâce au **NADPH** qui est utilisé comme donneur d'électrons. Il s'agit d'une enzyme potentielle du cycle de l'**ASH-GSH** qui joue un rôle important dans le système de défense contre les **ROS** en maintenant l'état réduit du **GSH**. Elle se trouve chez les procaryotes et les eucaryotes (**Meyer et al.,2005**).

### 3.1.1.4 La catalase

La catalase est une enzyme catalysant la dismutation de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) :  $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Elle est formée de quatre chaînes polypeptidiques d'environ 500 acides aminés, comportant chacune un hème (**Chelikani,2004**).

Cette enzyme est abondante dans le foie et les globules rouges. Elle se retrouve préférentiellement dans les peroxysomes et en plus faible quantité dans le cytosol (**Powers et al., 2008**).

### 3.1.2 Système de défense non enzymatique

#### 3.1.2.1 L'acide urique

L'acide urique est produit par oxydation de l'hypoxanthine et de la xanthine par la xanthine oxydase et la xanthine déshydrogénase. Il est ensuite oxydé par l'urate oxydase en allantoïne puis finalement en acide allantoïque et urée (**chem Soc,1989**).

A **pH** physiologique, l'acide urique est majoritairement ionisé sous forme d'urate, en raison de **pKa** de 5,4. L'acide urique sous forme d'urate (**UrH<sub>2</sub><sup>-</sup>**) est capable de réagir avec les radicaux **-OH**. Cette réaction conduit à la formation d'une espèce radicalaire **UrH**. Qui est relativement stable en raison de la délocalisation des électrons dans le noyau purine. Ce radical peut être à son tour réduit par l'acrobate, régénérant ainsi l'urate et limitant l'action du radical urate avec d'autre cible (**chem Soc et al.,1989**)

L'urate est un piègeur puissant de radicaux **OH**, **RO-2** et d'oxygène singlet *in vitro*. Il est également un piègeur efficace de **NO-2** (**Proc et al., 1981**).



## Chapitre 3 : radicaux libres, les antioxydants et le stress oxydatif

La vitamine E ou  $\alpha$ -tocophérol ( $\alpha$ -TOH) est le principal antioxydant de la famille des tocophérols. La forme naturelle de la vitamine E inclut quatre tocophérols isomères  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , avec une activité antioxydant variable, l' $\alpha$ -tocophérol est la forme la plus active de la classe des tocophérols. Sa structure moléculaire comporte une extrémité hydrophile et une extrémité hydrophobe. Il est admis que les radicaux tocophérols sont régénérés par l'acide ascorbique et que, sans cette synergie, les tocophérols sont inactifs (Carr et al., 2000).

La vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol) est fixée aux membranes et stoppe la chaîne de réactions de peroxydation des lipides en captant un radical lipidique peroxyde ( $\text{LOO}\cdot$ ). La vitamine E devient alors à son tour un radical, moins réactif que le  $\text{LOO}\cdot$ , qui pourra être pris en charge par une molécule antioxydant (Khalil, 2002)

### 3.1.2.4 Vitamine C

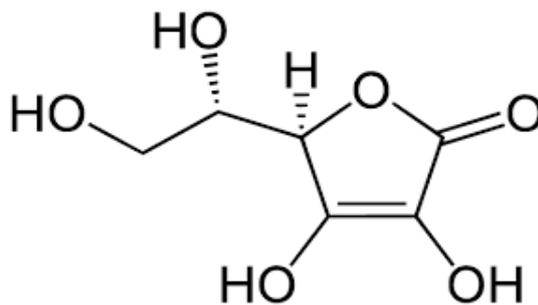


Figure 16 : Structure de la vitamine C

L'acide L-ascorbique ou vitamine C est cofacteur de nombreuses enzymes et présente le plus couramment sous forme d'anion acrobate ( $\text{Asc-H}^-$ : forme présente dans le milieu physiologique). Il agit principalement en piégeant directement les ERO (majoritairement  $\text{O}_2^{\cdot-}$  et le  $\text{ONOO}^-$ ) et aussi de régénérer la vitamine E.

La vitamine C est l'un des principaux antioxydants hydrosolubles présents dans les fluides intra et extracellulaires (compartiments hydrophiles). Ses activités biologiques antioxydantes viennent de son potentiel réducteur puissant ( $E^\circ = -0,29 \text{ V}$ ). (Leverse, 2009).

**Deuxième partie :**  
**Matériel et méthodes**

# Matériel et méthode

---

Notre travail a été réalisé au laboratoire pédagogique du département de science de la nature et de la vie\_ centre universitaire Belhadj-Bouchaib Ain temouchent

Les expériences ont pour étudier les tests phytochimiques et l'activité antioxydante de la plante *Pistacia lentiscus* de la région d'Ain temouchent (Terga) pour cela les expériences sont réalisées comme suit :

1- Préparations des extraits

2-Etude phytochimiques de la plante

3- Etude de l'effet antioxydant des extraits préparés

## Chapitre 1 : Etude des tests phytochimiques

Le test phytochimique s'agit d'une étude qualitative visant la recherche des principaux groupes chimiques (alcaloïdes ; polyphénols ; flavonoïdes ; tanins ; saponosides ; composé réducteurs ...). Les tests de caractérisation sont basés sur des réactions de précipitation et de complexations avec formation de complexes insolubles et colorés. La coloration observée et provoquée par l'utilisation d'un réactif appropriée et est due généralement à la formation d'une conjugaison ou d'une instauration dans une molécule.

### 1. Préparation de l'échantillon :

5 g de la matière végétale (*Pistacia lentiscus*) sont mises en contact avec 100mL du mélange acétone / eau distillée (70/30 : V/V) L'ensemble est laissé macérer durant 24 h sous agitation continue. L'opération est répétée 2 fois avec renouvellement du solvant toutes les 24 heures. Les trois fractions sont réunies et filtrées puis stockées sous forme liquide à 4°C pour les analyses ultérieures (tests phytochimiques)

- **Les tanins (Karumi et al. 2004)**

On ajoute 3 gouttes de  $\text{FeCl}_3$  1% à 1 ml d'extraits. Après deux minutes d'incubation, un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue ou verte foncée.

# Matériel et méthode

---

- **Les flavonoïdes (Karumi et al., 2004)**

2 ml de l'extrait végétal est traité avec quelques gouttes d' **HCL** 37%, et avec 0.5 g de tournure de magnésium (**Mg**). Le test positif est marqué par l'apparition d'une couleur rouge ou orange qui caractérise les flavonoïdes.

- **Les trapézoïdes (Edeoga et al., 2005)**

On ajoute 1 ml de chloroforme et 1.5 ml de **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** concentrée à 2.5 ml de nos extraits. La présence des terpénoïdes est révélée par l'apparition de deux phases et une couleur marron en interphase.

- **Les stéroïdes: réaction de Libermann-Burchard**

On traite 1 ml d'extrait avec 2.5 ml d'anhydre acétique et 10 gouttes d'**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** concentrée. Les stéroïdes donnent avec cette réaction une coloration violacée virant au vert.

- **Les coumarines**

A 1 ml de l'extrait, on ajoute 1 ml d'eau chaude. La solution obtenue est divisée en deux parties égales dont la première représente un témoin et le deuxième est traité avec 0.5 ml de **NH<sub>4</sub>OH** à 10%.

L'examen est réalisé sous la lumière ultraviolette et l'apparition d'une fluorescence intense révèle la présence de coumarines (**Bruneton, 1999**).

- **Les alcaloïdes (Majob, 2003)**

2.5 ml d'**HCl** à 1 %, sont ajoutés à 0.1 ml d'extrait, et incubés au bain- marie pendant 10 min. La solution obtenue est divisée en deux parties. On ajoute à l'une le réactif de Mayer et à

# Matériel et méthode

---

l'autre le réactif de Wagner. L'apparition d'un précipité blanc ou brun révèle la présence des alcaloïdes.

**Réactif de Mayer:** Dissoudre 1.358g d'**HgCl<sub>2</sub>** dans 60 ml d'eau distillée puis 5g de **KI** dans 10 ml d'eau distillée. Mélanger les deux solutions et ajuster le volume total à 100mL.

**Réactif de Wagner:** Dans 75mL d'eau distillée, dissoudre 2g de **KI** et 127g de **I<sub>2</sub>**. Le volume obtenu est ajusté à 100 ml avec l'eau distillée.

- **Les quinones libres (Oloyede, 2005)**

A un volume de 1mL de l'extrait, on ajoute quelques gouttes de **NaOH** à 1%. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres .

- **Les saponosides (N'Guessan et al., 2009)**

On ajoute 1 ml d'eau distillée à 2 ml de l'extrait, puis la solution est agitée pendant 1 minute. La présence des saponosides est confirmée par l'apparition d'une mousse qui persiste durant 15 minutes. Le test est considéré comme positif si l'épaisseur de la mousse dépasse 1cm.

- **Les composés réducteurs**

On ajoute à 1 ml de nos extrait 0.5 ml de Liqueur de Fehling A et B puis on chauffe le tube au bain marie à 100°C. Un test positif est indiqué par l'apparition d'un précipité de couleur rouge brique (**Trease et al., 1987**).

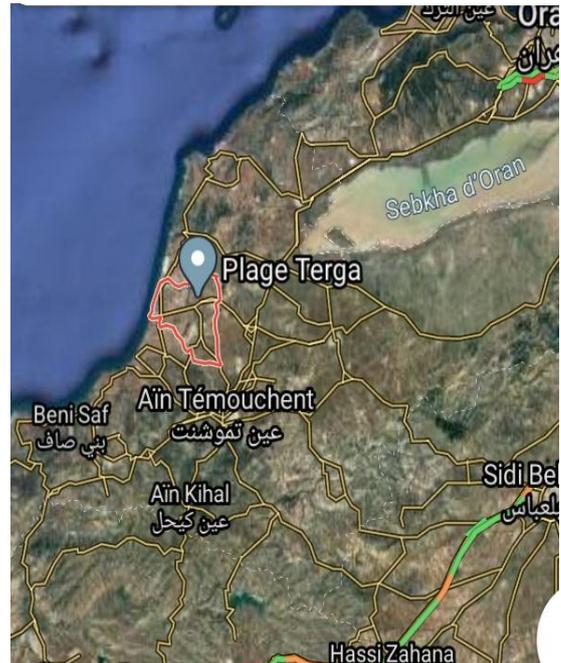
## 2.1. Matériel végétal

Notre étude est portée sur une espèce de plante de la famille des *Anacardiaceae*. La récolte de cette plante a été faite pendant le printemps dans la région de Terga la wilaya d'Ain Temouchent.

# Matériel et méthode



**Figure 17 :** La plante *Pistacia lentiscus*



**Figure 18 :** Région de la récolte

## 2.2. Préparation des extraits

Les échantillons de *Pistacia lentiscus* sont broyés à l'aide d'un moulin à café électrique jusqu'à leur réduction en poudre



**Figure 19 :** Broyage de la plante *Pistacia lentiscus*

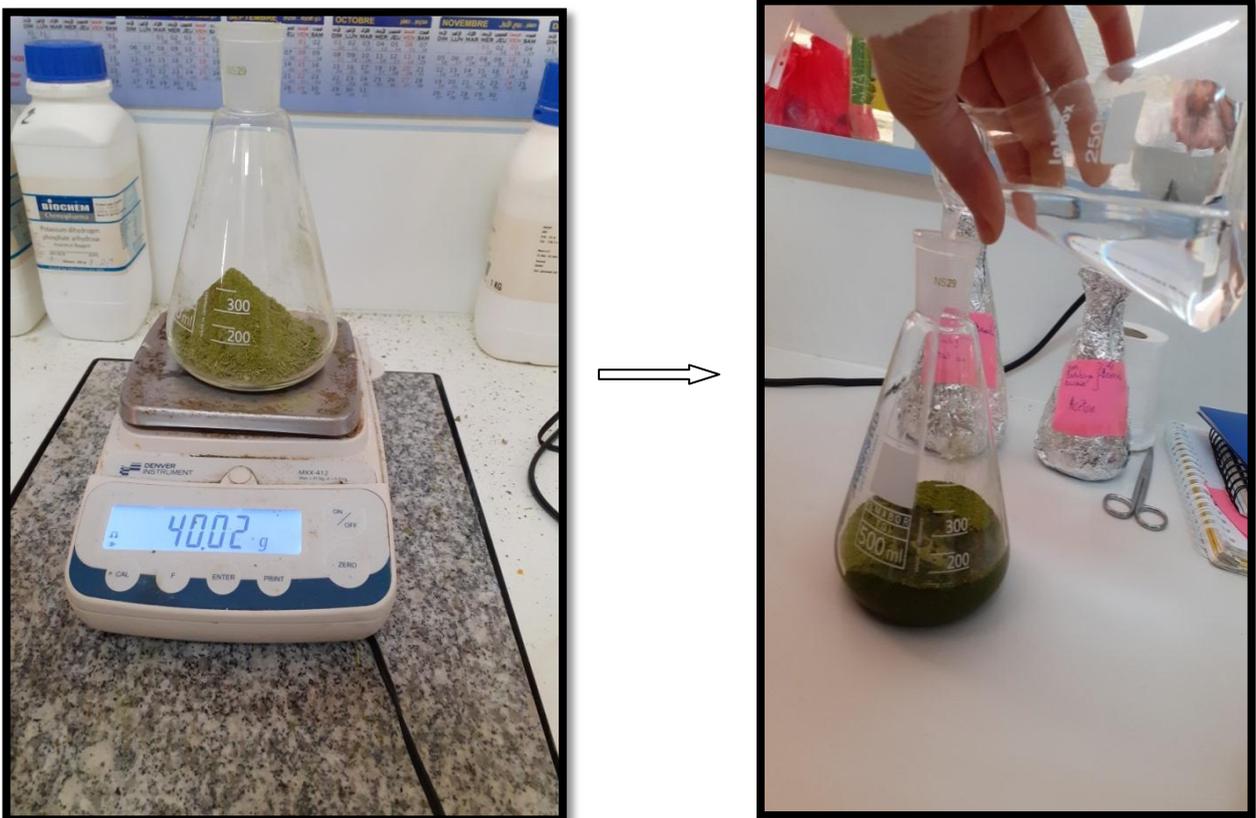
# Matériel et méthode

Après les extraits sont préparés :

L'extrait organique : acétone, méthanol, éthanol, éther de pétrole, dichlorométhane et extrait aqueux.

## 2.3. Extraction par les solvants organique à polarité croissante

Suivant le protocole d'extraction décrit par (Biallo et al., 2004 ; Falleh et al., 2008), une prise d'essai de 40g de poudre de matériel végétal à été mise à macérer dans 200 ml de solvant absolu sous agitation magnétique durant 24h à une température ambiante, les solvants à polarité croissante sont utilisés dans l'extraction, les macéras ont ensuite été évaporés à sec sous pression au rota vapeur et séchés a poids constant.



**Figure 20** : Les différentes étapes de préparation des l'extraits

# Matériel et méthode

---



**1-Macération sous agitation**

**2- Filtration sous vide**



**3-Evaporation**

**Figure 21 : Les étapes de l'extraction par les solvants**

# Matériel et méthode

---

## 2.4. Extraction aqueuse

40g de poudre du matériel végétale à été portés à reflux dans 500ml d'eau distillé et mis à macérer à température ambiante pendant 24h sous agitation puis filtrés. Ce filtrat a ensuite été Séché à 50°C jusqu'à l'obtention du poids constant (falleh et al., 2008 ; Moroh et al., 2008)

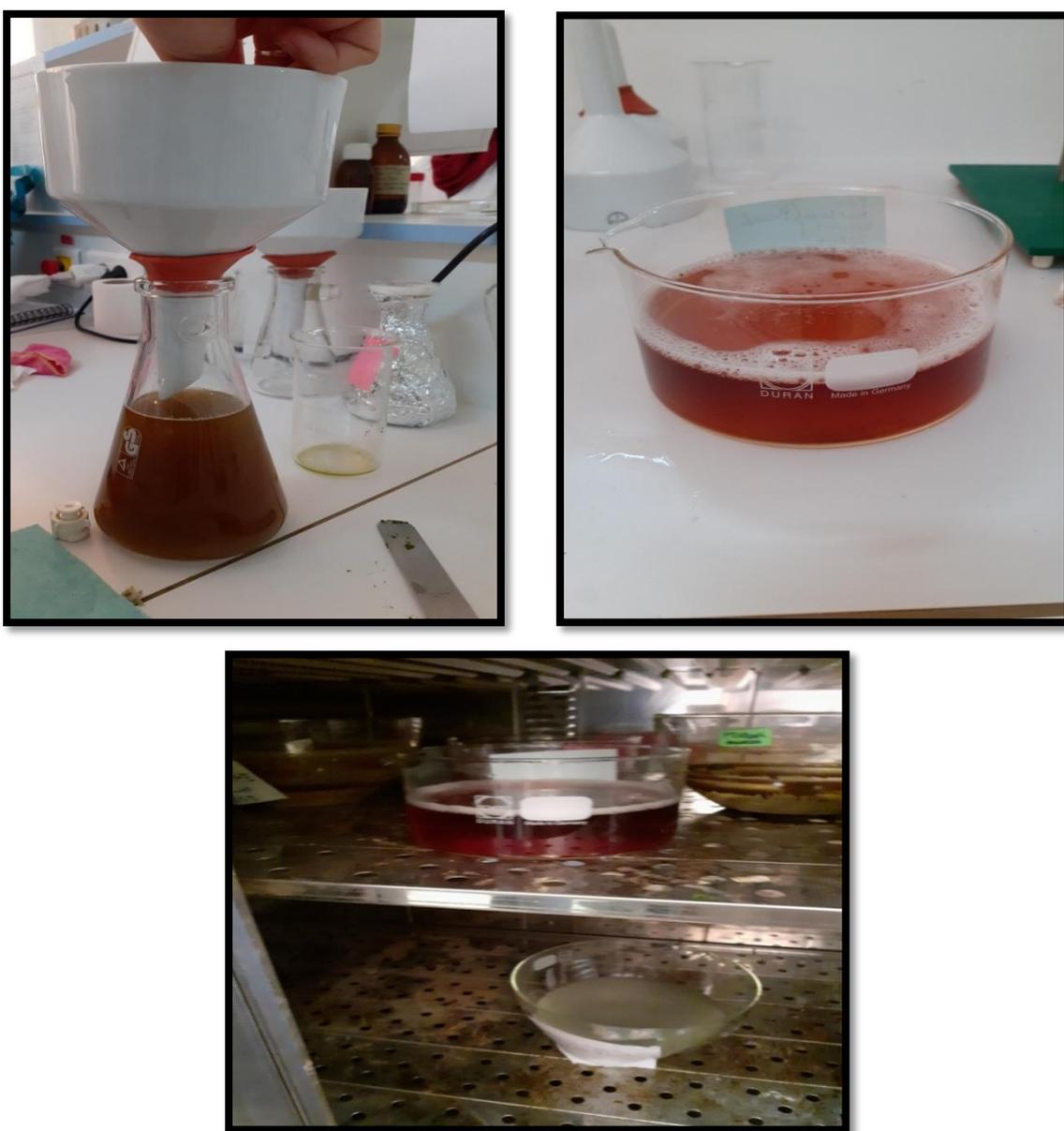


Figure 22 : Extraction aqueuse

# Matériel et méthode

---

## 3. Détermination des rendements

Le rendement est la quantité d'extraction obtenue à partir d'une matière végétale, la détermination de cette quantité est exprimée en % par rapport à la matière sèche initialement utilisée ( **Bssaibis et al., 2009**)

Rendement d'extraction est calculé par la formule suivante :

$$R \% = 100 \text{ Mext} / \text{Mech}$$

Ou : **R** est le rendement en %

**Mext** est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg

**Mech** est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg (**Mahmoudi, Khali et al. 2013**)

## 4. Évaluation d'activité antioxydante

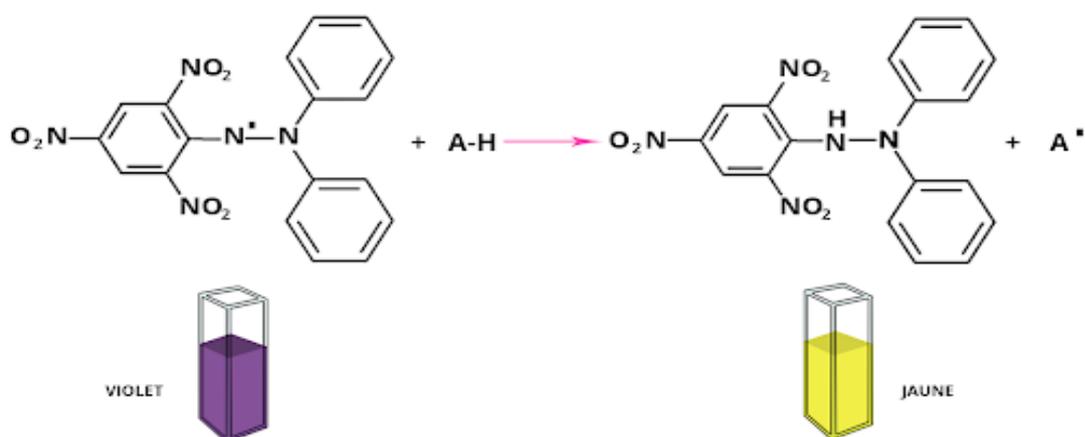
### 4.1. Activité du radical DPPH

Le **DPPH** (2,2 diphényle-1-picryl hydrazyl) est un radical instable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote (**Maisuthisakul P et al. 2008**).

De couleur violacée qui absorbe à 517nm. En présence de composés anti radicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH., qui est proportionnel au pouvoir antiradicalaire de l'échantillon (**Parejoet coll., 2003**).

Une faible absorbance indique une meilleure activité anti radicalaire (**Bougatuf et al., 2009**).

# Matériel et méthode



**Figure 23 : Piégeage du radical libre DPPH (Ramadan, 2010)**

## 4.2. Mode opératoire

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical **DPPH**. L'effet de chaque extrait sur le **DPPH** est mesuré par la procédure décrite par (Soja et al., 2005).

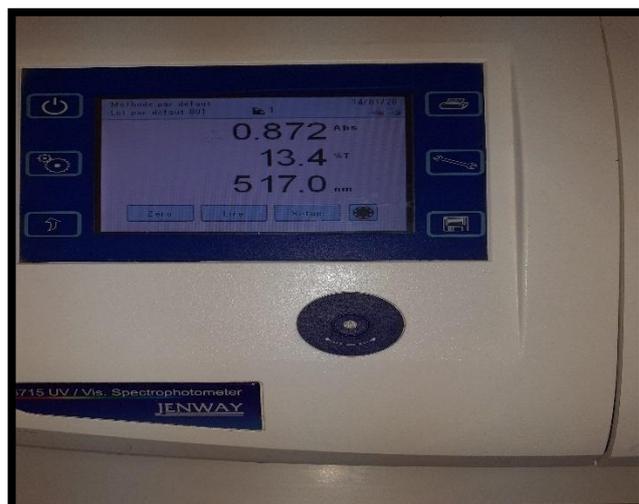
Un volume de 2 ml de différentes concentrations de chaque extrait est ajouté à 2 ml de la solution méthanoïque du **DPPH** (0,078 g/l) fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 2ml du méthanol avec 2 ml d'une solution méthanoïque de **DPPH** à la même concentration utilisée.

Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à la température ambiante la lecture des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible. Des standards de référence (acide ascorbique) ont également été analysés en respectant la même technique.

## Matériel et méthode



**Figure 24** : Réparation des solutions



**Figure 25** : La lecture des concentrations par spectrophotomètre

## Matériel et méthode

---

Le pourcentage de neutralisation du radical de DPPH est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition du radical DPPH} = [(Ac - At)/Ac] \times 100$$

**Ac** : Absorbance du contrôle

**At** : Absorbance du test effectué

**Troisième partie :**  
**Résultats et discussion**

# Résultats et discussion

---

## 1. Résultats et discussion

### 1.1. Tests photochimiques

**Tableau04** : représente les métabolites secondaires présentés dans la plante *Pistacia lentiscus*

Composés	Résultats
/	Eau/Acétone
Tanins	+++
Flavonoïdes	+
Terpenoides	+++
Stérol	+
Coumarines	-
Alcaloïdes	-
Quinones Libres	+
Saponosides	-
Composés Réducteurs	-

- : Absence totale.

++ : Présence en quantité moyenne.

+ : Présence en quantité faible.

+++ : Présence en quantité abondante.

L'extrait (eau/acétone) a montré les résultats des tests représentés dans le tableau N°4.

## Résultats et discussion

---

D'après le tableau 4 nous remarquons que l'extrait de la plante de *Pistacia.L* est très riche en quantités importantes de substances organiques tels que : Tanins, terpénoïdes et une faible quantités de stérol, Flavonoïdes, quinones libres. Et l'absence totale de coumarines, alcaloïdes, saponosides et composés réducteurs.

Ces résultats sont en accord avec d'autres études menées sur le même espèce (**Lammaouer, 2002 ,Belyagoubi,2010**).

On a choisi l'extrait (eau/acétone) comme solvant d'extraction car l'acétone permet d'extraire les composés polaires des plantes, (**Eloff, 1998**) et c'est le meilleur solvant d'extraction (**Bettaieb r et al., 2016**).il extrait une plus grande quantité de composés de végétaux comparativement avec d'autres extraits (**Bizimenyera et al., 2005**),et l'addition de 30 % d'eau distillée à l'acétone augmente de façon remarquable leurs pouvoirs extra tants (**Bourgou et al.,2010**) . Ces résultats sont en accord avec ceux de plusieurs auteurs qui ont révélé que les solvants mixtes sont très efficaces à extraire les poly phénols. Selon **Mohammedi et Atik (2011)** l'utilisation de solvants mixtes aboutit à un fort enrichissement des extraits en poly phénols. La supériorité des solvants mixtes seraient dues à l'augmentation de la solubilité des composés phénoliques dans les extraits obtenus par des solvants mixtes comparés à ceux obtenus par des solvants purs (**Trabelsi et al. 2010**).

Nos résultats montrent que la plante médicinale *Pistacia Lentiscus* riche en tanins et terpénoïdes et ceci confirmé par les travaux de (**Hemma et al.,2018**) et contient peu de quantité de flavonoïdes, stérol et quinones libres et ceci similaire aux résultats de (**Salah, 2017**) et dépourvu de coumarines, alcaloïdes, saponosides et composés réducteurs et les mêmes résultats sont trouvé dans d'autre études (**Arab et al., 2014 Messouadi et al.,2017**).

Cela est dûà la solubilité des composés phénoliques dans l'extrait et celle là est notamment gouvernée par la polarité du solvant utilisé, et parmi les solvants les plus utilisés pour l'extraction des poly phénols sont l'eau et l'acétone ainsi que le mélange de deux ou plus de ces solvants, car ils permettent de moduler la polarité du solvant et de modifier la solubilité de différents composés phénoliques dans le solvant d'extraction (**Iona et al., 2011,Mariam et al., 2006, Simon et al., 2014,Alice et al.,2016**).

## Résultats et discussion

---

D'après les travaux de **(Bammou et al., 2014)** et qui ont travaillé par l'extrait aqueux a mis en évidence la présence de plusieurs composés chimiques notamment, les tanins, flavonoïdes, composés réducteurs, trapézoïdes, stérols et saponines ; et l'absence d'alcaloïdes.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés dans l'étude de **(Bammou et al., 2014)**, en revanche la révélation des composés réducteurs et saponines est contradictoire avec nos résultats. Cette différence est due à l'intervention de plusieurs facteurs tel que : la nature du solvant, le lieu géographique, la période de récolte et la méthode d'extraction.

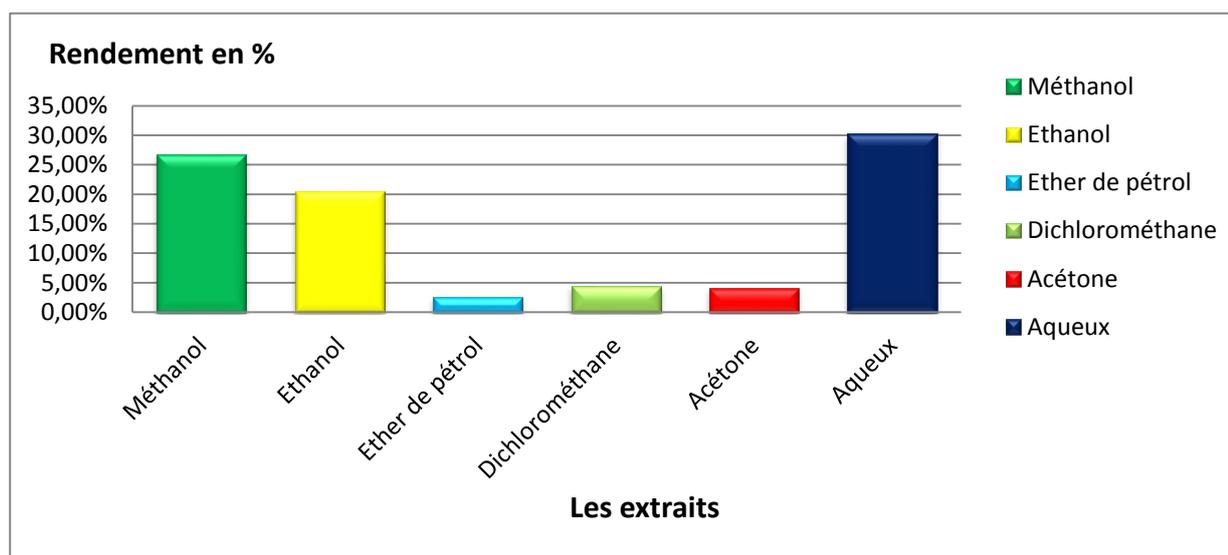
## Résultats et discussion

### 1.2 Rendement

Les extractions des différents composés dans notre plante *Pistacia lentiscus* nous ont permis de calculer le rendement de chaque extrait : méthanolique, éthanolique, éther de pétrole, dichlorométhane, acétone, extrait aqueux. Par rapport au matériel végétal sec est exprimé en pourcentage.

**Tableau 05** : Représente les résultats de rendement de la plante *Pistacia lentiscus*

Les extraits des feuilles	Rendement en %
Méthanol	26.745%
Ethanol	20.54%
Ether depétrole	2.6%
Dichlorométhane	4.475%
Acétone	4.05%
Aqueux	30.275%



**Figure 26** : Représentation graphique de rendement des extraits des feuilles de la plante *Pistacia lentiscus*

## Résultats et discussion

---

D'après les résultats présentés dans la figure (26), la plante donne des rendements différents en fonction de solvants utilisés. L'extrait aqueux est le plus élevé avec 30.275% suivi de l'extrait méthanoïque qui exprimé 26.745%, l'éthanol a donné un rendement de 20.54%, ensuite 4.475% pour le dichlorométhane et 4.05% pour l'acétone . Enfin l'extrait de l'éther de pétrole possède le plus faible rendement avec 2.6%. Ces rendements viennent confirmer les intensités des résultats des tests phytochimiques.

Ces résultats sont comparable à ceux obtenus par **Yekhlef, (2010)** avec *Thymus vulgaricus* où les proportions des extraits polaires (MeOH et AQ) sont plus élevées par rapport celles des extraits apolaires (EP et DCM).

L'extraction avec l'eau donne un rendement plus élevé que celle réalisée avec les autres solvants. en fait les études sur d'autre plante par exemple : *Orthosiphon stamineus* a montré que l'eau est plus efficace pour extraire le soluté car il a une polarité plus élevée et une chaîne plus courte (**Pinet al., 2010**).

Le rendement de l'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, de l'organe utilisé dans l'extraction, des conditions de séchage, du contenu de chaque espèce en métabolites et de la nature du solvant utilisé dans l'extraction ou le fractionnement et de sa polarité.

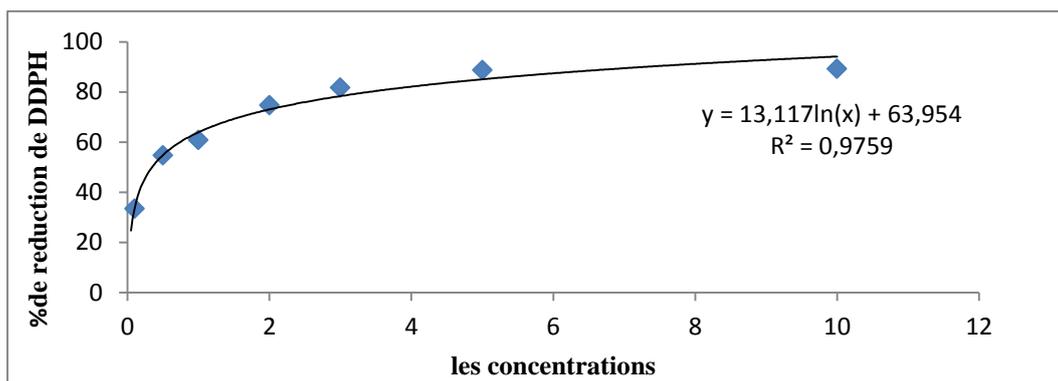
Toutefois, il est difficile de comparer les résultats du rendement, car le rendement n'est que relatif et dépend de la méthode et les conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée, ainsi qu'à l'origine géographique de cette plante.

# Résultats et discussion

## 1.3. Evaluation de l'activité antioxydant

### 1.3.1. Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de chaque extrait

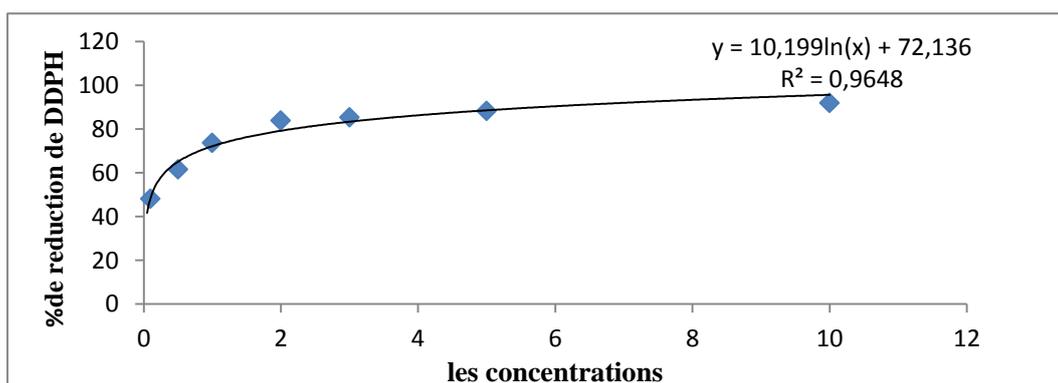
#### a- Activité antioxydant de l'extrait aqueux



**Figure 27** : Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait aqueux

D'après la figure on peut calculer le  $IC_{50}=0.8731mg/l$

#### b- Activité antioxydante de l'extrait méthanolique

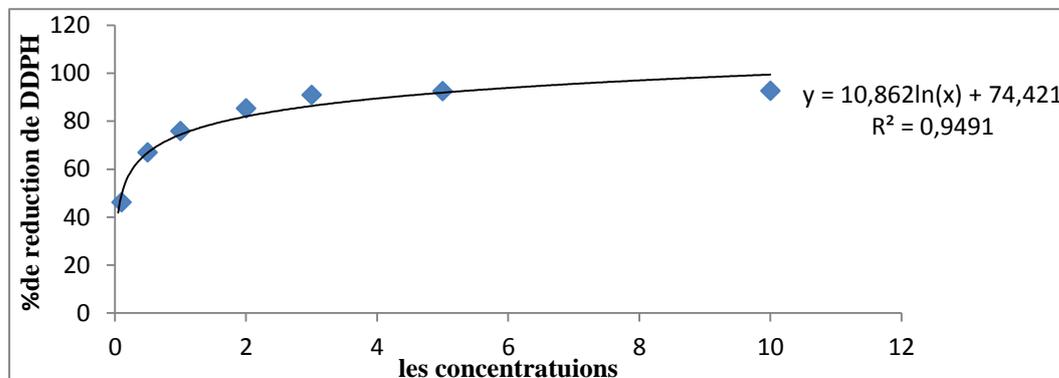


**Figure 28** : Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait méthanolique

D'après la figure on peut calculer le  $IC_{50}=0.8315mg/l$

## Résultats et discussion

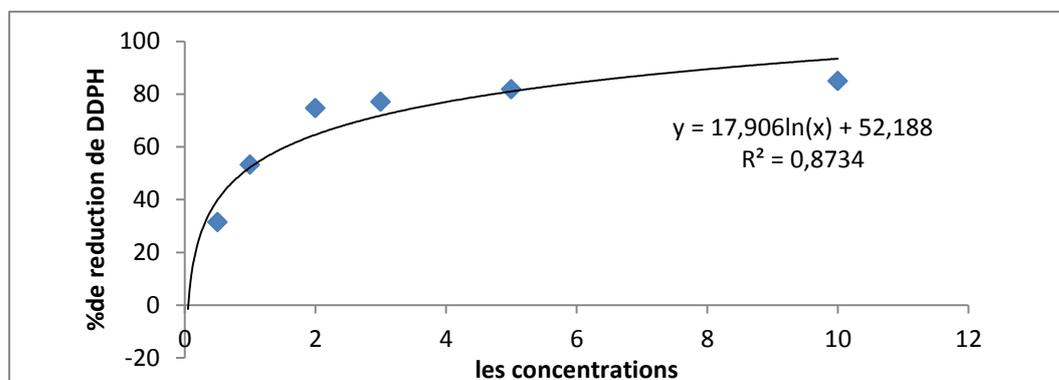
### c- Activité antioxydant de l'extrait éthanoïque



**Figure 29** : Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait éthanolique

D'après la figure  $IC_{50}=0.634$  mg/l

### d- Activité antioxydante de l'extrait acétonique

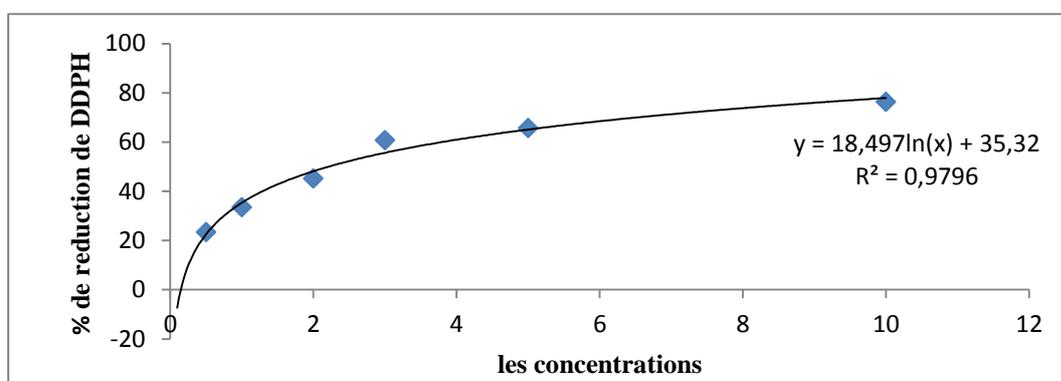


**Figure 30** : Variation du pourcentage de réduction en fonction,de la concentration de l'extrait acétonique

D'après la figure  $IC_{50}=1.2209$ mg/l

## Résultats et discussion

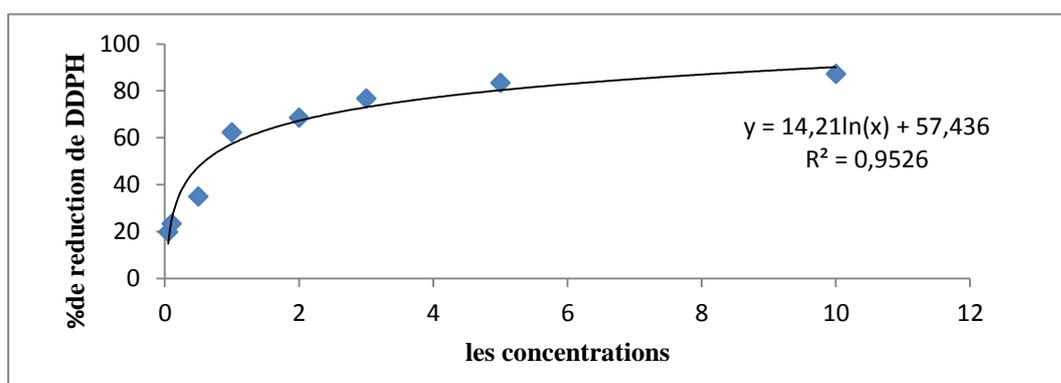
### e- Activité antioxydante de l'extrait de dichlorométhane



**Figure 31** : Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait de dichlorométhane

D'après la figure  $IC_{50}=2.2114\text{mg/l}$

### f- Activité antioxydante de l'extrait d'éther de pétrole

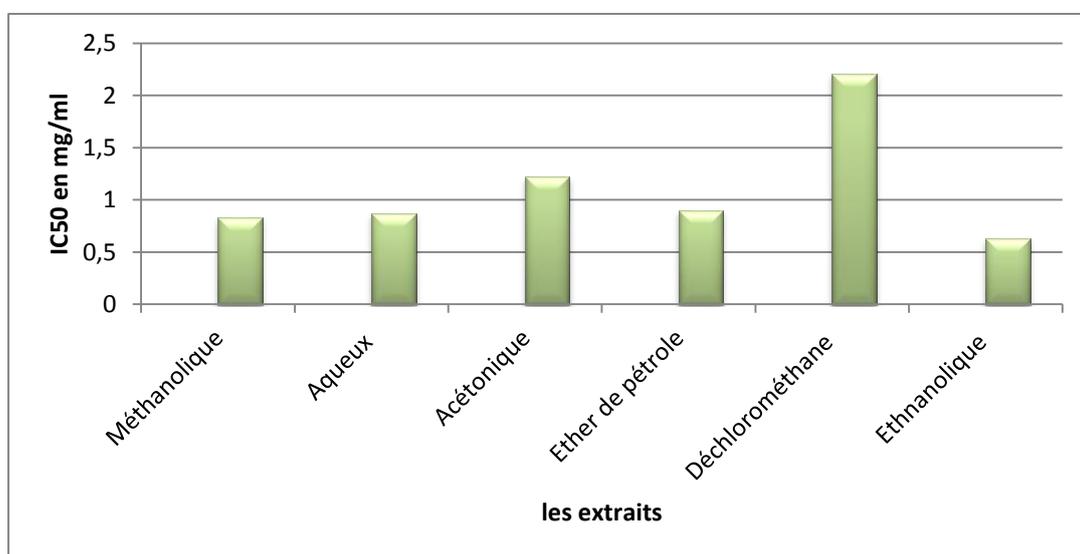


**Figure 32** : Variation du pourcentage de réduction en fonction de la concentration de l'extrait d'éther de pétrole

D'après la figure  $IC_{50}=0.9032\text{mg/l}$

## Résultats et discussion

### 1.3.2. comparaison entre les extraits par rapport à leur IC50



**Figure 33** : Représentation graphique montre la comparaison entre les extraits par rapport à l'IC50

La représentation graphique a montré les valeurs des IC50 des extraits. Les tests au DPPH révèlent que l'extrait éthanoïque confirme un IC50 qui est de 0,634 mg/l et qui est la plus faible .

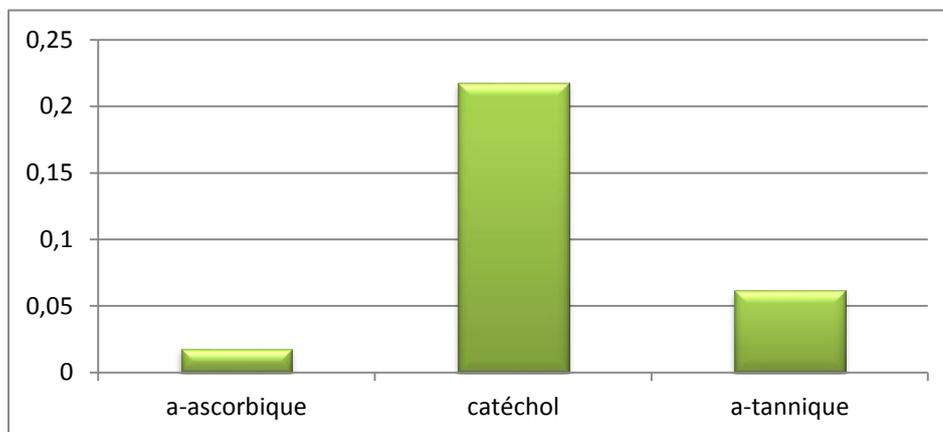
L'extrait méthanolique confirme un IC50 presque similaire que l'extrait aqueux qui sont de 0,8315 mg/l et 0,8731 mg/l.

Aussi d'après la présentation graphique a montré la valeur de IC50 d'éther de pétrole est de 0,9022 mg/l .Et on remarque que l'extrait acétonique et dichlorométhane donne un IC50 plus élevé qui sont de 1.2209 mg/l et 2.2114 mg /l .

Donc le classement des extraits selon leur pouvoir antioxydant est le suivant : l'extrait éthanolique, l'extrait méthanolique, aqueux, éther de pétrole, l'extrait acétonique et a la fin.dichlorométhane

## Résultats et discussion

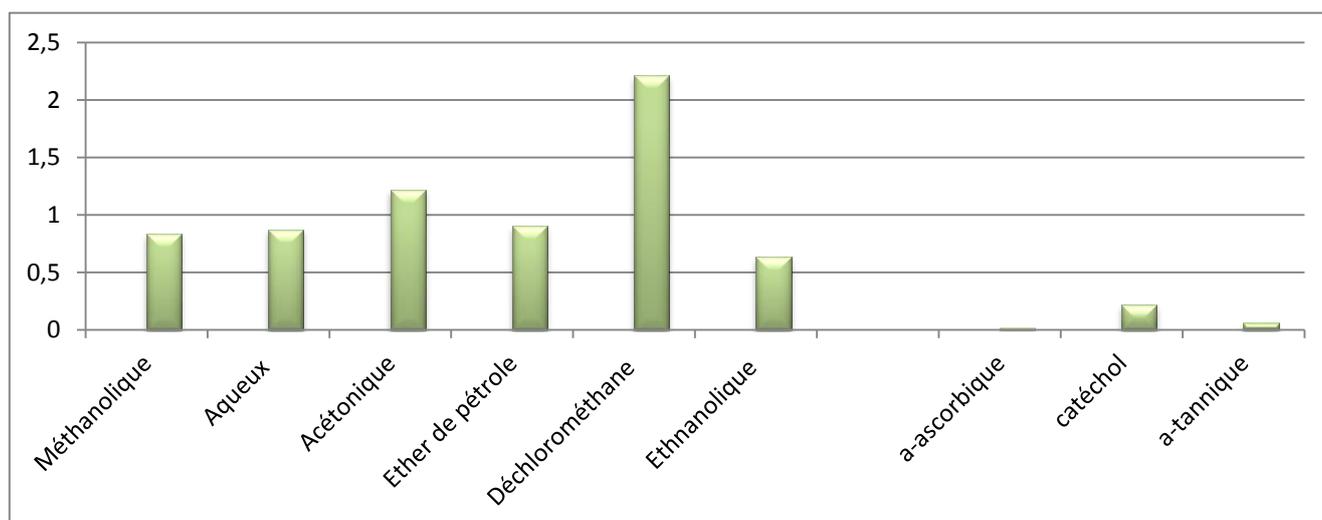
### Comparaison entre les témoins par rapport IC50



**Figure 35** : comparaison entre les témoins par rapport IC50

A partir de la représentation graphique on remarque que l'acide ascorbique possède un IC50 plus faible =0,018mg/l, puis l'acide tannique qui a une valeur d'IC50 de 0,0615 mg/let enfin le catéchol qui représente un IC50 de 0,218mg/l

### 1.4. Comparaison des extraits avec les témoins par rapport IC50



**Figure 36** : Représentation graphique montre la comparaison des extraits avec les témoins par rapport à l'IC 50

## Résultats et discussion

---

En comparant les extraits et les témoins l'acide ascorbique reste le plus efficace avec un faible IC50, suivi de l'acide tannique et le catéchol, le classement des témoins et les extraits selon leur pouvoir antioxydant est le suivant : acide ascorbique, acide tannique, le catéchol, l'extrait éthanolique, l'extrait méthanolique, aqueux, éther de pétrole, l'extrait acétonique et à la fin dichlorométhane.

On explique l'utilisation de la technique DPPH par sa rapidité à donner les résultats, comme elle est employée pour le criblage des molécules douées d'activités antioxydantes présentes dans les extraits de végétaux (**Yi et al., 2008 ; Nabavi et al., 2010**).

L'acide ascorbique a une meilleure activité antioxydante, par rapport au catéchol (**Altunkaya, A et al., 2008**) et par rapport à l'acide tannique (**Baschieri, A et al 2019**), ses propriétés antioxydantes sont attribuées à sa capacité d'être réduit en radical ascorbyle après la perte d'un électron ou d'un proton. Ce radical peut facilement s'oxyder en captant l'anion superoxyde et certaines espèces radicalaires (perhydroxyles et peroxydes) [**Valko et al., 2006, Van Antwerpen, 2006**].

Selon les résultats enregistrés, les extraits éthanolique et méthanolique et aqueux sont dotés d'un meilleur pouvoir antioxydant, leur IC50 respective est de 0,634 mg/l, 0,8315 mg/l, 0,8731 mg/l, l'éthanol enregistre le meilleur IC50 ceci est en accord avec les résultats d'activité antioxydant obtenue de (**Ferradji et al., 2011**) et (**Zitouni et al., 2017**)

La plus part des études menées sur ce contexte expliquent les variations de l'activité antioxydante en fonction des solvants d'extraction par la polarité de ces derniers qui influent sur les rendements d'extraction et par conséquent sur la composition phytochimique et sur le potentiel antioxydant (**Kolar et al., 2002**) (**Yang et al., 2014**).

Ainsi, **Pérez-Jiménez et Saura-Calixto (2006)**, ont rapporté que le type et la polarité de solvant peuvent affecter le transfert d'électron et le transfert d'atome d'hydrogène impliqué dans les réactions d'oxydo-réductions et qui présentent des aspects essentiels de la mesure de la capacité antioxydante des échantillons.

## Résultats et discussion

---

Ce pouvoir anti-oxydant est fort probablement dû aux composés phénoliques présents dans les feuilles de *Pistacia lentiscus*, et qui sont connus comme substances antioxydantes ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène (**Kelly et al., 2002**).

Les composés phénoliques sont des constituants très importants de la plante à cause de leur capacité de piégeage des radicaux libres et de leur forte inhibition de la peroxydation lipidique (**Pokorny et al., 2001**).

Une étude fait par **Boukrouis Djoudi et al.,2016** montre que l'importante activité anti-radicalaire des extraits de feuilles de *P. lentiscus* serait essentiellement due, d'après l'étude chromatographique, aux formes complexes des composés phénoliques, notamment les tannins hydrolysables et leurs dérivés (dérivés galloyles).

**Quatrième partie :**  
**Conclusion général et perspectives**

## Conclusion général et perspectives

---

Beaucoup de chercheurs s'intéressent aux plantes médicinales pour leur richesse en antioxydants naturels à savoir les polyphénols, les flavonoïdes, les tannins, etc. qui possèdent des activités antioxydantes. De ce fait plusieurs recherches ont été focalisées sur des plantes aromatiques.

à partir de notre travail nous concluons que la plante de *Pistacia lentiscus* riche en substances organiques tels que les tannins, terpénoides, flavonoides, stérol à partir le screening phytochimique. Cette richesse en composés secondaires a permis d'utiliser cette plante en médecine traditionnelles.

L'effet antioxydant des extraits de *Pistacia lentiscus* ont été évalués dans ce travail.

Les résultats obtenus montrent que les extraits ont une activité antioxydante, Il s'agit d'extraits bruts contenant un grand nombre de composés différents. Il est donc très

probable qu'ils contiennent des composés qui, une fois purifiés, peuvent présenter une activité comparable à celle de l'acide ascorbique.

Selon les résultats de notre travail les extraits éthanolique et méthanolique et aqueux sont dotés d'un meilleur pouvoir antioxydant.

Ces extraits pourraient donc être une source de molécules antioxydantes naturelle comme alternative de l'utilisation des antioxydants synthétiques. Il est donc très intéressant de faire des recherches complémentaires pour identifier, isoler et purifier ces biomolécules.

Ces résultats restent préliminaires, il serait intéressant de faire des études complémentaires pour comprendre les mécanismes moléculaires et cellulaires de ces effets.

Ces études doivent être aussi orientées vers la détermination des composés actifs dans l'huile fixe de *Pistacia lentiscus* et l'évaluation de leurs effets sur les signalisations impliqués dans le processus antimicrobien.

**Références  
bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

1. **Altunkaya, H., Ayoglu, H., Yapakci, O., Ugur, M. B., Uzun, L., Ozer, Y., & Ozkocak, I. (2008).** Effectiveness of dexmedetomidine in reducing bleeding during septoplasty and tympanoplasty operations. *Journal of clinical anesthesia*, 20(6), 437-441.
2. **Ames BN, Cathcart R, Schwiers E, Hochstein P. Uric (1981)** acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant- and radical-caused aging and cancer. A hypothesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*; 78: 6858-6862.
3. **Ames B.N. (1998).** Micronutrients prevent cancer and delay aging. *Journal of Toxicology Letters*. 102: 5– 18.
4. **Annie, Jean, P. (2014).** Guide des arbres et arbustes de France .éditions sud oueste. ; Loire offset titoulet à Sainte –Etienne (42), P : 78-80.
5. **Anton, R et Wichtel, M 1999.** Plantes thérapeutiques: traditions, pratiques officinales, science et thérapeutique. 3<sup>ème</sup> édition, Ed. Françaises. Strasbourg.
6. **Argolo A.C.C., SantAna A.E.G., Pletsch M. & Coelho L.C.B.B. (2004).** Antioxidant activity of leaf extracts from *Bauhinia monandra*. *Journal of Bioresources Technology*. 95: 229– 233.
7. **Baba, L. & McGrath, IM. (2008).** Oxygen free radicals: effects in the newborn period. *Advances in Neonatal Care* 8 Journal, pp. 256-264
8. **Baschieri, A., Monti, F., Armaroli, N., Mazzotti, G., Giorgini, L., Sambri, L., & Benelli, T. (2019).** Luminescent methacrylic copolymers with side-chain cyclometalated iridium (III) complexes. *Dyes and Pigments*, 160, 188-197.
9. **Bauer, K., Garbe, D., & Suburg, H. (2001).** Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses. Weinheim: Wiley-VCH, 293 pp.
10. **Beckman K.B. & Ames B.N. (1998).** The free radical theory of aging matures. *Physiological Reviews*. 78: 547– 581.

## Références bibliographiques

---

- 11. Belfadel, F.Z. (2009).** Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*  
Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat).  
Université de Constantine faculté des sciences exactes département de chimie.
- 12. Bellakhdar J., 2003.-** Le Maghreb à travers ses plantes: plantes, productions végétales  
et traditions au Maghreb. Eds. Le fennec.
- 13. Biallo D., Sanogo R., Yasambou H. et autre ( 2004)** Etude des constituants des feuilles de  
*Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae). C.R.Chimie.(7):1037-1080.
- 14. Bougatef A, Hajji M, Balti R, Lassoued I, Triki-Ellouz Y et Nasri M., (2009).**
- 15. Boukeloua, A. (2009).** Caractérisation botanique et chimique et évaluation  
pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L.
- 16. Bozorgiet al. 2013** Five *Pistacia* Species (*P. Vera*, *P. Atlantica*, *P. Terebinthus*, *P. Khinjuk*,  
and *P. Lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology
- 17. Boyd B., Ford C., Koepke M.C., Gary K., Horn E., McAnalley S., and McAnalley  
B. 2003.** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en  
bonne santé. *Glycoscience & Nutrition*.
- 18. Bruneton, J. (1999).** Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2ème édition,  
Paris :Editions médicales internationales, *Tec. Et Doc Lavoisier*, p 1120.
- 19. Bruneton, J., (1999).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 3ème édition,  
*Lavoisier Techniques & Documentation, Paris*.
- 20. Carlsberg I, Mannervik B (1985).** Glutathione reductase. *Methods Enzymol.*; 113: 484–  
490.
- 21. Carr, A.C., Zhu, B.Z., Frei, B., 2000.** Potential antiatherogenic mechanisms of ascorbate  
(vitamin C) and alpha-tocopherol (vitamin E). *Circ Res* 87, 349-354.
- 22. Chelikani, P., Fita, I., 2004** *Cell. Mol. Life. Sci.*, 61, 192-208., 61, 192-208.

## Références bibliographiques

---

- 23.Clément R-P. 2005** Aux racines de la phytothérapie : entre tradition et modernité (1ère partie) À Législation 2005;4:171-5.
- 24.Dambri et Chamekh, 2014).** Publication officielle du Centre Anti Poison d'Alger Ministère de la santé.
- 25.Dehak, K., 2013.** Méthode d'extraction et de séparation des substances naturelles. Doctorat de chimie : analyse physicochimique et réactivité des espèces moléculaires. Université d'Ouargla.
- 26.EFSA., 2009.** Les saponines de *Madhuca Longifolia* en tant que substances indésirables dans l'alimentation animale. Avis du groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire .The EFSA Journal, 979, 2-3.
- 27.FAVIER A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, l'actualité chimique, P 108- 115.
- 28.FAVIER A., 2006.** Stress oxydant et pathologies humaines. Ann. Pharm. Fr .Mémoire de Activitésantioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnusalaternus L.* p 64: 390-396.
- 29.Falleh,H.,Ksouri,R.,Chaieb,K.,KarrayBouraoui,N.,Trabelsi,N.,Boulaaba,M.,Abdelly, C.(2008).**Phenoliccomposition of *CynaracardunculusL.*organs and theirbiological activities.C.R.biologies, 331:372-379.doi: 10.1016/j.crv.2008.02.008
- 30.Ferradji, A. (2011).** Activités antioxydante et anti- inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies *Pistacialentiscus*. Mémoire Magister en biochimie appliqué, université Ferhat Abbas, Sétif, p : 21-22-28.
- 31.Gani, A., Wani, S.M., Masoodi, F.A., Gousia, H., 2012.** Whole-Grain Cereal Bioactive Compounds and Their Health Benefits: A Review. Department of Food Science and Technology, University of Kashmir, India
- 32.Ghalem B.R., Benhassaini H. (2007).**Etude des phytostérols et des acides gras de *Pistachiaatlantica*. Afrique Science. 3(3) 405 – 412.

## Références bibliographiques

---

- 33. Groupe Eyrolles, 2003**, ISBN 2-7081-3531-7 Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart p :21
- 34. Guillaume, D. and Z. Charrouf (2005)**. "Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*)." *Cahiers Agricultures* 14(6): 509-516 (501).
- 35. Guerroudj Zeineb ,Kharoubi Nabila 2013** L'implication du stress oxydant chez les leucémiques aigues myéloïdes ,mémoire master . Université 08 Mai 45 Guelma
- 36. Hamad H, Ibrahim H, Gonaid M & Mojahidul I. (2011)**. Comparative phytochemical and antimicrobial investigation of some plant growing in Al Jabal Al Akhdar. *Journal of natural product and plant resource* 03: 90- 95
- 37. Hamlat, N., Hassani, A., 2008**. Analyse des flavonoïdes présents dans les feuilles du lentisque par les méthodes chromatographiques. *Biotech 2008*, XIes Journées Scientifiques du réseau «Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire» de l'Agence universitaire de la Francophonie. 30 juin-3 juillet 2008, Agrocampus Rennes, France. Page 46.
- 38. Harrison R. 2002** Structure and function of xanthine oxidoreductase: where are we now? *Free Radic Biol Med*; 33: 774-797.
- 39. Haton, C. (2005)**. Effets des rayonnements ionisants sur la structure et la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat. Université de Paris VI.
- 40. Haudiere, J., Arch. Biochem. Biophys., 1983**, 226, 448-457.
- 41. Hong, J.H., Kim, M.J., Park, M.R., Kwag, O.G., Lee, I.S., Byun, B.H., Lee, S.C., Lee, K.B., Rhee, S.J., 2004**. Effects of vitamin E on oxidative stress and membrane fluidity in brain of streptozotocin-induced diabetic rats. *Clin Chim Acta* 340, 107-115.
- 42. iserin, P. (2001)**. Encyclopédie des Plantes Médicinales, Identification, Préparation, Soins. 2ième édition Ed Larousse/VUEF. p13-16, 250, 291-296.

## Références bibliographiques

---

- 43. Johnson I.T. (2001).** Antioxidants and antitumor properties. Pages 100- 123 in J. Pokorny, N. Yanishlieva, M. Gordon (ed.), Antioxidants in Food, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge
- 44. Karumi Y., Onyeyili P.A., Oyugbuaja V.O. (2004).** Identification of active principals of *M. Balsamia* (Balsam Apple) leaf extract. *J.Med.Sci*, 4 (3) : 179 -182.
- 45. Kelly E Heim, Anthony R Tagliaferro and Dennis J Bobilya (2002).** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 572–584
- 46. Kelley. E. E, Khoo. N. H, Hunley. N.J, Malik. U.Z, Freeman. B.A, Tarpey.M.M, , 2010** Hydrogen Peroxide is the Major Oxidant Product of Xanthine Oxidase, *Free Radic BiolMed*; 48 (4): 493-498.
- 47. Kevin, L.G.; Fcarcsi; Novalija, E; Stowe, D.F. (2005).** Reactive oxygen species as mediators of cardiac injury and protection: The relevance to anesthesia practice. *Anesthesia and Analgesia*. 101:1275–1287
- 48. Khalil, A., 2002.** [Molecular mechanisms of the protective effect of vitamin e against atherosclerosis]. *Can J Physiol Pharmacol* 80, 662-669.
- 49. Kumar, S., Pandey, A.K., 2013.** Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*. 16.
- 50. Lev E., Amar Z. 2002.** Ethnopharmacological survey of traditional drugs sold in the Kingdom of Jordan. *Journal of Ethnopharmacology* 82, 131-145.
- 51. Leverse X.** Stress oxydant et antioxydants? *Médecine et nutrition*, septembre 2009 ; 44 :219-244.
- 52. Longo L, Scardino A & Vasapollo G. (2007)** Identification and quantification of anthocanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L. *Phillyrea latifolia* L. and *Rubia peregrina* L. *Journal of Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 08: 360- 364

## Références bibliographiques

---

- 53. Mabile, L., Meilhac, O., Escargueil-Blanc, I., Troly, M., Pieraggi, M.T., Salvayre, R., Nègre-Salvayre, A.,** *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, **1997**, *17*, 1575-1582.
- 54. Magder, S. (2006).** Reactive oxygen species: Toxic molecules or spark of life? *Critical Care Med Journal*, Vol 10, pp. 208-216.
- 55. Maisuthisakul P.; Pasuk S. and Ritthiruangdej P. (2008).** Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, pp:229-240.
- 56. Maples KR, Mason RP. Free1988 radical metabolite of uric acid.** *J Biol Chem.*; 263 : 1709-1712
- 57. Marouf, A., Reynaud, J.(2007).** La botanique de A à Z .DUNOD, paris, p : 9-20-176-177.
- 58. Martinez-Cayueta M. (1995).** Oxygen free radicals and human disease. *Biochem.* **77**: 147-161.
- 59. Matés, J. Perez-Gomez, C. Nunez Castro, I. (1999).** Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical Biochemistry Journal*, Vol 32, pp. 595-603.
- 60. McMichael, M.A., 2007.** Oxidative stress, antioxidants, and assessment of oxidative stress in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* 231, 714-720.
- 61. Meister, A., Anderson, M.E., 1983.** Glutathione. *Annu Rev Biochem* 52, 711-760.
- 62. Mercan, MD. (2010).** Le stress oxydatif. Unilabs A.R.L., Lausanne. pp 3-15.
- 63. Meyer, A.J., Hell, R ; 2005.** Glutathione homeostasis and redox – regulation by sulfhydryl groups. *Photosynth. Res* . 86, 435- 457
- 64. MEDDOUR A., YAHIA M., BENKIKI N., AYACHI A., 2013-** Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *Capparis Spinosa L.* *Lebanese Science Journal*. Vol. (14): 49-60.

## Références bibliographiques

---

- 65. MOHAMMEDI, Z. (2013).** Etude phytochimique et activités biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie.
- 66. Millogo et al, 2005** Publication officielle du Centre Anti Poison d'Alger Ministère de la santé.
- 67. Moroh, J.L.A., Bahi, C., Dje, K., Loukou, Y.G. et Guede-Guina, F. (2008).** <<Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique EAC de Morindamorindoide (Baker) milneredheat ( rubiaceae) sur la croissance in vitro des souches D'Echerichia coli>>, Bulletin de la société Royale des sciences de liege ( en ligne), ( 77): 44-61.
- 68. Nabavi, Kessels, H. W., Nguyen, L. N., S., & Malinow, R. (2010).** The prion protein as a receptor for amyloid- $\beta$ . *Nature*, 466(7308), E3.
- 69. Nishino T, Okamoto K, Eger BT et al.** Mammalian xanthine oxidoreductase mechanism of transition from xanthine dehydrogenase to xanthine oxidase. *Febs J* 2008; 275: 3278-3289.
- 70. NIYAH NJIKE G., WATCHO P., NGUELEFACK T.B., KAMANYI A., 2005-** Hypoglycaemic activity of the leaves of *Bersamaengleriana* in rats. *Afr J Trad. Vol. 2(3): 215-221*
- 71. Oloyede O.I., (2005).** Chemical profile of Unripe Pulp of *Carica papaya*. *Pakistan journal of nutrition*, 4 : 379-381.
- 72. Park E.J. & Pezzuto J.M. (2002).** Botanicals in cancer chemoprevention. *Journal of Cancer Metastasis*. 21: 231– 255.
- 73. Polese, J-M. 2010.** Arbres & Arbustes de Méditerranée. Ed: Edisud, p. 85
- 74. Powers, S.K., Jackson, M.J., 2008.** Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev* 88, 1243-1276.
- 75. Quezel P., Santa S. (1962-1993).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S 2: 1170p

## Références bibliographiques

---

- 76.Rahman K. (2007)** Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. Clin Interv Aging,;2(2) : 219–36.
- 77.Ramadan MF. (2010)** Rapid antiradical method for screening deep fried oils.Journal of consumer protection and food safety, 5:47-50
- 78.RichterGerhard1993** 100 Selbstbildnisse, (Allemand) Relié
- 79.Saadoun S.N., 2002.** -Types stomatiques du genre Pistacia: PistaciaatlanticaDesf.ssp.Atlantica et Pistacialentiscus L. p369
- 80.Salhi S., Fadli M., Zidane L., Douira A. 2010.** Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). Lazaroa 31: 133-146.
- 81.Sarni-Manchado, P., Cheynier, V., 2006.** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, p. 2-10. ASSIM.REFER.ORG. (2016). RAISIL. [online] Available at: <http://www.assim.refer.org/raisil/raisil/raisilf.html>.
- 82.Sebai M., Boudali M., 2009-2012.** la phytothérapie entre confiance et méfiance, mémoire professionnel infirmier de la sante publique, institut de formation paramédicale CHETTIA,P9-12, 56.
- 83.Schauenberg P., Paris F. 2006.** Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Edition, de lachaux et niestlé, Paris, pp. 33-34.
- 84.Simic MG, Jovanovic SV (1989).** Antioxidation mechanisms of uric acid. J Am chem Soc.;111: 5778-5782.
- 85.Sokmen A. & Gurel E. (2001).** Bitki Biyoteknolojisi “Plant biotechnology”. Pages 211-261 In Babaoglu, M., Gurel, E., Ozcan, S. (Ed.), Sekonder Metabolit Uretim (Secondary metabolite production). Selcuk University Press, Konya.
- 86.Suja K.P.; Jayalekshmy A. and Arumughan C. (2005).** Antioxidant activity of sesame cake extract. Food Chemistry, 91, pp: 213–219.

## Références bibliographiques

---

- 87. Tessier F, Marconnet P (1995)** Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice, *Sci Sports*. 10 : 1-13.
- 88. Trease. G.E et Evans. W.C (1989).** *Pharmacognosy*. 13<sup>ème</sup> édition Ballière-Tindall. pp.436- 445.
- 89. Tyler, V.E., Brady, L.R., Robbers, J.E. (1881).** *Pharmacognosy*. Lea & Febiger, Philadelphia, 520 p..
- 90. Valko M., Rhodes C.J., Moncol J. , Izakovic M. et Mazur M. 2006.** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*. **160**:1-40.
- 91. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M and Telser J (2007).** Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*, 39(1), 44-84.
- 92. Vertuani S, Angusti A, and Manfredini S (2004).** The Antioxidants and ProAntioxidants Network: An Overview. *Curr. Pharm.*; 10: 1677-1694.
- 93. WICHTL M., ANTON R., 2003** \_Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2<sup>ème</sup> édition, Ed. TEC & DOC, 2003.
- 94. Yi, W., Ren, Z. A., Lu, W., Yang, J., Shen, X. L., Li, Z. C., ... & Zhao, Z. X. (2008).** Superconductivity at 55 K in iron-based F-doped layered quaternary compound Sm [O<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>] FeAs. *arXiv preprint arXiv:0804.2053*.