



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
de Master académique en

Filière : **Biologie**

Spécialité : **Biochimie appliquée**

Présentée par :

**ENSAAD Narimane**

**BOUKNINE Maroua Amira Ahlem**

*Thème*

---

**Etude d'activités biologiques des extraits de  
*Tetraclinis articulata* de la région de TISSEMSILT**

---

Soutenu le, 12/06/2022

Devant le Jury :

<b>MOUSSAOUI Badreddine</b>	Président	M.C.A.	Univ-Tissemsilt
<b>BENSAADI Nawal</b>	Encadrante	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
<b>DRIS Ibrahim</b>	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2021-2022

## *Remerciements*

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles afin d'accomplir de modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous remercions notre encadreur Mme BENZAADI N. pour avoir encadré et dirigé ce travail.

Nous offrons nos plus sincères remerciements aux membres de jury,

Le président Mr. MOUSSAOUI B et l'examineur Mr. DRIS I pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé de proche ou de loin à réaliser ce travail.

## Dédicace

Je dédie ce humble travail à :

Mes très Chères parents pour leurs soutien, leurs conseils tout au long de ma vie, j'espère que Dieu leur accordera longue vie, santé et tranquillité d'esprit.

Chère sœur Kaouthar, qui n'a pas cessée de me conseiller, et m'encourager. Que Dieu la protège et lui offre la chance et le bonheur.

Mes Chères frères Mohamed Salah Dine, Aymen et Acheraf, je leurs souhaite une vie pleine de succès.

Toute ma famille.

Sans oublier mon chère binôme Maroua.

**Narimane**

# Dédicace

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :

A mon papa, à qui je dois mon éducation et mon instruction, que Dieu lui accorde sa grâce infinie.

A ma très chère et douce mère, qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, qui s'est trop inquiétée pour cette recherche, et qui a tant veillé pour moi ; Qu'ils trouvent ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur dévouement. Aucune dédicace ne saurait vous exprimer la profondeur de mes sentiments. Que dieu vous protège et vous garde pour nous.

A mes chères sœurs Nadia, Asma et Habiba qui M'ont beaucoup soutenu durant toutes mes études ; que Dieu lui prodigue guérison et santé.

A mes chers frères : Khelifa, khalil, Amin et Hakim en témoignage de leurs amour fraternel et de leurs attachement éternel.

Avec toute ma tendresse, à mes neveux et nièces, meilleurs vœux de succès dans leurs études.

A mon chere binôme Narimane; j'ai partage avec elle les joies et les difficultés au suivi de notre travail.

**Maroua**

# Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Image montrant une branche de <i>Tetraclinis articulata</i> , ses articulations, ses fruits en strobiles et sa graine biaillée.	5
<b>Figure 02</b> : Conséquences du stress oxydatif	8
<b>Figure 03</b> : Structure de l' $\alpha$ -tocophérol	11
<b>Figure 04</b> : Structure de l'acide ascorbique	11
<b>Figure 05</b> : Structure de caroténoïdes et polyphénols	12
<b>Figure 06</b> : Situation géographique de la zone d'étude	13
<b>Figure 07</b> : Peuplement naturel de pin d'Alep Photo prise en Mai 2015 par TIR-El hadj.	14
<b>Figure 08</b> : Thuya de Berbérie en association avec l'olivier sauvage. Photo prise en Mai 2015 par TIR-El hadj.	14
<b>Figure 09</b> : Evolution des moyennes des précipitations annuelles (1976-2006).	15
<b>Figure 10</b> : Diagramme ombrothermique de la station de référence (1976-2006).	17
<b>Figure 11</b> : Climagramme d'Emberger pour la période 1976-2006.	18
<b>Figure 12</b> : Feuilles de <i>T.articulata</i> sèches et Poudre.	19
<b>Figure 13</b> : Protocole expérimental du travail réalisé.	21
<b>Figure 14</b> : Les étapes de L'extraction.	22
<b>Figure 15</b> : Protocole de préparation des différents extraits.	23
<b>Figure 16</b> : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.	24
<b>Figure 17</b> : Protocole de piégeage du radical libre DPPH.	25
<b>Figure 18</b> : Histogramme du rendement de l'extraction.	27
<b>Figure 19</b> : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant.	28
<b>Figure 20</b> : Résultats de Test DPPH après 30 minutes.	28
<b>Figure 21</b> : courbe d'étalonnage de L'acide ascorbique.	29
<b>Figure 22</b> : Activité de piégeage du radical DPPH des trois extraits testés et de l'acide ascorbique.	29
<b>Figure 23</b> : Activité anti radicalaire des extraits de feuilles de <i>Tetraclinis articulata</i> et de l'acide ascorbique à une concentration de 40 $\mu$ g/ml par la méthode de DPPH.	30

# Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Répartition mensuelle de la température.	16
<b>Tableau 02</b> : Répartition mensuelle des vitesses du vent.	16
<b>Tableau 03</b> : Humidité relative moyenne mensuelle.	17
<b>Tableau 04</b> : Appareillages, verreries et réactifs chimiques utilisés.	20
<b>Tableau 05</b> : Préparation des dilutions des extraits.	24
<b>Tableau 06</b> : Propriétés organoleptique des extraits.	26

# Liste des abréviations

<b>ANRH</b>	Agence Nationale des Ressources Hydraulique
<b>ERO</b>	Espèces Réactives de l'Oxygène
<b>ROS</b>	Reactive Oxygen Species
<b>GPx</b>	Glutathion peroxydase
<b>SOD</b>	Superoxyde dismutase
<b>CAT</b>	Catalase
<b>GSH</b>	Glutathion
<b>DPPH</b>	2,2 diphényle-1-picrylhydrazyl
<b>CMI</b>	Concentration Minimale Inhibitrice
<b>EAM</b>	Extrait Aqueux issu par macération
<b>MeOH</b>	Méthanol
<b>EtOH</b>	Éthanol
<b>EMe</b>	Extrait méthanolique
<b>EAq</b>	Extrait aqueux
<b>Aq</b>	Aqueux
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Peroxyde d'hydrogène
<b>O<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	l'anion superoxyde
<b>T°</b>	Température
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>h</b>	Heure
<b>R</b>	Rendement
<b>μL</b>	Microlitre

# Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
<b>Première partie : Étude Bibliographique</b>	
<b>Chapitre I Généralités sur la plante</b>	
<b>I. Généralités sur la plante</b>	<b>3</b>
<b>I.1.Étymologie</b>	<b>3</b>
<b>I.2.Famille de Cupressaceae</b>	<b>3</b>
<b>I.3.Systématique de la plante</b>	<b>3</b>
<b>I.3.1. Classification botanique</b>	<b>3</b>
<b>I.3.2. Noms botaniques de la plante</b>	<b>4</b>
<b>I.4.Origine de l'essence</b>	<b>4</b>
<b>I.5. Description botanique</b>	<b>4</b>
<b>I.6.Répartition géographique</b>	<b>5</b>
<b>I.6.1.Dans le monde</b>	<b>5</b>
<b>I.6.2.En l'Algérie</b>	<b>5</b>
<b>I.7. Importance économique du thuya</b>	<b>5</b>
<b>I.8. Usage thérapeutiques</b>	<b>6</b>
<b>I.9. Usage cosmétique</b>	<b>6</b>
<b>I.10. Usage industriel</b>	<b>6</b>
Autre utilisation	7
<b>Chapitre II L'activité antioxydante</b>	
<b>II. L'activité antioxydante</b>	<b>8</b>
<b>II.1. Le stress oxydatif</b>	<b>8</b>
<b>II.1.1.Définition</b>	<b>8</b>
<b>II.1.2. Implications pathologiques du stress oxydatif</b>	<b>8</b>
<b>II.2. Les Radicaux libres</b>	<b>9</b>
<b>II.3. Les antioxydants</b>	<b>9</b>



II.4. Systèmes antioxydants endogènes	9
II.4.1. Enzymatiques	9
II.4.1.1. Les superoxydes dismutases (SOD)	10
II.4.1.2. Le glutathion peroxydases (GPx)	10
II.4.1.3. La catalase	10
II.4.2. Non enzymatiques	10
II.4.2.1. Le glutathion (GSH)	10
II.5. Systèmes antioxydants exogène	11
II.5.1. La vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol)	11
II.5.2. La vitamine C	11
II.5.3. Les caroténoïdes et les polyphénols	11

### **Chapitre III présentation de la zone d'étude**

III. Présentation générale de la zone d'étude	13
III.1. Situation géographique	13
III.2. Couvert végétal	14
III.3. Caractéristiques climatiques	14
III.3.1. Précipitations	15
III.3.2. Température	15
III.3.3. Le vent	16
III.3.4. Humidité relative de l'air	17
III.4. Synthèse climatique	17
III.4.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	17
III.4.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER	18

### **Chapitre IV Matériels et Méthodes**

IV.1. Lieu de travail	19
IV.2. Objectif du travail	19
IV.3. Matériels et produits utilisés	19
IV.3.1. Matériel végétal	19
IV.3.2. Matériels du laboratoire	19
IV.4. Méthodes d'analyses	20
IV.4.1. Protocole expérimentale	20
IV.4.2. Préparation des extraits	21
IV.4.2.1. Préparation des extraits méthanoliques et éthanoliques	21
IV.4.2.2. Préparation de l'extrait aqueux	22
IV.4.3. Détermination du rendement.	23
IV.4.4. Méthode d'évaluation de l'activité antioxydante	24

IV.4.4.1. Mode opératoire du dosage de l'activité antioxydante	24
<b>Chapitre V : Résultats et discussion</b>	
V.1. Extraction et rendement d'extraction	26
V.2. Activité antioxydante	27
Conclusion	31
Résumé	
ABSTRACT	
الملخص	
Références bibliographiques	





# **Introduction**

Depuis toujours, les hommes ont utilisé leur environnement et en particulier les plantes, qui forment des sources riches en produits naturels utilisés depuis des siècles dans différentes régions du monde pour soigner diverses maladies (**Boubaker et al., 2012**).

L'Algérie est connue pour sa diversité florale : méditerranéenne, saharienne....etc. appartenant aux différents familles botaniques, estimée à plus de 3000 espèces (**Younes, 2022**).

L'espèce *Tetraclinis articulata*, connue sous le nom de thuya de barbarie, est un arbre monoïque qui appartient à l'embranchement des Gymnospermes et à la famille des Cupressacées (**Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017 ; Zahir et Rahmani, 2020**) et qui, essentiellement limité à la région méditerranéenne méridionale occidentale (**Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017**), constitue un élément important dans la végétation forestière nord-africaine (**El-Mouridi, 2011**).

Les extraits naturels de plantes contiennent une variété de composés phénoliques auxquels sont attribuées diverses activités biologiques. Parmi les activités biologiques des plantes médicinales, ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydante 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 (**Aissani, 2022**).

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques, a augmenté considérablement. Des recherches scientifiques dans diverses spécialités ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires (**Merghit, 2021**).

Le présent travail a été entrepris afin de mettre en exergue les vertus de *Tetraclinis articulata*, plante médicinale largement distribuée en Algérie. L'objectif de cette étude s'intéresse à l'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits (aqueux, méthanolique et éthanolique) de cette espèce, récolté de la forêt de Lardjem, wilaya de Tissemsilt.

Le travail réalisé s'articule de la façon suivante :

- La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique mettant l'accent sur deux chapitres :
  - Le premier chapitre aborde la description botanique de l'espèce végétale étudiée,
  - Le deuxième chapitre, s'intéresse à l'une des activités biologiques des extraits, entre autre, l'activité antioxydante.

## Introduction

---

- La seconde partie est subdivisée en deux chapitres : Le premier est consacré à l'identification de la zone d'étude tandis que le second comprend Matériels et Méthodes, Résultats et discussion et le travail est finalisé par une conclusion.

**CHAPITRE I**  
**Généralité sur la**  
**plante**



## I. Généralités sur la plantes

### I.1.Étymologie

Le terme "*Tetraclinis*" se réfère à ses fruits en strobiles à quatre écailles. La spécification "*articulata*" fait référence à l'aspect articulé de ses branches (Esteve et al., 2017).

Le thuya de Berbérie ou *Tetraclinis articulata* appelé « Berbouch » en berbère, a été décrit par VAHL en 1791 sous le nom de *Thuja articulata* = *Callitris articulata* (Vahl) Link ; par la suite il a été reporté au genre *Tetraclinis* par (Maire, 1926).

### I.2. Famille de Cupressaceae

La famille des Cupressacées appartient à l'ordre des pinales, constituée de trois genres (*Tetraclinis*, *Cupressus*, *Juniperus*) et de six espèces (*Tetraclinis articulata*, *Cupressus atlantica*, *Juniperus communis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera*) (Groupe, 2009).

*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters est géographiquement lié aux trois pays du Maghreb (Maroc, Algérie et Tunisie). Il se rencontre aussi dans quelques secteurs très ponctuels, au Sud-est de l'Espagne (région d'Almeria) et sur l'île de Malte (Bourkhiss et al., 2010).

### I.3.Systématique de la plante

#### I.3.1. Classification botanique

Le thuya de Berbérie appartient à la famille des cupressacées et au genre *tetraclinis* qui ne comprend qu'une seule espèce *Tetraclinis articulata*.

D'après Quézel et Santa (1962), le thuya fait partie de :

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Embranchement</b>	Spermatophytes
<b>Sous embranchement</b>	Gymnospermes
<b>Classe</b>	Conifères
<b>Ordre</b>	Coniférales
<b>Famille</b>	Cupressacées
<b>Genre</b>	<i>Tetraclinis</i>
<b>Espèce</b>	<i>Tetraclinis articulata</i>

### I.3.2. Noms botaniques de la plante

#### Noms vernaculaires:

**Arabe:** Ahrar ou Berbouch (Quézel et Santa, 1962) ; shagaret el-hayat ; Al'Aarâar (El Bouhtoury-Charrier *et al.*, 2009).

**Français :** Thuya de Barbarie (Quézel et Santa, 1962) ; Thuya de Berbérie (Bourkhiss *et al.*, 2011) ; Thuya de Maghreb; Thuya de l'Afrique (Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017).

**Anglais:** Barbary Thuya; Sandarch tree (El Bouhtoury-Charrier *et al.*, 2009).

#### Nom scientifique :

*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters ; *Callitris quadrivalvis* Vent ; *C. articulata* (Vahl) Link (Quézel et Santa, 1962); *Thuja articulata* (Vahl) (El Bouhtoury-Charrier *et al.*, 2009).

### I.4. Origine de l'essence :

*Tetraclinis articulata* est un arbre isolé dans l'hémisphère septentrional, alors qu'il a une trentaine de parents dans l'hémisphère Austral, il est le dernier survivant de forme qui s'étendaient jusqu'au Groenland à l'époque du jurassique, et qui peuplaient encore l'Europe Occidentale au tertiaire (Maire, 1952).

### I.5. Description botanique :

Le *Tetraclinis articulata*, espèce résineuse de la famille des cupressacées (Haddad *et al.*, 2006), de forme conique-pyramidale à feuillage persistant (Esteve *et al.*, 2017), et à croissance très lente, longévité et qui peut dépasser 400 ans. En hauteur, il dépasse rarement 6 à 8 m et atteint 30 cm en diamètre en moyenne (Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017). Les feuilles, en forme de squame, disposées en groupe de 4 feuilles inégales deux à deux, elles possèdent des glandules résineuses (Esteve *et al.*, 2017). Les fruits sont des cônes glauques et pruneux, dont les 4 valves sont munies au sommet d'un appendice plat et réfléchi (Quézel et Santa, 1962). La floraison s'effectue au printemps (Bourkhiss *et al.*, 2011), et fructifie en été. Cette fructification démarre vers l'âge de 15 ans. L'ouverture des cônes, qui reste comme pour beaucoup d'espèces conditionnées par la chaleur, n'a lieu qu'à la fin de l'été (Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017).



**Figure 01** : Image montrant une branche de *Tetraclinis articulata*, ses articulations, ses fruits en strobiles et sa graine bi-ailée (Esteve et al., 2017).

## I.6. Répartition géographique

### I.6.1. Dans le monde

*Tetraclinis articulata* est une espèce endémique de l'Afrique du Nord occidentale (Maroc, Algérie, Tunisie), de Malte et d'Espagne (Djouahri, 2013).

### I.6.2. En l'Algérie

*Tetraclinis articulata* est surtout répartie dans le secteur oranais et algérois, dans le sous-secteur des hauts plateaux et qu'il est très rare dans la Kabylie. Toute fois, il existe dans les circonscriptions de Cherchel, Média, Ténès et Theniet el Had sous forme de vieux taillis dégradés par les incendies, sous forme de pied isolés et de petits bouquets (Delles et Lakhdaria), dans la vallée de l'oued Sahel jusqu'à vers M'chdellah (Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017).

## I.7. Importance économique du thuya

Le thuya a un bois résineux parfait, rouge, très lourd, dégageant une odeur vive (Lapie et Maige, 1914). Le bois de feu (bois mort) ramassé en forêt pour le chauffage, pour les fours des boulangeries (Benabid, 1977).

Les branches de thuya, une fois récoltées et distillées, permettent de fabriquer une huile essentielle servant à repousser les papillons de nuit, ainsi qu'un ingrédient entrant dans la composition de nettoyeurs ménagers et de certains cosmétiques (**Bouffroy et al., 2012**).

### **I.8. Usage thérapeutiques**

Le thuya surnommé au XVII<sup>e</sup> siècle \*arbre de vie\* en raison de la valeur médicinale attribuée à sa résine balsamique. L'extrait de cette résine augmente la tension artérielle et baisse la fièvre. Le feuillage a un parfum balsamique (**Ayache, 2007**).

Différentes parties du *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters sont employées dans la médecine populaire pour ses effets thérapeutiques multiples. Il est principalement utilisé contre les fièvres infantiles, les infections respiratoires et intestinales, les douleurs gastriques, le diabète et l'hypertension (**Bourkhiss et al., 2010**).

L'huile de thuya entre comme l'un des ingrédients principaux dans la composition de nombreux médicaments commerciaux et alternatifs, notamment pour le traitement des rhumes (**Bouffroy et al., 2012**).

### **I.9. Usage cosmétique**

La gomme sandaraque est un produit physiologique de thuya de Maghreb, ce produit est utilisé dans la laque et vernis, tandis que de petites quantités sont utilisées dans la parfumerie (**Benabid, 1977**).

Le goudron végétal brut de thuya est utilisé par le pasteur pour soigner les blessures et les infections de la peau du bétail (**Esteve et al., 2017**).

### **I.10. Usage industriel**

Le bois du thuya de Barbarie est employé dans le secteur artisanal pour la fabrication des tables, boîtes, œuvres d'arts, toits de maisons (**Zahir et al., 2020**) ainsi que la résine de *T. articulata* est utilisé dans la production de la peinture (**Rhattas et al., 2016**).

Les branches et les cônes du thuya servent à la fabrication de couronnes décoratives, de pots-pourris et de sachets, alors que son écorce déchiquetée constitue un excellent allume-feu. L'écorce interne était traditionnellement utilisée comme fibre pour la fabrication de cordes et de tissus (**Bouffroy et al., 2012**). Les perches, les perchettes, les poutres utilisées pour les constructions locales (**Benabid, 1977**).

**Autre utilisation**

Le goudron végétal de thuya, préparé par distillation des racines, et du collet, utilisé en pharmacie vétérinaire (**Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017**).

La tétraclinaie a un rôle important aussi dans la production de miel, car elle est riche en lamiacées (*Thymus algeriensis* Boiss. & Reut., *Artemisia herba-alba* Asso, *Lavandula dentata* L., etc.). Elle permet un rendement élevé en nectar, ce qui donne au miel qui en résulte une excellente qualité (**Hadjadj et Letreuch Belarouci, 2017**).

# **CHAPITRE II**

## **L'activité antioxydante**

## II. L'activité antioxydante

L'oxygène, molécule indispensable à la vie, est susceptible d'entraîner des effets dommageables dans l'organisme via la formation de radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène (EROs). Les EROs sont responsables d'un nombre de processus d'oxydation suivi de mauvaises conséquences tel que le stress oxydatifs (**Haleng et al., 2007**).

### II.1. Le stress oxydatif

#### II.1.1. Définition

Le stress oxydant correspond à un déséquilibre entre la génération d'espèces oxygénées activées (EOA) et les défenses antioxydants de l'organisme. Ce déséquilibre conduit potentiellement à des dégâts structuraux et fonctionnels (**Haleng et al., 2007**).

#### II.1.2. Implications pathologiques du stress oxydatif

Le stress oxydatif est impliqué dans de très nombreuses pathologies (figure 2) comme facteur déclenchant ou associé à des complications (**Favier, 2003**). Il peut être associé à l'athérosclérose, l'asthme, l'arthrite, la cataractogénèse, l'hyperoxie, l'hépatite, l'attaque cardiaque, les vasospasmes, les traumatismes, les accidents vasculaires cérébraux, les pigments d'âge, les dermatites, les dommages de la rétine, les parodontites et les cancers (**Cohen et al., 2000; Packer et Weber, 2001**). Néanmoins, la plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes et augmente la production mitochondriale des radicaux (**Favier, 2003**).

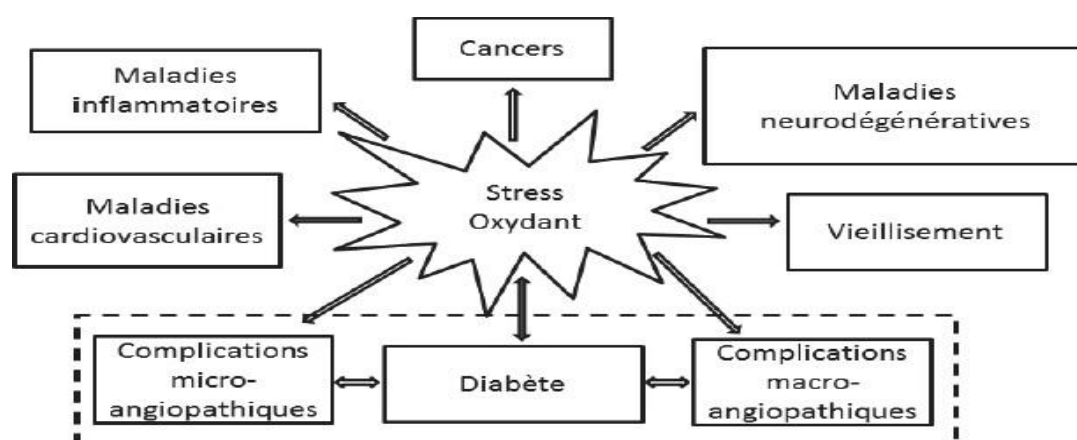


Figure 02 : Conséquences du stress oxydatif (**Favier, 2006 ; Tan et al., 2018**).

## II.2. Les Radicaux libres

Un radical libre est défini comme une molécule possédant un ou plusieurs électrons libres. Le plus souvent l'électron non apparié se trouve sur l'orbitale externe de la molécule (**Jacques et André, 2010**).

Les radicaux libres sont des substances chimiques très instables, de durée de vie très courte ( $10^{-9}$  à  $10^{-6}$  s) et très réactives par rapport à leur électron célibataire qui va chercher à se réappairier. En effet, ces radicaux libres auront toujours tendance à remplir leur orbitales en captant un électron pour devenir plus stable (**Garrel et Bigard, 2017**).

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. La production excessive des radicaux libres provoque des lésions directes de molécules biologiques : oxydation de l'ADN, des protéines, de lipides et des glucides (**Favier, 2003**).

Ces radicaux libres instables peuvent être éliminés par des antioxydants qui diminuent le taux d'oxydation et protègent les cellules des dommages (**El-Omari et al., 2019**).

## II.3. Les antioxydants

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de ROS (**Favier, 2003**). Notre organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule (**Antolovich, 2002**).

## II.4. Systèmes antioxydants endogènes

### II.4.1. Enzymatiques

Les antioxydants enzymatiques (les superoxydes dismutases, la catalase, la glutathion peroxydase) sont considérés comme la première ligne de défense de notre organisme contre les ROS (**Favier, 2006**).



### II.4.1.1. Les superoxydes dismutases (SOD)

Ces métalloprotéines, qui représentent une des premières lignes de défense contre le stress oxydant (Haleng *et al.*, 2007), catalysent la dégradation de l'anion superoxyde en O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Favier, 2003).



### II.4.1.2. Les glutathion peroxydases (GPx)

Les glutathion peroxydases (essentiellement localisées dans le cytosol) éliminent le Peroxyde d'hydrogène par son utilisation dans l'oxydation du glutathion réduit (GSH) en glutathion oxydé (GSSG) et requièrent le sélénium dans leur site actif pour cette activité (Aruoma, 1999).



### II.4.1.3. La catalase

La catalase est une enzyme localisée dans les peroxysomes et transforme 2 molécules de peroxydes d'hydrogène en eau et en oxygène qui sont des composés stables (Jacques et André, 2010).



## II.4.2. Non enzymatiques

### II.4.2.1. Le glutathion (GSH)

Le GSH est un antioxydant abondant dans l'organisme où il joue un important rôle de protection des tissus et des protéines transporteuses d'ions redox actifs comme l'hémoglobine, la transferrine, la ferritine, l'albumine. Le GSH est capable de régénérer les vitamines E et C oxydées (Patrick, 2006).

## II.5. Systèmes antioxydants exogène

### II.5.1. La vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol)

L' $\alpha$ -tocophérol est un puissant antioxydant, en particulier comme protecteur vis à vis de l'oxydation des lipides. Elle agit de concert avec la vitamine A et avec un oligo-élément cité plus haut : le sélénium (Jacques et André, 2010).

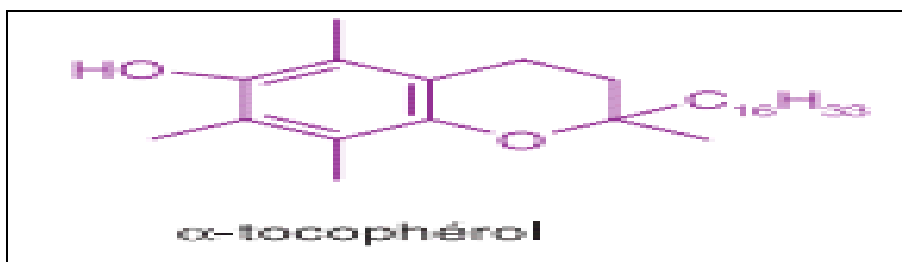


Figure 03 : Structure de l'  $\alpha$ -tocophérol (Gardès-Albert et *al.*, 2003).

### II.5.2. La vitamine C

L'acide ascorbique exerce son rôle protecteur en réduisant les ions métalliques qui ne peuvent donc plus déclencher des réactions de Fenton. Elle sert également à régénérer la vitamine E oxydée (Jacques et André, 2010).

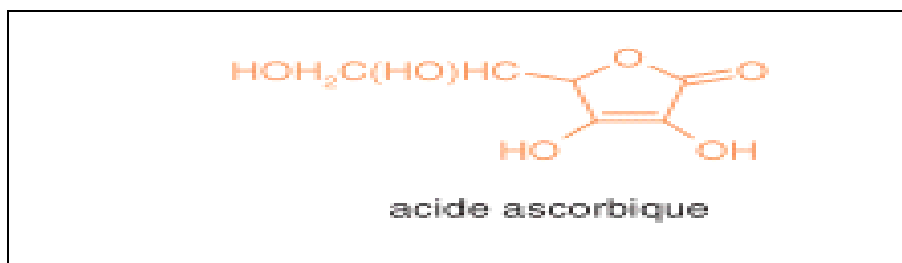


Figure 04: Structure de l'acide ascorbique (Gardès-Albert et *al.*, 2003).

### II.5.3. Les caroténoïdes et les polyphénols

Constituent de vastes familles de composés parmi les quels se trouvent le  $\beta$ -carotène (famille des caroténoïdes), l'acide caféique et la quercétine (famille des polyphénols). Caroténoïdes et polyphénols sont généralement de bons capteurs de radicaux hydroxyles  $\cdot$ OH et peroxyes RO<sub>2</sub> $\cdot$  (Gardès-Albert et *al.*, 2003).

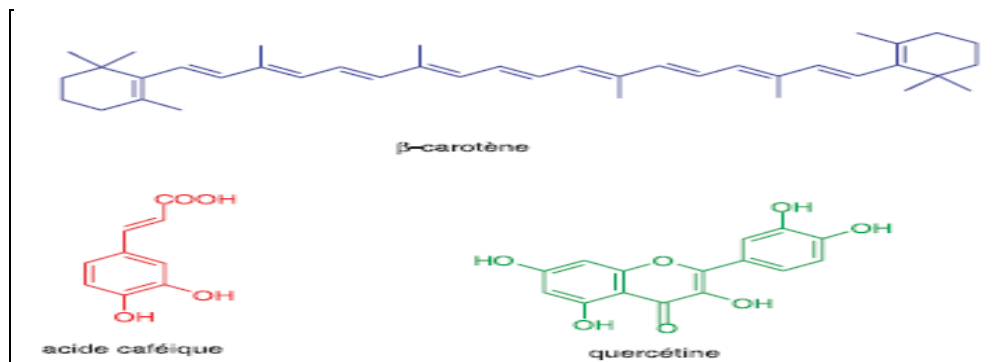


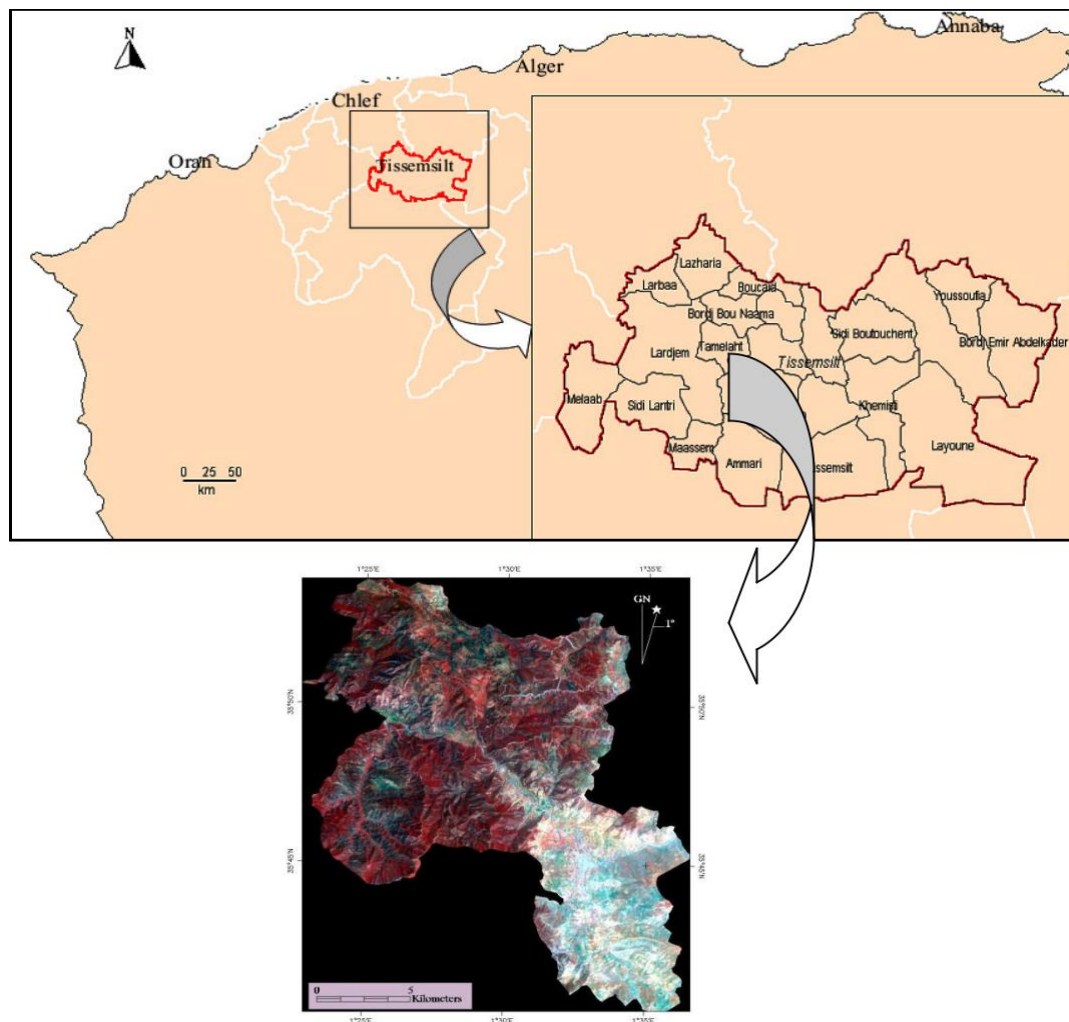
Figure 05 : Structure de caroténoïdes et polyphénols (Gardès-Albert et *al.*, 2003).

**La zone d'étude**

### III. Présentation générale de la zone d'étude

#### III.1. Situation géographique

La récolte a été menée dans la forêt de la commune de Lardjem à l'Ouest de la wilaya de Tissemsilt, cette commune s'étend sur une superficie totale de 26600 ha. Elle se trouve entre les coordonnées  $35^{\circ} 53' 55''$ ,  $35^{\circ} 40' 25''$  latitude Nord et  $1^{\circ} 22' 43.24''$ ,  $1^{\circ} 36' 33.35''$  longitude Est. Elle est limitée au nord par la commune de Larbaa, au sud par les communes de Sidi Lantri et Maacem, à l'Est par les communes de Bourdj Bounaama, Sidi Abed et Tamellahet, à l'Ouest par la wilaya de Relizane et au Sud-ouest par la commune de Melaab. La superficie forestière dans cette commune est 17683,6605 ha soit un taux de boisement de 66,48%.



**Figure 06 :** Situation géographique de la zone d'étude.

### III.2. Couvert végétal

Le milieu floristique de la zone d'étude est constitué par des formations forestières variées, on trouve principalement le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) qui est l'espèce la plus dominante avec 7185,5 ha. Sur les versants avec des conditions favorables de sol et d'humidité, cette essence forme un peuplement dense (figure 07). Il ya aussi le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) qui couvre avec l'olivier sauvage (*Olea europea*) une superficie de 285 ha (figure 08), le chêne vert (*Quercus ilex*) avec 23 ha. D'autres espèces arbustives s'y trouvent aussi comme l'Arbousier commun (*Arbustus unedo*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*).

Dans les zones où les conditions sont moins favorables, la forêt est transformée en un maquis clair (5975,485 ha) composé d'une strate buissonnante et herbacée constituée de formations mixtes ou individualisées dont le calycotome (*Calycotum spinosa*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), l'armoïse blanche (*Artemisia herba alba*) et le Diss (*Ampelodesma mauritanica*).



**Figure07 :** Peuplement naturel de pin d'Alep Photo prise en Mai 2015 par TIR-El hadj.



**Figure08 :** Thuya de Berbérie en association avec l'olivier sauvage. Photo prise en Mai 2015 par TIR-El hadj.

### III.3. Caractéristiques climatiques

Le climat, par ses différents facteurs (température, pluviométrie, vent .....), joue un rôle déterminant et intervient d'une façon décisive dans la régénération, le développement et la répartition géographique des végétaux. Pour identifier le climat de la zone d'étude, et comme elle est dépourvue de station météorologique, l'analyse des facteurs climatiques est basée sur les données de la station pluviométrique de Tissemsilt, gérée par les services de l'ANRH, elle porte le code (01.10.06), et se trouve dans les environs immédiats de la zone d'étude.

Ce poste pluviométrique présente les caractéristiques suivantes :

Code de poste pluviométrique	Nom de poste Pluviométrique	Coordonnées Lambert		Altitude (m)
		X (m)	Y (m)	
01.10.06	TISSEMSILT	419900	256800	858

### III.3.1. Précipitations

L'analyse des précipitations et leur répartition dans le temps et dans l'espace sont utiles. Ces précipitations constituent un facteur abiotique d'importance significative sur la régénération des plantes.

La zone d'étude se caractérise principalement par un climat continental à hiver froid humide et à été chaud et sec. La moyenne pluviométrique calculée sur une période de 31 ans (1976 à 2006) est égale à 379,84 mm. Les valeurs de la pluviométrie pendant ces années ont oscillé entre un minimum de 182 mm enregistré en 1982 et un maximum de 768,7 mm en 2003 (Fig.09).

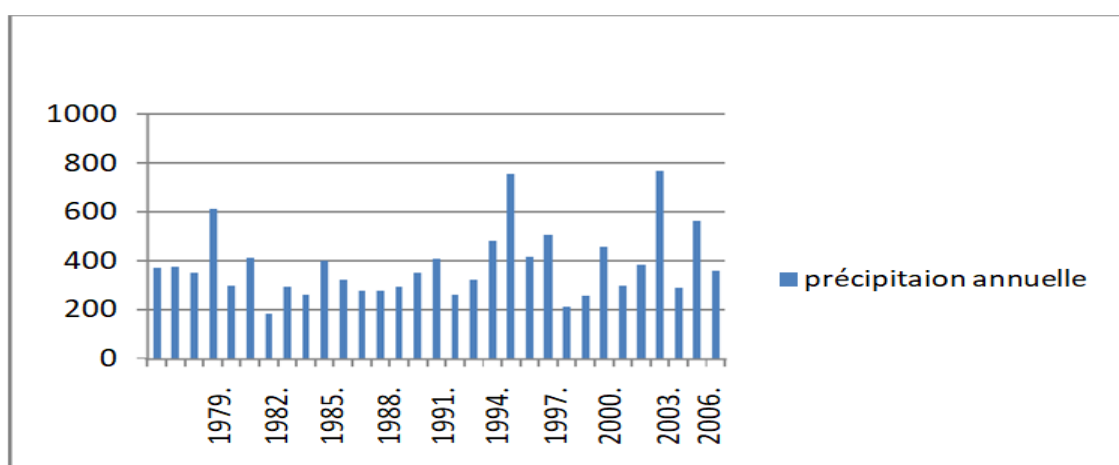


Figure 09 : Evolution des moyennes des précipitations annuelles (1976-2006).

### III.3.2. Températures

La température est un des éléments fondamentaux dans la détermination du caractère climatique d'une région, et aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie pour les plantes. Il affectant directement les processus biologiques et chimiques dans la biosphère. Les données existantes sont celles de P. SELTZER et celles qui ont été utilisées dans l'étude BNEDER.

**Tableau 01** : Répartition mensuelle de la température.

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Moyenne interannuelle
T°													
T.max	12.1	12.8	15.3	17.7	21	27.5	32.2	31.1	27.7	21.7	16.0	12.8	20.7
T.min	5.4	6	7.2	9.3	11.8	17.2	21.2	20.2	17.4	13	8.7	6.8	12
T.moy	8.3	9	10.8	13	15.9	22	26.3	25.1	21.7	16.7	11.9	9.2	15.8

Les températures moyennes mensuelles sont, de novembre à avril, inférieures à la moyenne annuelle et sont supérieures à cette moyenne de mai à octobre, divisant ainsi l'année en deux saisons : l'une froide et l'autre chaude.

Au cours de la saison froide, on relève les moyennes les plus basses pendant les trois mois de décembre, janvier et février, avec un minimum en janvier.

Au cours de la saison chaude, on relève les moyennes les plus élevées avec un maximum enregistré en juillet.

### III.3.3. Le vent

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction Ouest, Nord-Ouest dans la période allant du mois d'Octobre au mois de Mai, et Est, Sud-est de Juin à Septembre. Ces vents généralement modérés, leur vitesse moyenne mensuelle variant entre 2,5 à 3,6m/s.

**Tableau 02** : Répartition mensuelle des vitesses du vent.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Vent m/s	2,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7	3,4	3,2	3,2	3,5	3,6	3,5



III.3.4 Humidité relative de l'air

Il s'agit de l'humidité de l'air, mesurée par hygromètre placé dans un abri. Le tableau 07 donne les moyennes mensuelles de l'humidité relative.

Tableau 03 : Humidité relative moyenne mensuelle.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	année
Hum moy %	67	55	54	47	44	39	29	37	44	53	62	68	50

La moyenne annuelle de l'humidité relative est de 50%, elle atteint son minimum en mois de juillet (inférieure à 30%). Tandis que son maximum est enregistré durant le mois de Décembre et de Janvier avec une moyenne supérieur à 65%.

III.4. Synthèse climatique

III.4.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Selon Ozenda (1982), c'est un diagramme qui permet d'avoir une idée sur les périodes sèches et humides d'une région donnée. Un mois est sec lorsque sa pluviométrie totale en mm égale ou inférieure au double de sa température moyenne en °C.

Selon le diagramme ombrothermique, la période sèche s'étale sur 5 mois qui va de mi-mai jusqu'au fin de septembre et la période humide du mois de octobre jusqu'à avril.

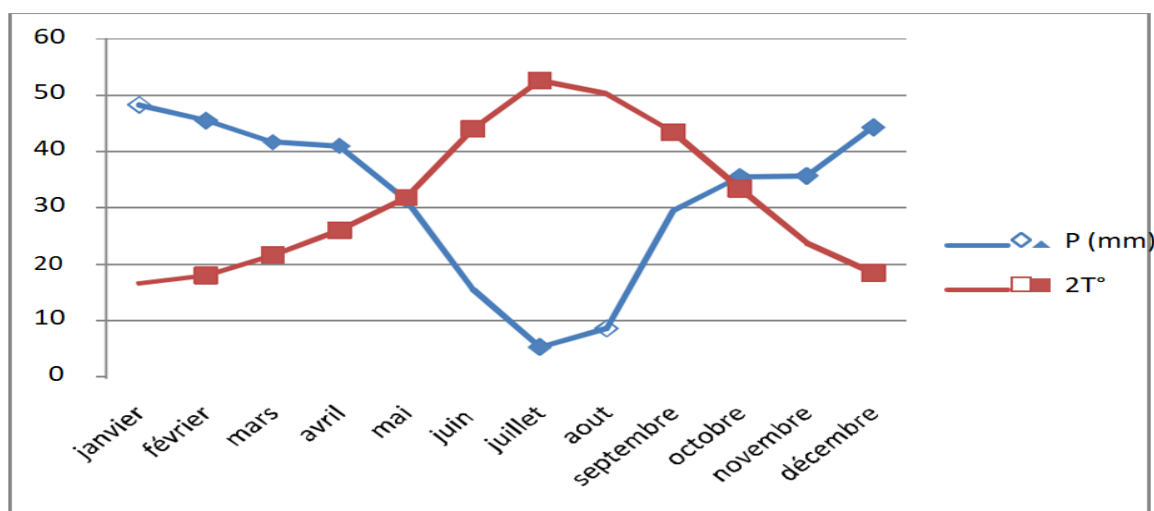


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de la station de référence (1976-2006).

III.4.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat. Les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises. Il est intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot, mais plutôt de bandes de transition mixtes. À ce titre, EMBERGER a bien précisé que, sur le diagramme, les limites sont tracées là où le changement de la végétation est observé (De Granville, 1978).

Pour déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude, nous avons utilisé le climagramme pluviométrique de Sauvage (1963). Le quotient d'EMBERGER (1939) est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient  $Q_2$  a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{(M^2 - m^2)}$$

$M$  : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

$m$  : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

$P$  : précipitation annuelle en mm.

Le  $Q_2$  calculé pour la période (1976-2006) est équivalent à 49,15 et donc la zone d'étude se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur à hiver tempéré, doux.

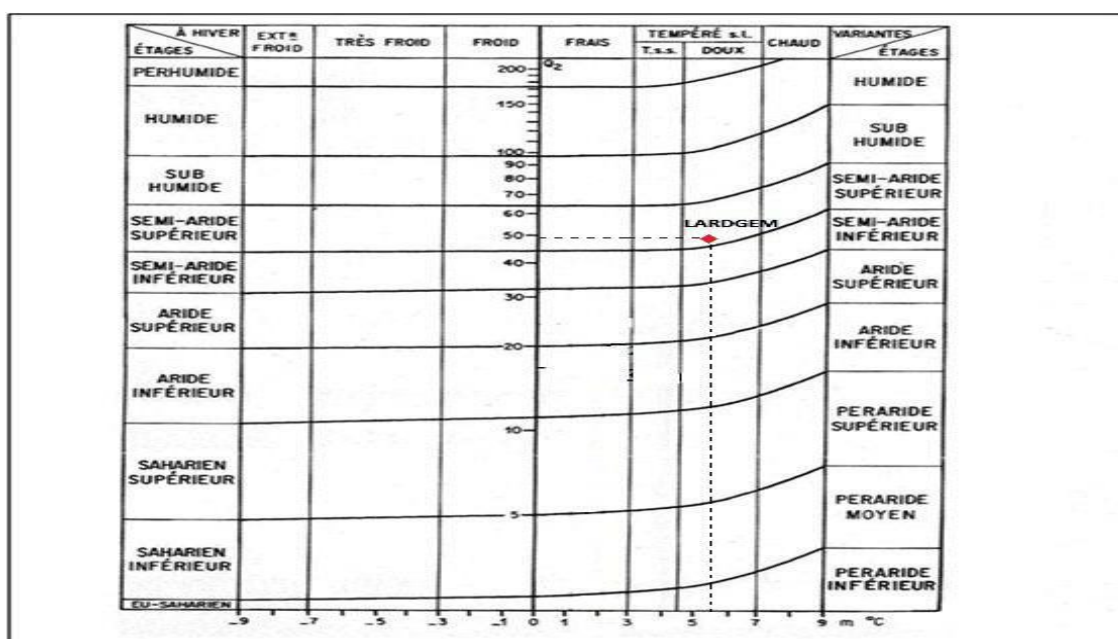


Figure 11 : Climagramme d'Emberger pour la période 1976-2006.



**CHAPITRE IV**  
**Matériel et méthodes**

### IV.1. Lieu de travail

Notre expérimentation a été réalisée au sein du laboratoire de la faculté des Sciences et de la Technologie, université de Tissemsilt.

### IV.2. Objectif du travail

L'objectif de notre étude est l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux, méthanolique et éthanolique selon la méthode de piégeage du radical libre DPPH des feuilles de *Tetraclinis articulata*.

### IV.3 Matériels et produits utilisés

#### IV.3.1 Matériel végétal

L'espèce *Tetraclinis articulata* été récoltée en Mars 2022 dans la région de Tissemsilt (Lardjem). Les feuilles de la plante sont ensuite séchées à l'air libre et à température ambiante puis broyées et conservées dans des flacons en verre à l'abri de la lumière et l'humidité pour des analyses ultérieures.



**Figure 12 : Feuilles de *T.articulata* sèches et Poudre (Originale).**

#### IV.3.2. Matériels du laboratoire

Le Tableau 04 illustre les produits chimiques, la verrerie et l'appareillage utilisé pour mettre en œuvre la partie pratique de ce travail.

**Tableau 04** : Appareillages, verreries et réactifs chimiques utilisés.

Appareils et verreries	Réactifs
- Béchers	- Eau distillée
- Tubes à essai	- Méthanol 70%
- Micropipette	- Éthanol 70%
- Fioles jaugée	- Acide ascorbique
- Éprouvettes graduée	- DPPH
- Entonnoirs	
- Spectrophotométrie	
- Étuve	
- Balance analytique	
- Agitateur magnétique	
- Broyeur	
- Micropipette	
- Papier Filtre	
- Réfrigérateur	
- Pompe à vide	

#### IV.4. Méthodes d'analyses

##### IV.4.1. Protocole expérimentale

Les différentes étapes du protocole expérimental sont résumées dans la figure 13.

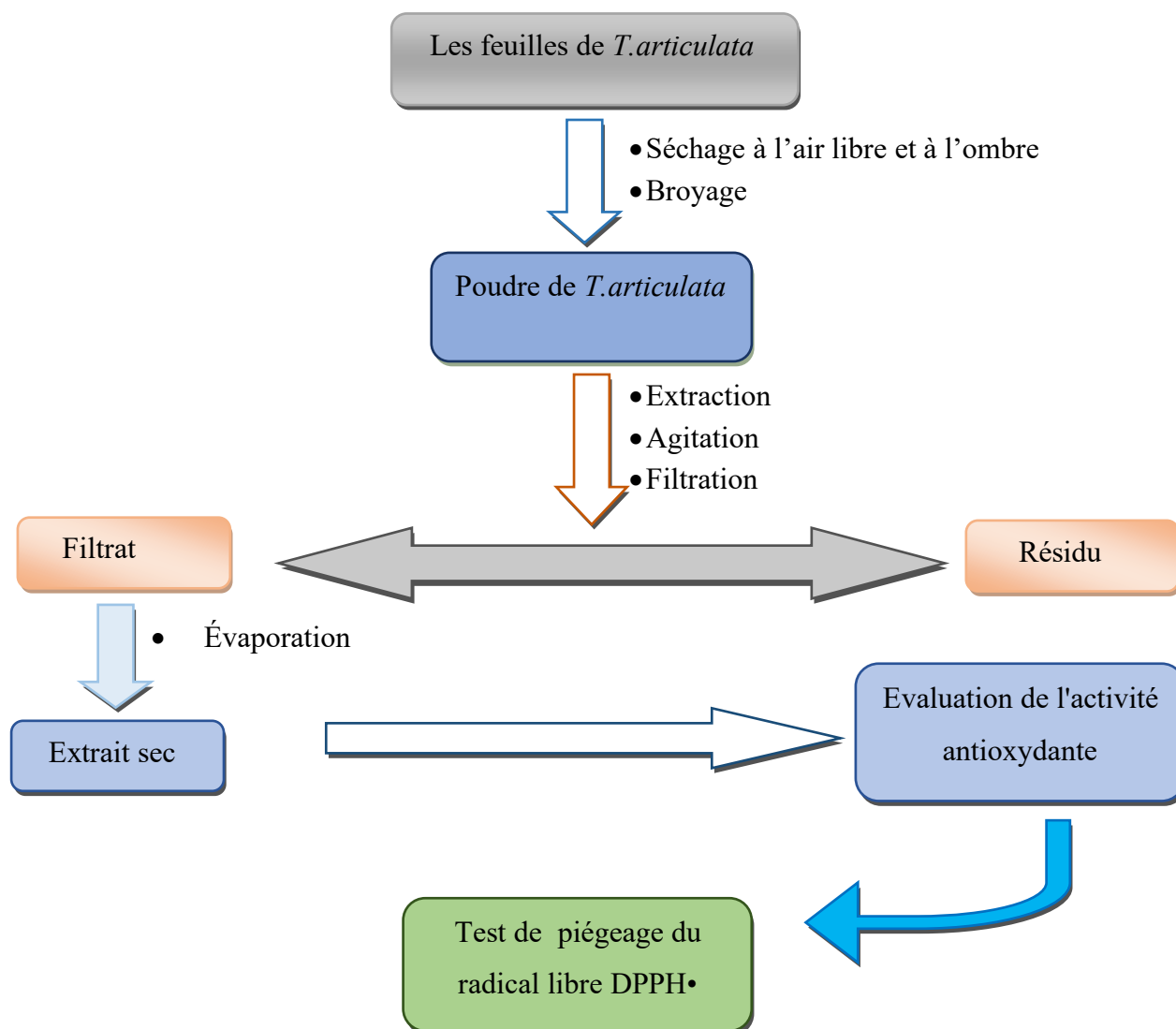


Figure 13: Protocole expérimental du travail réalisé.

#### IV.4.2. Préparation des extraits

##### IV.4.2.1. Préparation des extraits méthanoliques et éthanoliques

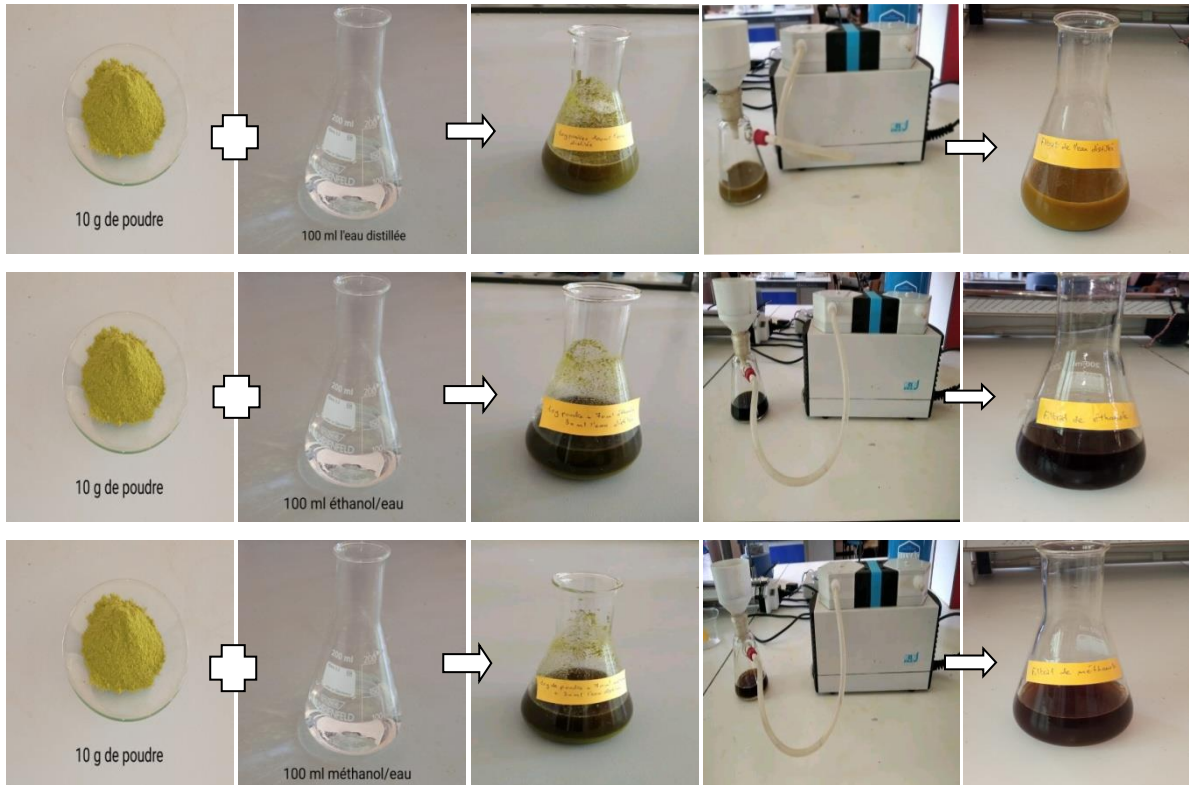
La méthode d'extraction que nous avons employée est la macération successive par deux solvants à polarité croissante (éthanol et méthanol), selon **Diallo et al., (2004)**.

Une quantité de 10 g de poudre de *Tetraclinis articulata* est mise à macérer dans 100 ml de solvant/eau (70 : 30, V/V) sous agitation continue pendant 24 heures, à l'ombre et à température ambiante. Après filtration, les filtrats obtenus sont évaporés à sec à l'aide d'une étuve à température allant de 40 à 50 °C, pour éliminer toutes traces de solvant. L'extrait sec est conservé au réfrigérateur.

## IV.4.2.2. Préparation de l'extrait aqueux

Selon la méthode de **Bougandoura et Bendimerad (2012)** modifiée, l'extrait aqueux a été préparé à partir des feuilles pulvérisées.

Une macération aqueuse a également été effectuée avec 10 g de poudre des feuilles du *Tetraclinis articulata* dans 100 ml d'eau distillée et placé sous agitation continue pendant 24 h, puis filtrés. Ce filtrat a ensuite été évaporé à 40 °C. L'extrait sec est conservé au réfrigérateur.



1- Préparations des extraits

3- Filtration



2- Agitation



4- Récupération des extraits secs

**Figure 14 : Les étapes de l'extraction (Originale).**



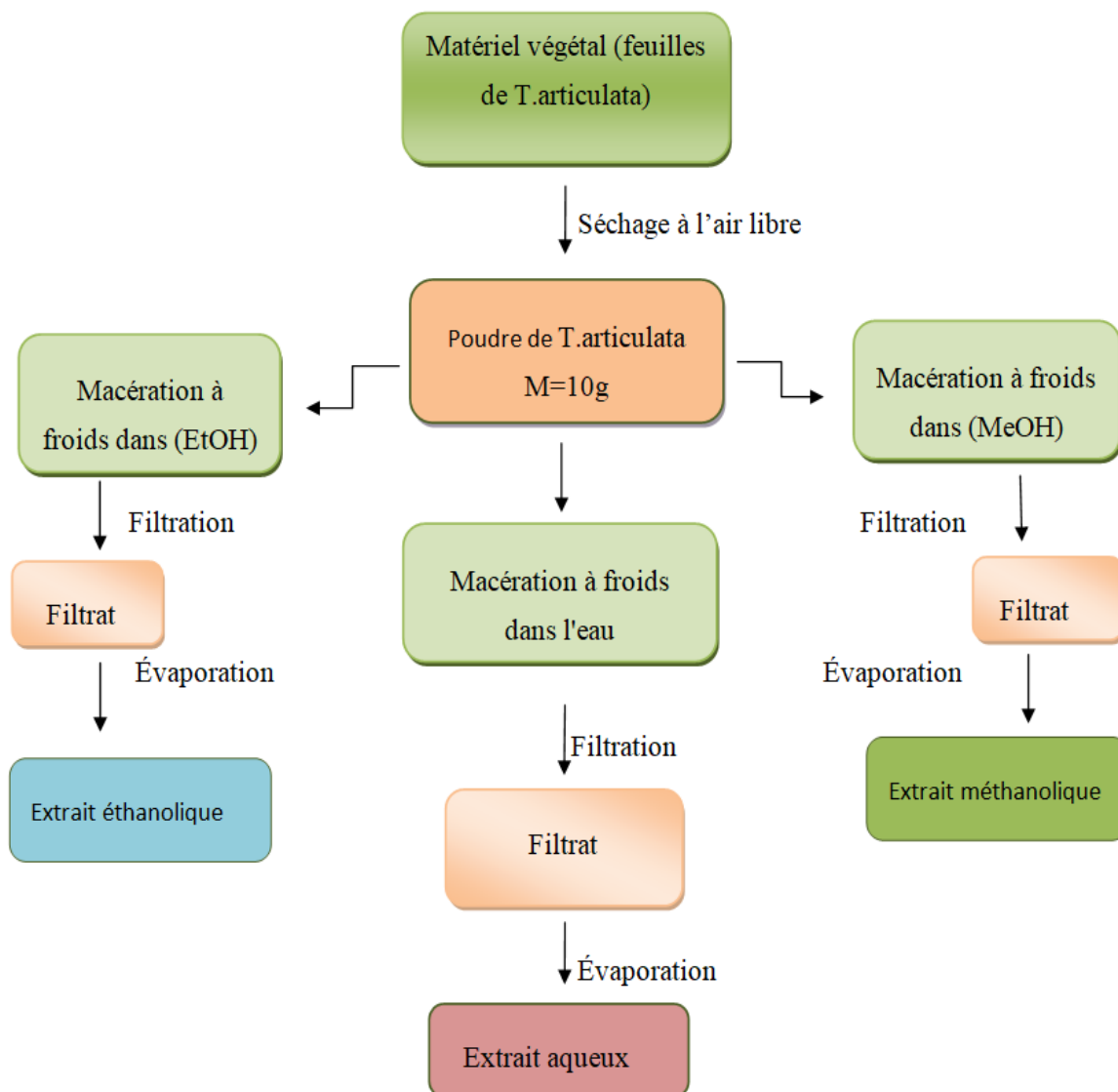


Figure 15 : Protocole de préparation des différents extraits.

#### IV.4.3. Détermination du rendement

Le rendement en extrait sec est déterminé par le rapport entre le poids de l'extrait sec et le poids de matériel végétal utilisé pour l'extraction. Il est calculé par la formule suivante :

$$R\% = (P_f / P_i) * 100$$

Où ;

R : Rendement d'extraction (%)

P<sub>f</sub> : Poids l'extrait sec (g)



P<sub>1</sub> : le poids de matériel végétal mise à l'extraction (g) (Didi, 2020).

#### IV.4.4. Méthode d'évaluation de l'activité antioxydante

##### Piégeage du radical libre DPPH• (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)

Le DPPH est un radical stable qui absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 à 520 nm (Pavlov et al., 2002 ; Gazi et al., 2004).

Ce test permet de mesurer la capacité réductrice d'un antioxydant en présence d'un radical libre, le DPPH•. C'est un radical libre très stable à l'état cristallin et en solution, de coloration violette. La forme réduite (jaune pâle) n'absorbe plus, ce qui se traduit par diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde.

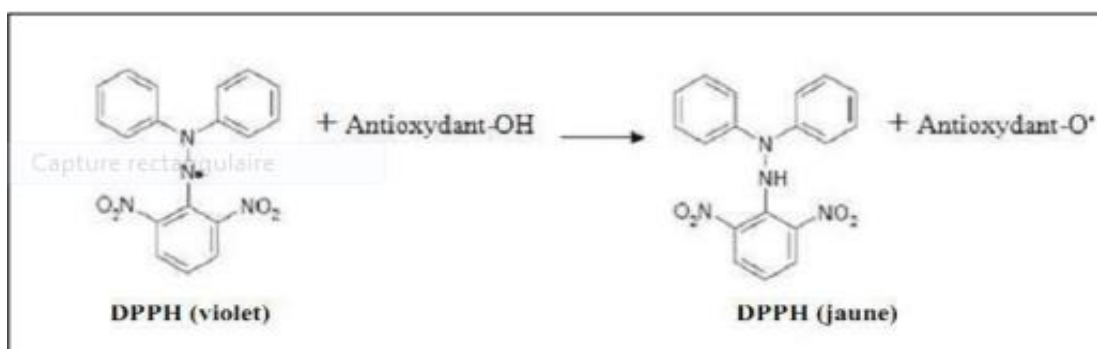


Figure 16 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH (Boussaid, 2017).

##### IV.4.4.1. Mode opératoire du dosage de l'activité antioxydante

L'effet de chaque extrait de *Tetraclinis articulata* sur le (DPPH•) est mesuré par le protocole expérimental de Benhammou et al., (2007). A partir de solution mère des extraits (200mg/μl), on prépare une gamme de dilutions allant de 20 à 100 mg/μl. 1ml de chaque dilution est ajoutée à 250 μl d'une solution méthanolique de DPPH• (0,2 mmol). Un contrôle négatif est préparé en parallèle, en mélangeant 250 μl du méthanol avec 1 ml de la solution méthanolique de DPPH. Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

**Tableau 05** : Préparation des dilutions des extraits.

[C]mg/μl	20	30	40	60	80	90	100
V <sub>d'extrait</sub> (μl)	200	300	400	600	800	900	1000
V <sub>MeOH</sub> (μl)	3800	3700	3600	3400	3200	3100	3000

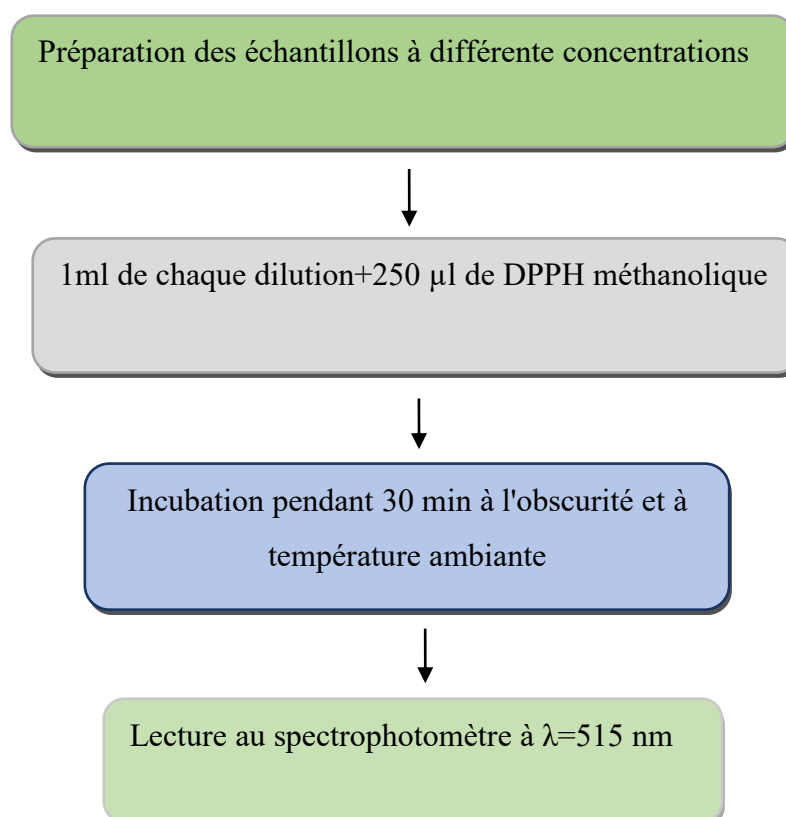
**• Calcul des pourcentages d'inhibition**

Nous avons calculé les pourcentages d'inhibition par la formule suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = [(AC - AT) / AC] \times 100$$

AC: Absorbance du contrôle

AT: Absorbance du test effectué

**Figure 17:** Protocole de piégeage du radical libre DPPH.

# **CHPITRE V**

## **Résultats et discussion**

### V.1. Extraction et rendement d'extraction

L'extraction est une opération de transfert et séparation de constituants contenus dans une matière solide par solubilisation des dits constituants dans un solvant pour lequel ils ont une plus grande affinité.

L'extraction des molécules biologiquement actives nécessite l'utilisation de solvants de polarités différentes. Certains composés sont mieux solubles dans les solvants polaires tels que le méthanol, l'eau, tandis que d'autres se dissolvent mieux dans les solvants apolaires (**Smolskaite et al., 2015**). Elle est influencée généralement par la méthode choisie en fonction des composés phytochimiques à étudier. D'autres facteurs, comme le pH, la température, le rapport quantité de matière au volume du solvant, les intervalles de temps, le nombre et les étapes d'extractions individuelles, jouent également un rôle important dans cette procédure (**Mansour-djaalab, 2014**).

Pour obtenir les différents extraits en poudre de feuilles de *Tetraclinis articulata*, nous réalisons des extractions aqueuses et organiques par la méthode de **Diallo et al., (2004)**. Cette extraction a permis d'obtenir trois extraits : extrait aqueux, extrait éthanolique et extrait méthanolique.

Les résultats présentés dans le tableau N°6 montrent que l'extrait sec qui présente le meilleur rendement d'extraction est l'extrait éthanolique (25,421±0,19%), suivi par l'extrait méthanolique (22,39±2,19%), et par l'extrait aqueux, celui-ci indique un rendement de (16,173±7,23%).

**Tableau N° 6 : Propriétés organoleptique des extraits**

Extrait sec	Aqueux	Ethanolique	Méthanolique
Aspect	Cristallin	Cristallin	Cristallin
Couleur	Brun-orangé	Marron	Marron
Rendement(%)	16,173±7,23	25,421±0,19	22,39±2,19

La différence observée entre les rendements des trois extraits secs peut être liée à la nature du solvant affectant l'extraction, plus l'affinité entre le solvant et les composés est grande, plus le rendement est élevé. Ces variations de rendements peuvent également être dues aux effets des conditions de séchage, de la température, du temps d'extraction, et de la méthode d'extraction choisie.

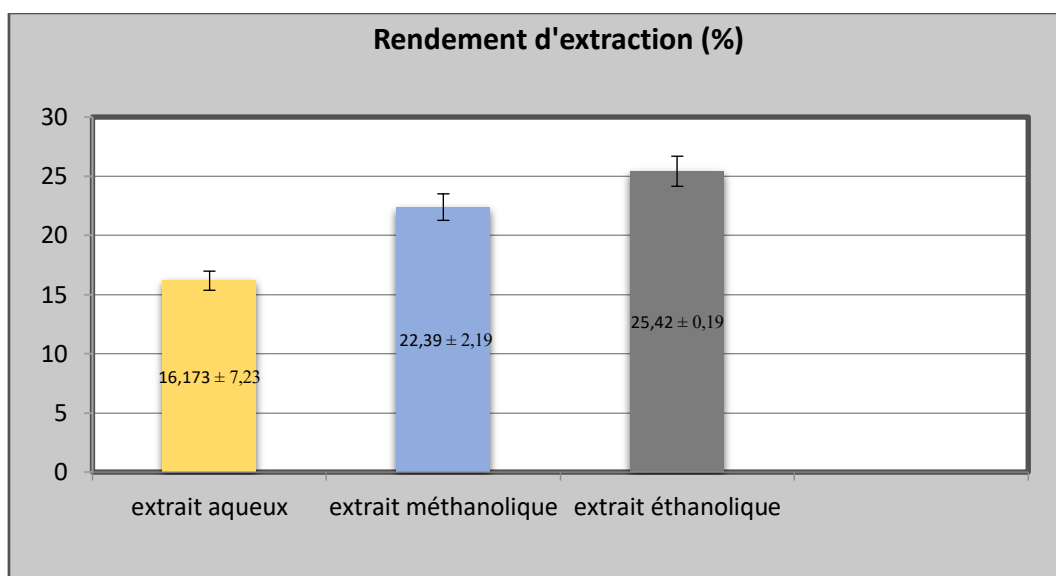


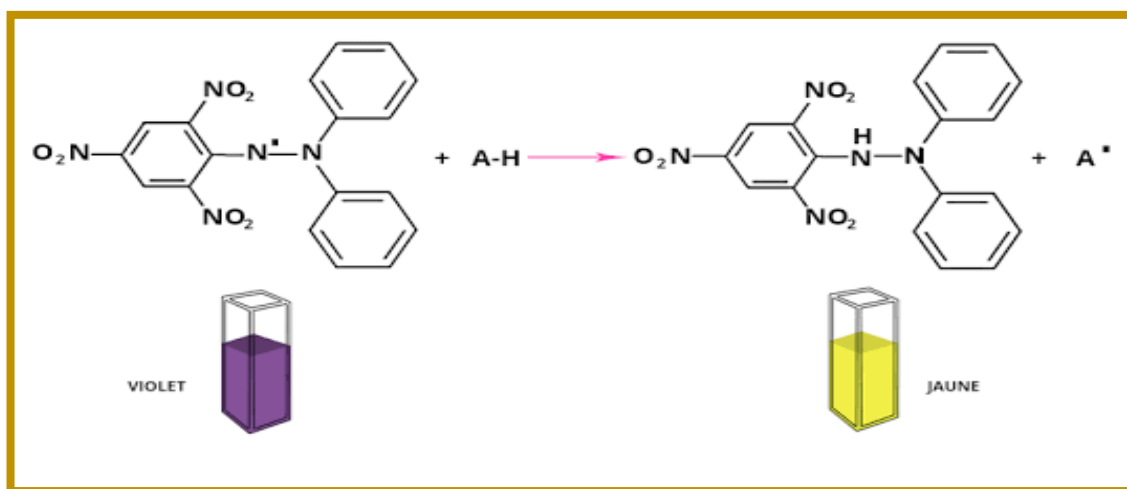
Figure N°18: Histogramme du rendement de l'extraction

## V.2. Activité antioxydante

La méthode de piégeage du radical libre DPPH, utilisée dans la présente étude, est une procédure spectrophotométrique courante pour déterminer les capacités antioxydantes des extraits naturels de plantes, dans laquelle l'activité antioxydante de l'échantillon étudié est estimée par le degré de décoloration de la solution de DPPH. Ce chromogène violet est facile à utiliser, a une grande sensibilité et permet une analyse rapide de l'activité antioxydante d'un grand nombre d'échantillon et donne des résultats reproductibles (Awika *et al.*, 2003 ; Gulçin *et al.*, 2010).

Dans le test DPPH, les antioxydants ont pu réduire le radical stable DPPH endiphényl-picrylhydrazine de couleur jaune. Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron, la forme non radicalaire DPPH-H est formée (Gulçin *et al.*, 2010).

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH.



**Figure N°19** : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant  
(Molyneux, 2004)

Les résultats de L'activité anti-radicalaire des trois extraits préparés à partir de notre plante *Tetraclinis articulata* ont montré qu'ils réagissent avec le DPPH et présentaient une coloration jaune. Certains de ces produits apparaitront immédiatement, tandis que d'autre apparaitront après 30 minutes (**Figure 20**).

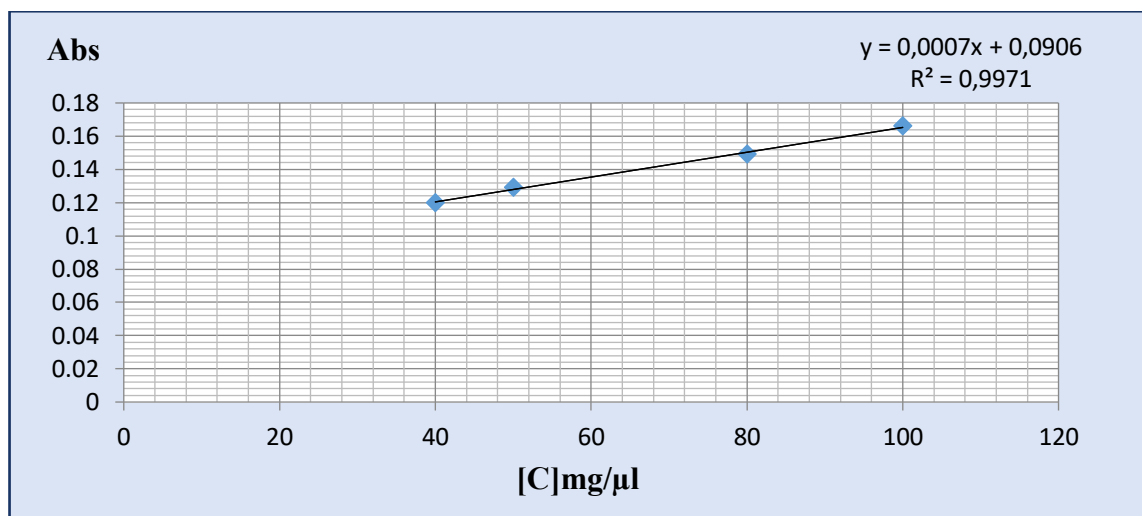


**Figure N° 20:** Résultats de Test DPPH après 30 minutes

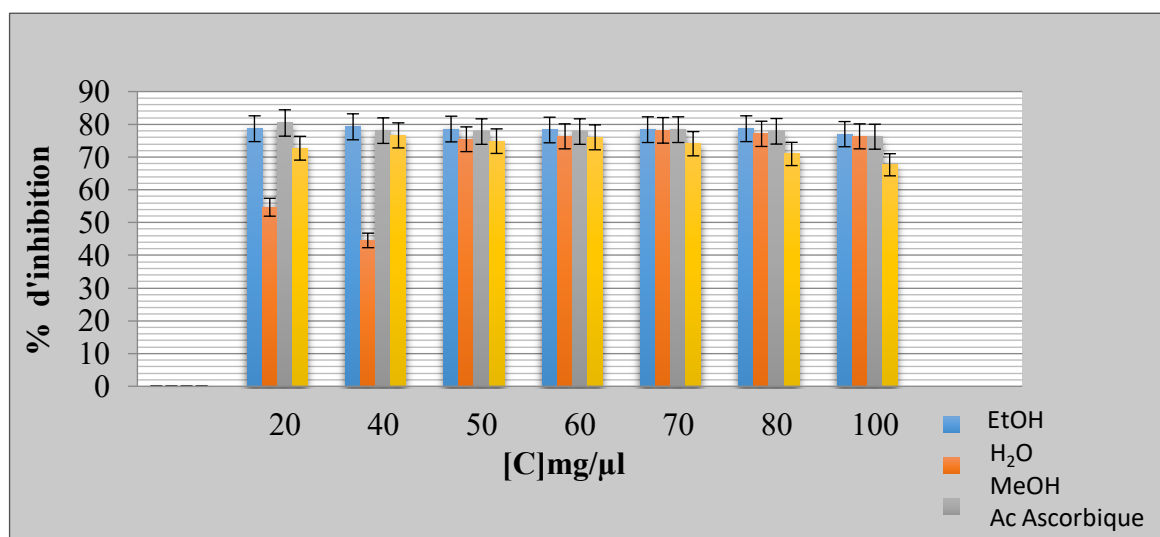
➤ **Activité antioxydante par dosage (Test DPPH) :**

A partir des valeurs d'absorbance mesurées par spectrophotométrie à 515 nm, les pourcentages d'inhibition sont calculés à l'aide de la formule suivante :

L'acide ascorbique est utilisé comme standard. Les résultats obtenus sont représentés dans la courbe d'étalonnage ci-dessous (**Figure 21**) qui suit une équation de type  $y=0,0007x+0,0906$  sachant que  $R^2 = 0,9971$ .



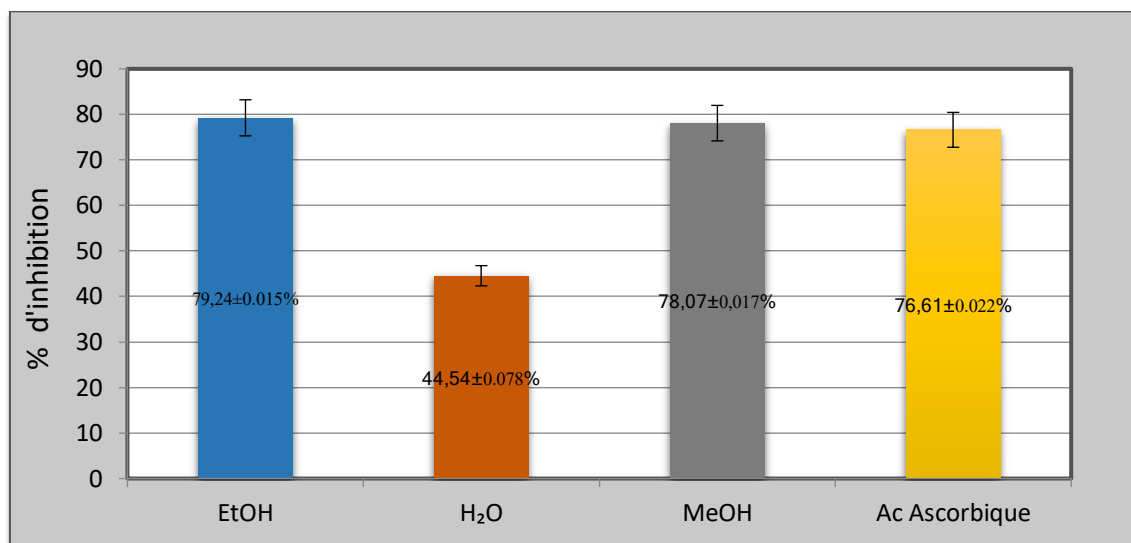
**Figure N°21** : Courbe d'étalonnage de L'acide ascorbique.



**Figure N°22** : Activité de piégeage du radical DPPH des trois extraits testés et de l'acide ascorbique

Selon les résultats obtenus à partir de l'histogramme ci-dessus, nous remarquons que les pourcentages d'inhibitions des différents extraits présentent une légère variation pour toutes les concentrations étudiées, sauf pour les deux premières, à savoir ; 20 et 40 mg/μl, où on trouve que ces concentrations enregistrent des valeurs d'inhibition inférieures par rapport aux autres pour l'extrait aqueux.

Concernant le meilleur pourcentage d'inhibition enregistré pour l'acide ascorbique est aux alentours d'une concentration de 40 mg/μl, avec une valeur de 76,61±0.022%.



**Figure N°23:** Activité anti radicalaire des extraits de feuilles de *Tetraclinis articulata* et de l'acide ascorbique à une concentration de 40mg/μl par la méthode de DPPH.

D'après les résultats illustrés dans la figure N°23 qui présente les pourcentages de l'activité antioxydante des extraits testés et de l'acide ascorbique vis-à-vis du radical libre DPPH à une concentration de 40mg/μl, nous avons remarqué que l'extrait éthanolique présente le plus haut pourcentage d'inhibition avec un taux de 79,24±0,015% par rapport aux extraits méthanolique et aqueux qui présentent des pourcentages d'inhibitions de 78,07±0,017% et 44,54±0,078%. Aussi, l'extrait de feuilles éthanolique de *Tetraclinis articulata* révèle une grande capacité anti-radicalaire par rapport à l'acide ascorbique pris comme témoin pour la même concentration de 40 mg/μl.

D'après **Kerbouche (2010)**, l'extrait éthanolique de la même espèce a montré une grande activité d'inhibition du radical DPPH, pour une concentration de 20 mg/ml, l'activité antioxydante était de 60,61%. Les différentes concentrations de l'extrait éthanolique ont également donné une activité de piégeage supérieure à celle du témoin positif.

Grâce à ces résultats, nous concluons que les trois extraits contiennent des quantités variables de composés actifs responsables de l'activité antioxydante, mais puisque l'extrait de l'éthanol représente l'activité la plus élevée, cela indique qu'il contient une plus grande quantité de ces composés phénoliques par rapport aux autres extraits.

Cette forte activité antioxydante de l'extrait éthanolique s'explique par leur haute teneur en phénols totaux et en flavonoïdes. En effet, ce dernier est considéré comme un excellent



antioxydant dont les propriétés redox leur permettant d'agir comme agent réducteur, donneur d'hydrogène et inhibiteur d'oxygène singulier et triplet (**Pietta, 2000**).

# **Conclusion**

**Conclusion**

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Leur utilisation est en progression constante, étant donné la toxicité et les effets secondaires indésirables des molécules de synthèse.

Dans le présent travail, on s'est intéressé aux effets antioxydants des extraits bruts (EMOH, EtOH, EAQ) de feuilles de *Tetraclinis articulata*, plantes largement utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde.

L'extraction a permis d'obtenir trois extraits bruts: l'extrait aqueux (EAQ), l'extrait éthanolique (EtOH) et l'extrait méthanolique (EMOH). La détermination des rendements en extraits bruts a montré une rentabilité importante en extraits polaires (EtOH :  $25.421 \pm 0,19\%$ , EMOH:  $22.39 \pm 2,19\%$ , et EAQ:  $16.173 \pm 7,23\%$ ).

L'évaluation du pouvoir antioxydant qui a été réalisée en utilisant la méthode du piégeage du radical libre 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle (DPPH). Les résultats obtenus ont montré que l'extrait éthanolique de feuilles sèches de *Tetraclinis articulata* présente le pourcentage d'inhibition le plus élevé de l'ordre de ( $79.24 \pm 0,015\%$ ) par rapport aux autres extraits méthanolique ( $78,07 \pm 0,017\%$ ) et aqueux ( $44.54 \pm 0,078\%$ ).

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons dire que les extraits de *Tetraclinis articulata* sont riches en composés phénoliques; les extraits donnent une bonne activité antioxydante dans la capacité de piégeage de radicaux libres (DPPH).

# Résumé

L'espèce « *Tetraclinis articulata* » connue sous le nom de thuya de barbarie est une plante médicinale de la famille des Cupressacées, utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle. Elles possèdent de multiples effets thérapeutiques et une variété d'activités biologiques ; sur cette base nous sommes intéressés à l'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits de cette espèce, récolté de la forêt de Lardjem, wilaya de Tissemsilt. Dans le présent travail trois extraits ont été préparés, à partir des feuilles de cette plante (éthanolique, méthanolique et aqueux). Les rendements en extraits brutes secs sont de l'ordre de  $25.421 \pm 0,19$  %,  $22.39 \pm 2,19$  % et  $16.173 \pm 7,23$  % respectivement. L'étude du pouvoir antioxydant de ces extraits a été réalisés par la méthode de DPPH a révélé que l'extrait éthanolique a un pouvoir réducteur plus élevé que ceux des autres extraits (MeOH, EAQ).

Mots clés : *Tetraclinis articulata*, activité antioxydante, DPPH.

# Summary

The Species « *Tetraclinis articulata* » known as Barbary cedar is a medicinal plant of the Cupressaceae family, used since antiquity in traditional medicine. It has multiple therapeutic effects and a variety of biological activities; on this basis, we were interested in the evaluation of the antioxidant activity of different extracts of this species, collected in the forest of Lardjem, wilaya of Tissemsilt. In the present work, three extracts were prepared from the leaves of this plant (ethanolic, methanolic and aqueous). The yields of dry crude extracts are about  $25.421 \pm 0,19$  %,  $22.39 \pm 2,19$  % and  $16.173 \pm 7,23$  % respectively. The antioxidant power study of these extracts was carried out by DPPH method and revealed that methanolic extract has higher reducing power than those of other extracts (ETOH, EAQ).

Keywords: *Tetraclinis articulata*, antioxidant activity, DPPH.

## المخلص

العرعار هو نبات طبي من عائلة السرويات، ويستخدم منذ العصور القديمة في الطب التقليدي و لديه تأثيرات علاجية متعددة ومجموعة متنوعة من الأنشطة البيولوجية، على هذا الأساس فإننا مهتمون بتقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات المختلفة لهذا النوع المحصود من غابة لارجام بولاية تيسمسيلت. في العمل الحالي تم تحضير ثلاثة مستخلصات من اوراق هذا النبات الايثانولي والميثانولي والمائي. تراوحت الغلات في مستخلصات الخام 0,19  $\pm$  25.421%، 22.39 $\pm$ 2,19%، 16.173 $\pm$ 7,23% على التوالي. كشفت دراسة القوة المضادة للأكسدة لهذه المستخلصات أن المستخلص الايثانولي لديه قوة اختزال أعلى من تلك الموجودة في المستخلصات الأخرى.

الكلمات الرئيسية: العرعار ، نشاط مضاد للأكسدة.



**Références  
bibliographique**

## A

- Aissani, F. (2022).** Caractérisation phytochimique, valorisation biologique et toxicologique des différents extraits d'une espèce Algérienne *Sonchus oleraceus* L (Doctoral dissertation).
- Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., McDonald, S., & Robards, K. (2002).** Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*, 127(1), 183-198.
- Aruoma O I (1999).** Free radicals, antioxidants and international nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 8 (1), 53-63.
- Ayache F ; 2007 -** Les résineux dans la région de Tlemcen (aspect écologique et cartographie).Thèse .Mag .Univ Abou Bekr Bekaid Tlemcen.
- Awika, J.M., Rooney, L.W., Wu, X., Prior, R.L., Cisneros-Zevallos, L., 2003.** Screening methods to measure antioxidant activity of Sorghum (*Sorghum ialmatei*) and Sorghum product. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 6657.

## B

- Boussaid, M. (2017).** Caractérisation des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (Thuya de Barbarie) de la région de Tlemcen et étude de leurs activités biologiques (Doctoral dissertation, UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN).
- Bourkhiss M., Hnach M., Lakhlifi T., Bourkhiss B., Ouhssine M. et Satrani B., (2010).** Production et caractérisation de l'huile essentielle de la sciure de bois de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 79, 4 – 11.
- Bourkhiss, M. B., Hnach, M., Paolini, J., Costa, J., Farah, A., & Satrani, B. (2010).** Propriétés antioxydants et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes parties de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters du Maroc. *Bulletin de la Société royale des sciences de Liège*, 79, 141 – 154.
- Benabid Abdelmalek.** Etude sylvo pastorale de la tétraclinaie de l'Amsittène (Maroc).In : *Ecologia mediterranea*, tom 3,1977.pp.125-132.
- Bourkhiss, M. B., Hnach, M., Lakhlifi, T., Boughdad, A., Farah, A., & Satrani, B. (2011).** Effet de l'Age et du Stade Végétatif sur la Teneur et la Composition Chimique des Huiles Essentielles de Thuya de Berbere. *Les technologies de laboratoire*, 6(23).
- Boulfroy, E., Forget, E., Hofmeyer, P. V., Kenefic, L. S., Larouche, C., Lessard, G., ... & Ruel, J. C. (2012).** Guide pour la sylviculture du thuya occidental. (THE ENGLISH VERSION OF THE GUIDE IS PUBLIC AND AVAILABLE AT: [www.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr\\_nrs\\_98.pdf](http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr_nrs_98.pdf)).

**Benhammou N, Atik-Bekkara F, Kadifkova Panovska T. (2007).** Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. and *Pistacia atlantica* Desf. *Advances in Food Sciences*, 29 (3), 155-161.

**Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2012).** Effet antifongiques des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp (*Nepeta*) briq. *Revue des Bio Ressources*, 2(1), 1-7.

**Boubaker, J., Sghaier, M. B., Skandrani, I., Ghedira, K., & Chekir-Ghedira, L. (2012).** Isorhamnetin 3-O-robinobioside from *Nitraria retusa* leaves enhance antioxidant and antigenotoxic activity in human chronic myelogenous leukemia cell line K562. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 1-9.

### C

**Cohen J H, Kristal A R and Stanford J L (2000).** Fruit and vegetable intakes and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute*, 92, 61-68.

### D

**Didi, M. (2020).** Evaluation of the antioxidant activity of the coffee parchment. *Scientific Study and Research*.

**Djouahri, A. (2013).** Etude phytochimique du *Tetraclinis articulata* algérien et valorisation des activités biologiques des extraits (Doctoral dissertation, Faculté de chimie).

**Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K., & Maïga, A. (2004).** Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10-11), 1073-1080.

### E

**El Omari N., Sayah K., Fettach S., El Blidi O., Bouyahya A., My El Abbes F., Kamal R., Barkiyou M. (2019).** Evaluation of In Vitro Antioxidant and Antidiabetic Activities of *Aristolochia longa* Extracts. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 7384735, 9 p.

**Esteve Selma, M.A.; Montoya, P.; Moya, J.M.; Miñano, J.; Hernández, I.; Carrión, J. S.; Charco, J.; Fernández, S.; Munuera, M. & Ochoa, J.** *Tetraclinis articulata* : biogéographie, écologie, menaces et conservation, 2017. Direction Générale du Milieu Naturel. 247 pp.



**El Mouridi, M. (2011).** Caractérisation mécanique de la loupe de thuya (*Tetraclinis Articulata* (Vahl) Masters) en vue de sa valorisation. Thèse de doctorat Université Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc, 121 p.

**El Bouhtoury-Charrier, F. E., Hakam, A., Famiri, A., Ziani, M., & Charrier, B. (2009).** Wood characterization of *Tetraclinis articulata* and evaluation of its resistance against lignolytic fungi. *Doc No. IRG/WP*, 09-10697.

## F

**Favier A. (2006).** Stress oxydant et pathologies humaines. In *Annales pharmaceutiques françaises* (Vol. 64, No. 6, pp. 390-396). Elsevier Masson.

**Favier A. (2003).** Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, *Mécanismes biochimiques*. 108-115p.

## G

**Garrel, C., & Bigard, X. (2017).** Stress oxydatif et micronutriments antioxydants. *Nutrition du Sportif*, p7.

**Group, A.P. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105–121p.

**Gardès-Albert M, Bonnefont-Rousselot D, Abedinzadeh Z et Jore D (2003).** Espèces réactives de l'oxygène, Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? *L'actualité chimique*, 91-96.

**Gazi MR, Kanda K, Yasuda M, Kato F. (2004)** Optimisation of cultural conditions and some properties of radical scavenging substances from *Sporobolomyces salmonicolor*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7, 1365-1370.

**Gülçin, I., Huyut, Z., Elmastaş, M., & Aboul-Enein, H. Y. (2010).** Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian journal of chemistry*, 3(1), 43-53.

## H

**Haddad, A., Lachenal, D., Marechal, A., Kaid-Harche, M., & Janin, G. (2006).** Caractéristiques papetières de la pâte de bois de thuya de Berbérie (Algérie) (*Tetraclinis articulata* Vahl) obtenue par un procédé soude-anthraquinone. *Annals of forest science*, 63(5), 493-498.

**Hadjadj K., Letreuch Belarouci A., 2017** : Synthèse bibliographique sur le thuya de Berbérie [Tetraclinis articulata (Vahl) Mast.]. *Geo-Eco-Trop.* 41 (1) : 13-27.

**Haleng J, Pincemail J, Defraigne JO, Charlier C, Chapelle JP. (2007).** Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62 (10), 628-638.

## J

**Jacques B, and André R. (2010).** *Biochimie métabolique* Ed ellipses. Paris p: 257-265.

## K

**Kerbouche, L. (2010).** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées, Thèse de doctorat. 2010. Ecole nationale supérieure agronomique-Alger.

## L

**Lapie G., Maige A., 1914.** Flore illustrée comprenant les espèces ligneuses de l'Algérie, et les espèces ligneuses les plus répandues en Tunisie, au Maroc, et dans le midi de la France. Paris, Orlhac, 357 p.

## M

**Merghit, A., &Chennouf, S. (2021).** *Extraction des huiles essentielles et d'autres métabolites secondaires d'une plante médicinale algérienne* (Doctoral dissertation, Université Jijel).

**Molyneux, P. (2004).**The use of the stable radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol: 26(2), p211-219.

**Maire R., (1952).** Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara). Tome XXXIII., Vol I, Paris, Paul Le chevalier, 366 p.

**Maire R., (1926).** Principaux groupements de végétaux d'Algérie. Station centrale de recherche en Ecologie forestière, CNREF, I.N.R.A. d'Algérie, 7 p.

**Mansour-Djaalab, H., Djerrou, Z., Bensari, C., Djaalab, I., Kahlouche-Riachi, F., Ghoribi, L., & Hamdi-Pacha, Y. (2014).** Phytochemical screening and antifungal activity of phases obtained from the extracts of *Juglans Regia* L., *Lawsonia inermis* L. and *Pistacia lentiscus* L. *Int J Pharmacognosy and Phytochem Res*, 15(7), 1.

## P

**Patrick, L. (2006).** Lead toxicity part II: the role of free radical damage and the use of antioxidants in the pathology and treatment of lead toxicity. *Alternative Medicine Review*, 11, 114.

**Pavlov, A., Kovatcheva, P., Georgiev, V., Koleva, I., & Ilieva, M. (2002).** Biosynthesis and radical scavenging activity of betalains during the cultivation of red beet (*Beta vulgaris*) hairy root cultures. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 57(7-8), 640-644.

**Packer L and Weber S U (2001).** The role of vitamin E in the emerging field of nutraceuticals. In: Kramer K, Hoppe P and Packer L. *Nutraceuticals in health and disease prevention*. New York (Marcel Dekker), pp: 27-43.

**Pietta, P.G., (2000).** Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products* 63, 1035.

## Q

**Quezel P et Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Tome2. Centre national de la recherche, Paris ,565p.

## R

**Rhattas M, Douira A, Zidane L, (2016).** Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc National de Talassemtane (Rif occidental duEthnobotany Research and Applications 22 Maroc). *Journal of Applied Biosciences* 97 9187- 9211.

## S

**Smolskaitė, L., Venskutonis, P. R., & Talou, T. (2015).** Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 462-471.

## T

**Tan, B. L., Norhaizan, M. E., & Liew, W. P. P. (2018).** Nutrients and oxidative stress: friend or foe? *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018.

## Y

**Younes, A. T. E. K. (2022).** *Caractérisation agronomique et moléculaire des cultivars d'abricotier (Prunus armeniaca L.), dans les régions du Hodna et de l' Aurés, Algérie: diversité, structure de la population et association génétique* (Doctoral dissertation, Université de M'sila).

## Z

**Zahir, I., Er-rahmany, A., Es-sadouny, R., & El Hadri, I. (2020).** Activités biologiques de *Tetraclinis articulata*: revue de synthèse. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 89, 91 – 114.