

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et Écologie Végétale

Intitulé du thème :

Étude de l'activité Antioxydante des feuilles d'olivier (Olea europeae L.)

Présenté par : Melle : Boukhalkhal Amina

Melle : Zaouaili Amel

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mme Ch. Mouri** (MBC UDL de Sidi Bel Abbés)

Examineur : **Mme S. Mahroug** (Prof UDL de Sidi Bel Abbés)

Promoteur : **Mme F.Z Bessam** (MCA UDL de Sidi Bel Abbés)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « juin »

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Avant toute chose, Nous remercions tout d'abord ALLAH, le tout puissant pour nous avoir donnée la force, la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce mémoire.

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et nos vives connaissances d'abord à Madame **BESSAM Fatima Zohra** Maître de conférence « A ». à la faculté des sciences et de vie l'université de Djilali Liabés de Sidi Bel Abbés pour la proposition du sujet, Nous la remercions pour sa disponibilité, ses pertinents conseils et pour les efforts qu'elle avait consentis durant la rédaction de ce mémoire. Merci également pour votre encadrement, votre gentillesse, nous vous adressons nos profondes reconnaissances pour vos remarques et conseils en vue d'améliorer ce manuscrit.*

Nos remerciements vont aussi aux membres de jury :

*Nous exprimons nos vifs remerciements à Madame **Mahroug Samira** Professeur, à la faculté des sciences et de vie l'Université de Djilali-liabés de Sidi Bel Abbés, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.*

Nous remercions également

*Madame **Mouri Charaf**, Maître assistante « B » à la faculté des sciences et de vie l'Université de Djilali LIABES de Sidi Bel Abbés, d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail. Nous disons un très grand merci à tous nos collègues pour leur bonté et leur enthousiasme, et pour leur aide durant la période de récolte.*

Enfin, nos remerciements s'adressent aussi à nos parents et nos amis.

Dédicace

A l'aide de Dieu qui m'a donné force et courage pour terminer mes études, je dédie ce travail :

Tout d'abord je le dédie à la personne la plus chère de ma vie, Mon père cheikh qui m'a soutenu financièrement et moralement et Ma mère Abassiya la rose de ma vie Que dieu les protèges.

A mes adorables sœurs : Fatima et Ferial

A mes très chères frères : Mohamed et Abed samad

A mes grands-parents que dieu ait pitié d'eux : Mhammed et Mebarqa

A mes grands-parents que dieu les protèges : Abed El Kader et Bouhana

A mes oncles Ahmed et Mohamed, Lakhdar, Hassan et Hamza, Mohamed, Yousef

A mes jumeaux émouvants : Nadjat, Faty et Amel

A mes très chers amis : Khadidja, Wahiba, Zahra, Rachida, Asma, Wassila, Fatima

A mon mari que j'aime Hafid Nouara

A tous les personnes qui m'ont aidés Mr. Cherifi, Mr. Nabil

Aux Familles : BOUKHALKHAL, AISSANI, DJABRI, ZAOUEILI, BENNOR, MOKRANE, BOUBAKEUR, MOHAMADI,

A tous les personnes qui me soient plus proche, que j'aime du profond de mon cœur et qui m'ont encouragé, soutenu et aidé à finaliser ce travail.

A toute la promotion de Biodiversité et écologie végétale.

Amîna

Dédicace

Avec l'aide de Dieu qui m'a donné la force et le courage de finir mes études, je dédie ce travail :

*Premièrement, je le dédie à la personne la plus précieuse de ma vie, mon père Abed Kader qui m'a soutenu financièrement et moralement, et ma mère, Sahmadiya, la rose de ma vie
Que dieu les protèges.*

A mes merveilleuses sœurs : Fatima Marwa

A mes chers frères Mohammad et Ibrahim

A mes grand-père, que Dieu leur fasse miséricorde : Lounis Al-Mamoun

A mon grand-père, que Dieu les préserve : l'Arabe

A mes oncles, Mohammed Bachir Naimi, et à toutes mes tantes, Khaira et Aicha

Mes cousins sont Haouari, Ahmed et Abdelkader Murad

Sans oublier toutes mes tantes, Haouariya, Khaira, Nouria et Zahra

Wali, mon jumeau Omar

A mes jumelles émouvantes : Fati, Amina, Nadjat et Ibtisam

*A mes chers amis : Khadija, Wahiba, Zahra, Abir, Sabrin, Siwar, Sabera Pour les familles
: Zaouaili, Zakani, Jebali, DJabri, Bennour, Boukhalkhal*

A toutes les personnes qui me sont les plus proches, que j'aime du fond du cœur et qui m'ont encouragé et soutenu et m'ont aidé à terminer ce travail.

A toute la promotion de Biodiversité et écologie végétale

Amel

Liste des figures

Figure 01 : Distribution des formes natives du complexe <i>O. europaea</i> L. dans le monde..	05
Figure 02 : Oliviers méditerranéen	06
Figure 03 : Arbres d'olivier avec ses charpentes (<i>Olea europaea</i> L.).....	08
Figure 04 : tronc de l'olivier	09
Figure 05 : Feuilles de l'olivier	10
Figure 06 : Fleurs de l'olivier	10
Figure. 07 : fruit de L'olivier.....	11
Figure 08 : Carte oléicole mondiale.....	12
Figure 09 : Carte oléicole d'Algérie	14
Figure10 : Structure de base des Flavonoïdes.....	19
Figure 11 : Structure des tanins hydrolysables et les acides associés.....	21
Figure 12 : Structure de base des tanins condensés.....	22
Figure 13 : Structure des tanins condensés et leur monomère.....	22
Figure 14 : Structure de l'acide ascorbique.....	27
Figure 15 : Structure du tocophérol.....	28
Figure 16 : Structure du β -carotène.....	29
Figure 17 : Localisation géographique des monts du Tessala.....	31
Figure 18 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique.....	36
Figure 19 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait méthanolique.....	38
Figure 20 : IC ₅₀ de l'acide ascorbique et de l'extrait méthanolique.....	39
Figure 21 : Efficacité anti radicalaire de l'acide ascorbique et de l'extrait méthanol.....	40

Liste des tableaux

Tableau 01 : Superficie oléicole des pays membres du COI (2015).....	13
Tableau 02 : IC ₅₀ de l'extrait méthanolique et du témoin acide ascorbique.....	39
Tableau 03 : Efficacité anti radicalaire de l'extrait méthanolique et du témoin acide ascorbique	40

Liste des Abréviations

O : olea

Subsp : sous espèce

C° : degré Celsius

% : pourcentage

al : collaborateur

R : rendement

G : gramme

mg : milli gramme

m : mètre

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

[C] : concentration

E. Met : Extrait méthanolique

Ac. Asc : acide ascorbique

I : Inhibition

EAR : Efficacité anti radicalaire

RL : radical libre

ITAF : Institut Technique des Arbres Fruitiers

C.O.I : Conseil Oléicole International

RÉSUMÉ

Le sujet concerne une contribution à la connaissance de l'activité antioxydant *in vitro* des feuilles de l'olivier *Olea europaea* L. appartenant à la famille des oléacées, provenant des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbès).

L'objectif est de connaître si l'espèce présente un pouvoir antioxydant.

Dans ce travail, cinq concentrations croissantes ont été utilisées. Ces concentrations varient de 0.2 mg / ml à 1.0 mg / ml avec une progression géométrique de 0.2 mg / ml.

Trois paramètres de l'activité antioxydant ont été utilisés pour évaluer ce phénomène. Il s'agit du pourcentage d'inhibition, de l'IC₅₀ et de l'efficacité anti radicalaire.

Les résultats ont montré que l'extrait méthanoïque révèle un pouvoir élevé de piégeage du radical libre DPPH avec une IC₅₀ de 0.35 mg / ml et une EAR de 2.85.

L'activité antioxydant a été ensuite comparée au témoin de référence acide ascorbique qui a révélé une valeur inférieure de l'IC₅₀ de 0.21 g /ml et une EAR supérieure de 4.76, indiquant l'efficacité du témoin et ainsi un pouvoir antioxydant plus puissant.

Mots clés : Activité antioxydant, DPPH, extrait brut, *Olea europaea* L.

المخلص

يتعلق الموضوع بالمساهمة في معرفة النشاط المضاد للأكسدة في المختبر لأوراق شجرة

الزيتون *Olea europae L* التي تنتمي الى عائلة

Oleaceae من جبال تسالقا ، ولاية سيدي بلعباس

الهدف هو معرفة ما إذا كانت الأنواع لديها قوة مضادة للأكسدة.

في هذا العمل، تم استخدام خمسة تراكيز متزايدة

.. تختلف هذه التركيزات من 0.2 مجم/ مل إلى 1.0 مجم/ مل بتدرج هندسي قدره 0.2 مجم/ مل

تم استخدام ثلاث معايير للنشاط المضاد للأكسدة لتقييم هذه الظاهرة. هذه هي نسبة تثبيط ،

وفعالية مكافحة الجذور الحرة IC_{50}

أظهرت النتائج أن المستخلص الميثانولي يبدي قدرة عالية على تنظيف الجذور الحرة

DPPH مع IC_{50} من 0.35 مجم/مل و EAR من 2.85

تمت مقارنة النشاط المضاد للأكسدة بعد ذلك مع عنصر التحكم المرجعي لحمض الأسكوربيك

IC_{50} أقل بمقدار 0.21 جم / مل

وEAR والذي أظهر قيمة

اعلى من 4.76 يشير الى فعالية التحكم و بالتالي قوة مضادات الاكسدة اكثر فعالية

الكلمات المفتاحية: نشاط مضادات الأكسدة DPPH، المستخلص الخام، *Olea europae L.*

ABSTRACT

The subject concerns a contribution to the knowledge of the antioxidant activity in vitro of the leaves of the olive tree *Olea europaeae L.* belonging to the oleaceae family, from the Tessala mountains (wilaya of Sidi Bel Abbès).

The aim is to find out if the species has antioxidant power.

In this work, five increasing concentrations were used. These concentrations vary from 0.2 mg / ml to 1.0 mg / ml with a geometric progression of 0.2 mg / ml.

Three parameters of antioxidant activity were used to assess this phenomenon. These are percent inhibition, IC50 and anti-free radical efficacy.

The results showed that the methanolic extract exhibits a high capacity for scavenging the free radical DPPH with an IC50 of 0.35 mg / ml and an EAR of 2.85.

The antioxidant activity was then compared to the ascorbic acid reference control which revealed a lower IC50 value of 0.21 g / ml and a higher RAE of 4.76, indicating the effectiveness of the control and thus a more potent antioxidant power.

Key words: Antioxidant activity, DPPH, crude extract, *Olea europaeae L.*

Table des matières

○ Liste des figures	
○ Liste des tableaux	
○ Liste des Abréviations	
○ Résumé	
○ الملخص	
○ Abstract	
○ Introduction.....	01

Partie I: Synthèse bibliographique

Chapitre I : Données générales sur l'Olivier

I - Présentation de la famille des Oléacées.....	04
I-1 Olivier.....	05
I-2 Origine et Historique.....	07
II- Caractéristiques botaniques.....	07
II -1- Description.....	07
II-1-1- Aspect général.....	08
II-1-2- Le système racinaire.....	08
II-1-3- Les organes aériens.....	09
III- Classification.....	11
IV- Répartition géographique.....	12
IV-1- Dans le monde.....	12
IV-2 - L'oléiculture en Algérie.....	13

Chapitre II : Métabolites secondaires

1- Les composés phénoliques	16
I-1- Définition	16
I-2- Fonction des composés phénoliques.....	16
II- Les principales classes des composés phénoliques.....	17
III- Classification.....	17
III-1-Effets biologique des poly phénols.....	17

III-2 - Les non flavonoïdes.....	18
III-3- Les flavonoïdes.....	18
III-4- les tanins.....	19
III-4-1- Les tanins hydrolysables.....	20
III-4-2-Les tanins condensés.....	21
III-5- Les anthocyanes.....	22
Chapitre III : L'activité antioxydant	
I- Les antioxydants.....	25
I-1 Définition.....	25
II- Radicaux libres.....	25
II-1 Définition.....	25
II-2 Origine des radicaux libres.....	26
III- Classification des antioxydants.....	26
III-1- Antioxydants naturels.....	27
III-1-1- Antioxydants primaires.....	27
III-1-2- Antioxydants secondaire.....	27

<i>Partie II : Etude expérimentale</i>

Chapitre IV : Matériels et méthodes

I- Matériels biologique.....	31
II- Présentation du site de prélèvement.....	31
II-1- Situation géographique.....	31
II-2- Aspect lithologique.....	32
II-3- Aspect pédologique.....	32
II-4- Caractères climatiques.....	32
III- Méthode d'étude.....	32
III-1- Technique d'extraction des flavonoïdes.....	33
III-1-1- Préparation du matériel végétal.....	33
III-1-2- Préparation de l'extrait brute.....	33

III-1-3- Etude du pouvoir antioxydant.....	33
III-1-3-1- Calcul des pourcentages d'inhibition.....	34
III-1-3-2- Calcul des IC ₅₀	34
III-1-3-3- Calcul de l'activité antiradicalaire.....	34

Chapitre IIV : Résultats et discussion

I- L'étude du pouvoir antioxydant.....	36
Ⓢ Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH pour la substance de référence.....	36
Ⓢ Pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'extrait méthanol.....	37
Ⓢ Evaluation de l'IC ₅₀	38
Ⓢ Evaluation de l'activité antiradicalaire.....	39
II-Conclusion.....	41

Références bibliographiques

1-INTRODUCTION

Les vertus médicinales attribuées aux plantes orientent les chercheurs sur la présence de principes actifs. Ces molécules qui proviennent du métabolisme secondaire des plantes, sont utilisées par l'homme dans son arsenal thérapeutique.

Parmi ces nouveaux composés potentiellement intéressants, les antioxydants tels que les flavonoïdes ont été particulièrement étudiés en raison de leur utilisation dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires pour leurs effets bénéfiques pour la santé.

C'est pour cela que les industriels développent de plus en plus des procédés mettant en œuvre des extraits et des principes actifs d'origine végétale.

Les flavonoïdes sont reconnus essentiellement pour leur action antioxydant, antidiabétique (**Marfak, 2003**), modulatrice de l'activité de certaines enzymes, vasculoprotectrice et anti-inflammatoire (**Vitor et al., 2004**).

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), environ 65-80% de la population mondiale dans les pays en développement, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne, dépendent essentiellement des plantes médicinales traditionnelles pour leurs soins de santé primaire (**Lhuillier, 2007**).

Malgré les remarquables progrès en chimie organique de synthèse du vingtième siècle, plus de 25% des médicaments prescrits dans les pays industrialisés tirent directement ou indirectement leurs origines des plantes (**Newman et al., 2000**).

Une attention urgente doit être portée aux plantes qui n'ont pas encore été étudiées pour déterminer scientifiquement non seulement leurs propriétés phytochimiques et pharmacologiques potentielles mais aussi évaluer leurs qualités, leurs innocuités et leurs efficacités. Cet héritage vert représente donc un énorme réservoir de composés qui attendent d'être découverts (**Marston et Hosttemann, 2003**).

Le continent africain est doté d'une biodiversité parmi les plantes riches dans le monde, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, aliments naturels à des fins thérapeutiques (**Ferka-Zazou, 2006**).

Avec plus de 3000 espèces, notre pays possède une importante richesse floristique dont 232 espèces à usages médicinaux, aromatiques et alimentaires (**Chenouf, 2005**).

Depuis l'antiquité, cette végétation a toujours été une source importante d'agents thérapeutiques.

La région de Tessala, zone montagneuse de l'Ouest algérien est connue pour sa richesse floristique. Celle-ci est particulièrement développée dans les forêts de la partie sommitale du massif, le Djebel Tessala.

Nous nous sommes intéressés dans ce présent travail à un taxon faisant partie de la phytodiversité des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbès) ; il s'agit de l'olivier *Oléa europeae* L., appartenant à la famille des oléaceae qui est très fréquent dans le bassin méditerranéen avec une importance culturelle et économique remarquable.

Les objectifs visés à travers cette thèse consistent à :

- ✿ Évaluer l'activité antioxydante de l'extrait méthanolique des feuilles de l'olivier *Oléa europeae* L.

Notre travail est subdivisé en deux parties :

- ✿ La première partie est une revue bibliographique, dans laquelle sont développés plusieurs chapitres se rapportant à la monographie de l'espèce étudiée, aux métabolites secondaires et à l'activité antioxydante des plantes.
- ✿ La deuxième partie correspond à l'étude expérimentale, dans laquelle sont présentés le matériel végétal étudié, la technique d'analyse adoptée ainsi que les résultats et discussion.
- ✿ Notre travail est sanctionné par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I
Données
générales sur
l'olivier
(Olea europaea L.)

I- PRÉSENTATION DE LA FAMILLE DES OLEACEAE

L'olivier appartient à la famille des Oléacées, sub-famille Oleideae. Les récents travaux de Wallander et Albert (2000), Green (2002) basée sur des données moléculaire (phylogénie basée sur des séquences de l'ADN plastidique) et non moléculaires (nombre chromosomique, anatomie du bois et des fruits et critères biochimiques) ont démontré que cette famille est subdivisée en 5 tribus :

- Myxopyreae (qui regroupe les genres *Myxopyrum*, *Nyctanthes* et *Dimetra*),
- Fontanesieae (genre *Fontanesia*),
- Forsythieae (genres *Abeliophyllum* et *Forsythia*),
- Jasmineae (genres *Jasminum* et *Menodora*),
- Oleaeae (qui était appelée précédemment *Oleoideae*).

Avec près de 24 genres et 6000 espèces, le genre *Olea* comprend 33 espèces et 9 sub-espèces classées dans 3 sub-genre *Olea*, *Paniculatae* et *Tetrapilus* (**Green, 2002 ; Besnard, 2009**).

Le sub-genre *Olea* lui-même est subdivisé en deux sections :

Olea, composé exclusivement par le complexe (*Olea europaea*) et *Ligustroides*.

Dans *Olea europaea*, six sous-espèces ont été identifiées, de l'Afrique du Sud à la Chine, à travers les montagnes du Sahara, la Macaronésie et le bassin Méditerranéen (**Green, 2002; Doveri et Baldoni, 2007; Besnard, 2009**) (**Figure. 1**).

(1) Subsp. *europaea* : comprend deux variétés *europaea* (olive cultivée) et *sylvestris* (olive sauvage) : présent dans le bassin Méditerranéen ;

(2) Subsp. *cuspidata* : s'étend du sud-est de l'Asie au sud-ouest de la Chine, et de la péninsule arabique à travers l'Afrique de l'Est et du Sud ;

(3) Subsp. *Laperrinei*: uniquement dans la région du Sahara;

(4) Subsp. *Maroccana*: uniquement au Maroc;

(5) Subsp. *Cerasiformis*: uniquement dans l'île de Madère;

(6) Subsp. *Gauchisa*: dans les îles Canaries.

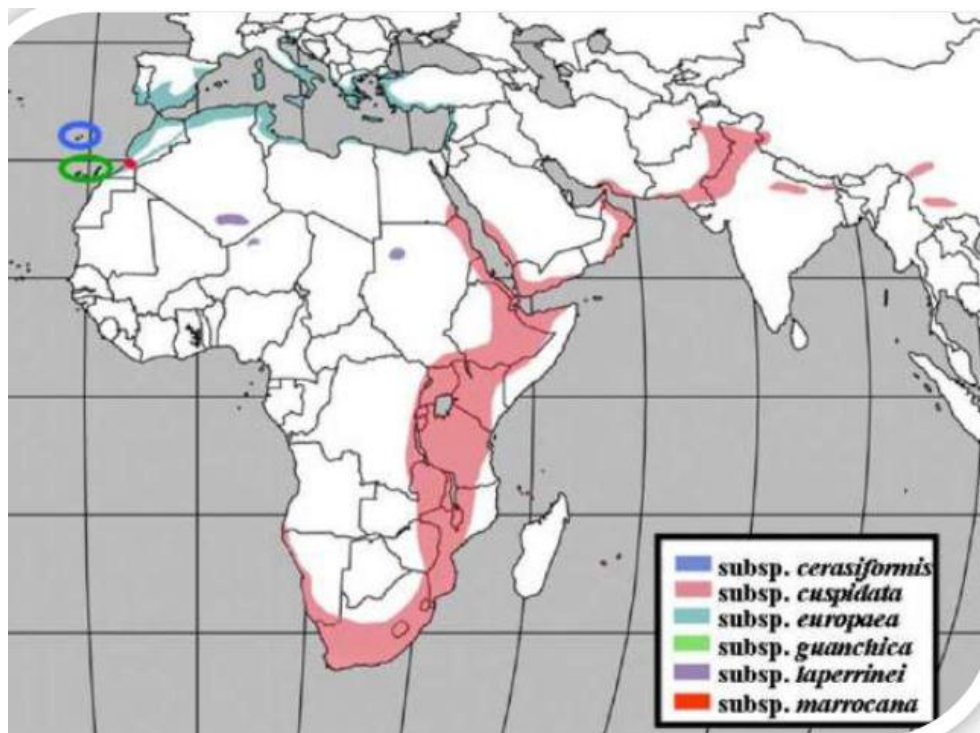


Figure. 01 : Distribution des formes natives du complexe *O. europaea* L. dans le monde (**Rubio de Casas et al., 2006**).

I-1-Olivier

La culture de l'olivier a un impact positif sur l'environnement et la conservation des paysages. L'olivier, comme d'autres arbres fruitiers (amandiers, pistachiers,...), joue un rôle important dans l'équilibre des écosystèmes semi désertiques (**Figure. 02**).

Bien adapté aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen et d'une durée de vie très longue au titre de plus vieil olivier du monde lui attribuant un âge situé entre 3 000 et 4 000 ans. Majestueux, cet olivier à une circonférence de tronc à sa base de plus de 20 mètres pour une hauteur de 8 mètres et une superficie de feuillage de 600 m².), il est un élément de fixation du sol et de la population.

Dans les zones en pente, les plantations souvent disposées en terrasse, contribuent à réduire les problèmes d'érosion et de perte du sol (**Abdelguerfi, 2003**).



Figure. 02 : Oliviers méditerranéen (Web master 1)

Les oliveraies constituent une zone de refuge et d'alimentation de certaines espèces animales, et à ce titre, l'olivier contribue au maintien de la biodiversité. De nouvelles techniques se développent pour permettre la valorisation énergétique de la biomasse de l'olivier (restes de la taille des arbres, traitement des grignons après extraction de l'huile,...), ce qui à terme, devrait aboutir à une contribution positive de la filière oléicole à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre (**Abdelguerfi, 2003**).

De même que la vigne de cuve, les agrumes, les dattes et les figues sèches, l'olive de table et l'huile d'olive ont accusés une régression très importante et même préoccupante et cela s'est accentué, en Algérie, avec la réorganisation du secteur public agricole entamé en 1987 d'où la déstructuration des productions développées par le passé, la disparition des savoir-faire et une politique d'encadrement inadéquate qui a conduit à l'abandon des parcs à bois ou plantations et la réduction des pépiniéristes (**ITAF, 2008**).

L'introduction de nouvelles espèces et variétés, n'a pas toujours fait l'objet de précautions d'usage nécessaires pour évaluer les risques et le comportement, surtout en matière de maladies et d'adaptation.

Les espèces locales spontanées d'arbres et d'arbustes à fruits comestibles, originaires des différents écosystèmes algériens (Oliviers, Vignes et Palmiers), n'ont pas fait l'objet de programme lié à la protection et à la conservation systématique.

Ces variétés cultivées depuis plus de 60 ans, dans des terroirs spécifiques s'érodent de plus en plus (**ITAF, 2008**).

Par ailleurs, vu la rusticité et l'adaptation de l'olivier en Algérie, sa culture occupe les terres des zones difficiles, impropres aux autres cultures et peu attractif à l'investissement.

L'olivier est concentré au Nord, particulièrement dans le Tell. Le secteur privé dispose de 2/3 des surfaces. Cependant, le vieillissement du verger et l'exode de la main d'œuvre guettent cette ressource.

Concernant le matériel génétique, les porte-greffes actuellement employés sont constitués de populations hétérogènes, provenant de semis de noyaux d'olives de variétés cultivées telle que Chemlal, Siguoise et parfois d'oléastres, alors que les variétés nationales peuvent être recommandées dans leurs régions d'origine (**Chaouia, 2003**).

I-2- Origine et Historique de l'Olivier

Depuis des millénaires, l'olivier est cultivé dans le Bassin méditerranéen où il marque le paysage de sa silhouette si caractéristique. Arbre sacré, il a inspiré aussi bien les grands textes religieux fondateurs (Bible, Torah, Talmud, Coran) que les peintres et les poètes. L'olivier pousse là où rien d'autre ne pousse et offre l'ombre aux animaux et aux cultures, prévient l'érosion des sols, préserve des incendies, assure un revenu à son propriétaire. L'origine géographique de l'olivier semble être le croissant fertile. Son introduction en méditerranée occidentale est à porter au crédit des phéniciens. Quelques historiens ont démontré que l'olivier était connu dans notre pays bien avant VII siècle avant J.C. Les oliviers cultivés et leurs parents sauvages, les oléastres, représentent deux variétés botaniques de l'espèce *Olea europaea* subsp. *europaea* et *var. sylvestris* (**Green et Wickens, 1989**).

II- CARACTÉRISTIQUES BOTANIQUE

II-1 : Description

Olea europaea L. est un complexe formé de six sous espèces dont *Olea europaea* subsp. *europaea* qui correspond à l'olivier méditerranéen (**Green et Wickens, 1989**). Ce dernier comprend la forme cultivée, *O. europaea* *var. europaea* et la forme sauvage ou oléastre, *O. europaea* *var. sylvestris*. Il s'agit d'une espèce pérenne, à feuilles persistantes, caractérisée par une longue longévité jusqu'à 2000 ans (**Lewington et Parker, 1999**) et à pollinisation anémophile.

La forme des feuilles est souvent elliptique. Les fleurs sont petites et regroupées en inflorescences et sont hermaphrodites. Comme c'est le cas de nombreux arbres forestiers, l'olivier est une espèce allogame. Son système d'auto incompatibilité n'est pas encore clarifié.

II-1-1- Aspect général

L'olivier est un arbre de grandeur moyenne, toutefois, il peut atteindre une hauteur de 10 mètres dans des cas extrêmes. Généralement, il présente une Fondaison arrondie, rarement érigée. L'olivier est un arbre polymorphe, à dire que les feuilles du stade juvénile sont différentes du celles du stade adulte. Cependant, les arbres multipliés par voie végétative ne possèdent pas une forme de feuilles juvénile (**Kasraoui, 2010**) (**Figure. 03**).



Figure. 03: Arbres d'olivier avec ses charpentes (*Olea europaea* L.)
(**Loussert et Brousse 1978**).

II-1-2- Le système racinaire

Le développement du système racinaire de l'arbre est surtout fonction des caractéristiques physico-chimique du sol. En fait, l'olivier adaptera son système racinaire à la profondeur du sol, suivant sa texture et sa structure. Possédant un système souterrain puissant et fasciculé. Ce réseau de racines forme une souche ligneuse ; appelée la « matte », qui va permettre de puiser très grande quantité dans le sol (**Loussert et Brousse 1978**).

II-1-3- Les organes aériens

Le tronc

Sur les jeunes arbres, le tronc est droit et circulaire puis il se déforme au fur et à mesure de leur vieillissement, pour donner naissance à des « cordes » (zones

successives de dépressions donnant au tronc un aspect, tourmenté, caractéristique de l'olivier).

Ce dernier (**Figure. 04**) se développe en charpentières composées de charpentières maîtresse et sous-charpentières, trois sortes de branche, branches à bois, branches à fruits et branches mixtes (**Loussert et Brousse 1978**).



Figure. 04 : tronc de l'olivier (web master 1)

Les feuilles

Les feuilles d'olivier sont persistantes avec une durée de vie de l'ordre de trois ans (**Loussert et Brousse, 1978**) et possèdent des caractères nettement xérophytiques (épiderme supérieur fortement cutinisé et épiderme inférieur recouverts de poils) (**Figure. 05**).



Figure. 05 : Feuilles de l'olivier (Cliché : Boukhalkhal et Zaouaili, 2021)

La fleur

Selon Loussert et Brousse (1978), les fleurs sont regroupées en petites grappes dressées à l'aisselle des feuilles. La fleur est constituée de 4 sépales, 4 pétales, 2 étamines et 2 carpelles.



Figure. 06 : Fleurs de l'olivier (Cliché : Boukhalkhal et Zaouaili, 2021)

🌿 Le fruit

Le fruit est une petite drupe ovoïde, noir violacé à maturité riche en huile est contient trois parties.

- 🌿 **Epicarpe (peau)** : recouverte d'une matière cireuse imperméable à l'eau (la pruine). Le changement de couleur est dû à une oxydation effectuée par des phénoloxydases;
- 🌿 **Mésocarpe (pulpe)** : charnue et riche en matière grasse stockée durant la lipogenèse de la fin d'aout jusqu'à la véraison Loussert et Brousse (1978).
- 🌿 **Endocarpe (noyau)** : osseux très dur, formé d'une enveloppe qui se sclérifie l'été (à partir de la fin juillet) et contient une amande avec ovaires, dont l'un est généralement stérile et non fonctionnel cette graine produit un embryon, qui donnera un nouvel olivier si les conditions sont favorables.



Figure. 07 : fruit de L'olivier (Web master 1)

III- CLASSIFICATION selon Guignard et Dupont (2004)

- 🌿 Règne: Plante
- 🌿 Sous règne: Tracheobionta
- 🌿 Embranchement: Magniophyta
- 🌿 Sous-embranchement : Angiospermes
- 🌿 Classe : Mognoliopsida
- 🌿 Sous classe : Astéridae
- 🌿 Ordre : Scrophulariales
- 🌿 Famille : Oleaceae Genre: Olea
- 🌿 Espèce : Olea europeae L.

IV- RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

IV-1 -DANS LE MONDE

L'olivier est aujourd'hui cultivé dans toutes les régions du globe se situant entre les latitudes 30° et 45° des deux hémisphères, des Amériques (Californie, Mexique, Brésil, Argentine, Chili), en Australie et jusqu'en Chine, en passant par le Japon et l'Afrique du Sud. On compte actuellement plus de 900 Millions d'oliviers cultivés à travers le monde mais le bassin méditerranéen est resté sa terre de prédilection, avec près de 95 % d'oliviers cultivés (Benhayoun et al. 2007). (Figure. 08)



Figure. 08 : Carte oléicole mondiale (COI, 2013).

Pays	Superficie (Ha)
Espagne	2 584 564
Tunisie	1 839 600
Italie	1 350 000
Grèce	1 160 000
Maroc	1 020 000
Turquie	798 493
Portugal	358 513
Algérie	330 000
Iran	136 619
Jordanie	132 582
Argentine	100 000
Liban	53 646
Albanie	47 152
Palestine	33 000
Uruguay	10 000
Total	9 954 169

Tableau. 1 : Superficie oléicole des pays membres du COI (2015)

IV-2 - L'OLÉICULTURE EN ALGÉRIE

L'oléiculture algérienne dispose d'un patrimoine de 175.000 ha d'oliviers à huile ou mixtes, sur lesquels sont plantés 20 millions d'arbres.

En 1989, on prévoyait 3.000 hectares de nouvelles plantations ; à l'heure actuelle, près de 2.500 ont effectivement été plantés (**Carlos Tio et al., 1997**).

L'Algérie a mis en place un programme de développement de l'oléiculture et de modernisation de l'industrie oléicole, dans le cadre d'une « stratégie de développement de l'oléiculture jusqu'en l'an 2000 » (**Carlos Tio et al., 1997**).

L'olivier est localisé dans le nord (**Figure. 09**).

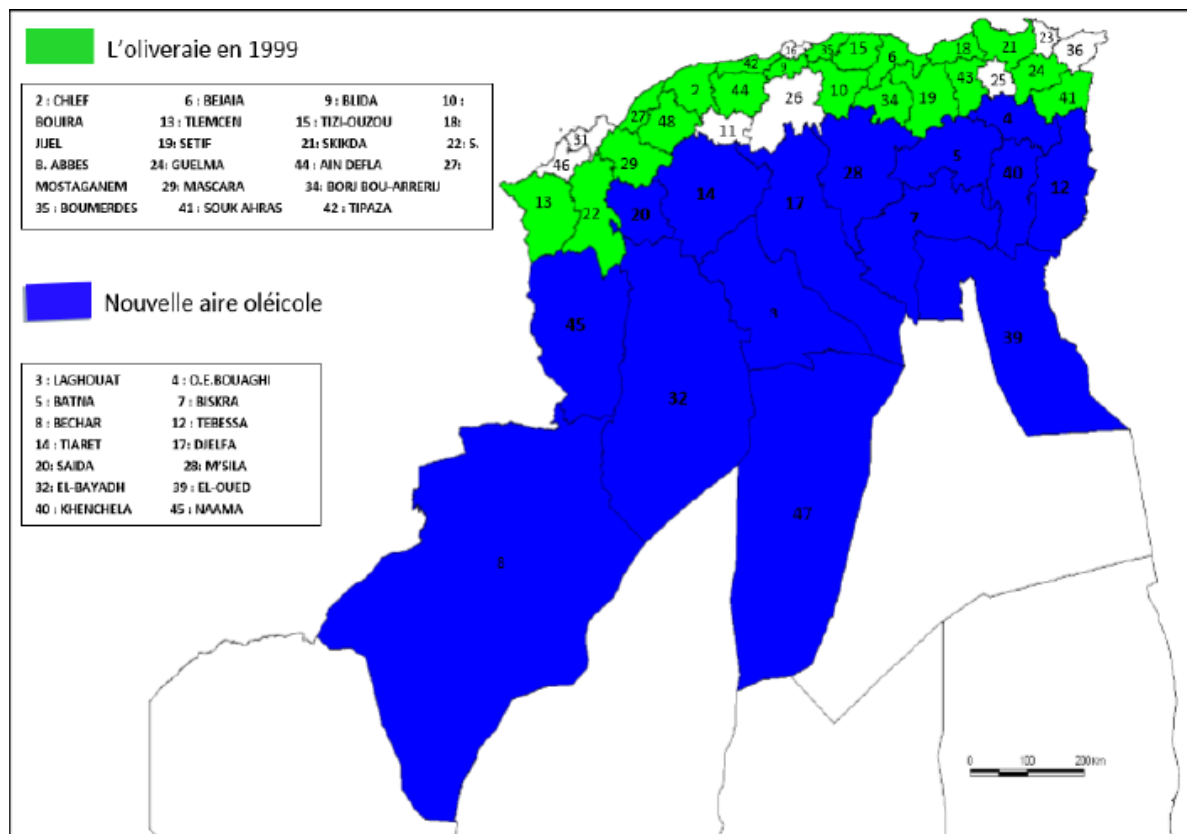


Figure. 09: Carte oléicole d'Algérie (Institut Technique des Arbres Fruitiers, ITAF, 2008).

Chapitre II

***Métabolites
secondaires***

I- LES COMPOSÉS PHÉNOLIQUES

I-1- Définition

Le terme « *polyphénols* » est fréquemment utilisé dans le langage courant et même dans des articles scientifiques ou de vulgarisation pour désigner l'ensemble des composés phénoliques des végétaux. En fait, il devrait être réservé aux seules molécules présentant plusieurs fonctions phénols. Ce qui exclurait alors les mono phénols, pourtant abondants et importants chez les végétaux.

Donc la désignation générale «composés phénoliques» concerne à la fois les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques (**Fleuriet *et al.*, 2005**).

Les composants phénoliques sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) ; et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la germination des graines et la maturation des fruits (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Comportant au moins 8000 structures différentes connues (**Bahorun, 1997**), allant de molécules phénoliques simples de bas poids moléculaire tels que, les acides phénoliques à des composés hautement polymérisés comme les tanins. Ils font partie intégrante de l'alimentation humaine et animale (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**).

I-2 Fonction des composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent intervenir dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature, soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux, dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par la transformation, dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées...)

pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini (Fleuriet *et al.*, 2005).

II- LES PRINCIPALES CLASSES DES COMPOSÉS PHÉNOLIQUES

Les principales classes des composants phénoliques sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, et les coumarines (King et Young, 1999 ; Tapiero *et al.*, 2002).

Les composants phénoliques sont des molécules biologiquement actives (King et Young, 1999), ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, antimicrobiens (Bahorun, 1997 ; Cetkovic *et al.*, 2008).

III- CLASSIFICATION

Selon Dacosta (2003), on répartit généralement les composés phénoliques en :

Les non flavonoïdes :

- ✓ Les acides phénoliques ;
- ✓ Les stilbènes ;
- ✓ Les lignanes et les lignines ;
- ✓ Les coumarines ;
- ✓ Les xanthones ;

Les flavonoïdes :

- ✓ Les flavonoïdes au sens strict ;
- ✓ Les isoflavonoïdes ;

Les tanins ;

Les anthocyanes ;

III-1- Effets biologiques des poly phénols

Les poly phénols sont associés à de nombreux processus physiologiques qui interviennent dans la qualité alimentaire, impliqués lorsque la plante est soumise à des blessures mécaniques. La capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des microorganismes est souvent corrélée avec la teneur en composés phénoliques (Bahorun, 1997).

Ces composés montrent des activités anti-carcinogènes, anti-inflammatoires, analgésiques, antibactériens, antiviraux, antivirales (Dixon, 2004), antioxydants (Gomez-Caravaca *et al.*, 2006), anticancéreux (Babar Ali *et al.*, 2007), et anti-allergènes (Falleh *et*

al., 2008). Les composés poly phénoliques sont d'ailleurs de plus en plus utilisés en thérapeutique.

III-2- Les non flavonoïdes

Ce groupe comprend plusieurs composés parmi lesquels on distingue les acides phénoliques, les silènes, les lignanes, les coumarines et les xanthones.

III-3- Les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. On estime que 2 % environ du carbone organique photosynthétisé par les plantes, soit quelques 109 tonnes par an, est converti en flavonoïdes (Lhuillier, 2007). L'expression flavonoïde a été introduite en 1952 par Geissman et Hinreiner pour désigner les pigments ayant un squelette (C6-C3-C6), provenant du mot latin flavus qui signifie jaune (Bouakaz, 2006).

Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. On les trouve dissous dans la vacuole des cellules à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastides particuliers, les chromoplastes (guignard, 1996).

Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels poly phénoliques. On dénombre près de 6500 flavonoïdes répartis en 12 classes (Stockigt *et al.*, 2002) et leur nombre ne cesse d'accroître. Par définition, les flavonoïdes sont des composés qui ont en commun la structure du diphenylpropane (C6-C3-C6); les trois carbones servant de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné C (De Rijke *et al.*, 2006) (Figure. 10).

Leur fonction principale semble être la coloration des plantes (au-delà de la chlorophylle, des caroténoïdes et des bétalaïnes), même si leur présence est parfois masquée par leur présence sous forme "leuco", ce qui explique leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire (Gabor *et al.*, 1988).

Les familles les plus riches en flavonoïdes sont : *Fabacées*, *Myrtacées* et *Polygonacées* (Ghestem *et al.*, 2001). Tous les flavonoïdes (plus de 6000 structures) possèdent le même élément structural de base : le noyau flavane constitué de deux noyaux aromatique A et B et d'un hétérocycle oxygéné central C (Bruneton, 1999 ; Reynaud et Lussignol, 2005).

Les flavonoïdes sont considérés comme des micronutriments importants puisqu'ils peuvent jouer des rôles antioxydants ou posséder des propriétés biologiques diverses (Milane, 2004).

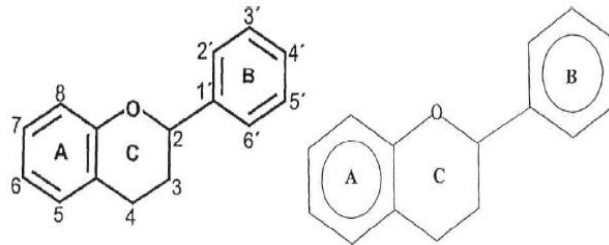


Figure. 10 : Structure de base des Flavonoïdes (Dacosta, 2003)

III-4- Les tanins

En 1962, Bate-Smith et Swain donnent aux tanins la définition suivante :

« Composés phénoliques solubles dans l'eau, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines » (Aganga et Mosase, 2001 ; Peronny, 2005).

Les tanins sont un groupe des polyphénols à haut poids moléculaire (Alkurd *et al.*, 2008), se sont des métabolites secondaires poly phénoliques (Khanbabaee et Ree, 2001).

Les tanins sont des molécules fortement hydroxylés et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, aux protéines et aux enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité des aliments. Ils peuvent être liés à la cellulose et aux nombreux éléments minéraux (Alkurd *et al.*, 2008).

On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs deux groupes basés sur des différences structurales : les tanins hydrolysables et les tanins non hydrolysables, ou tanins condensés (Ghestem *et al.*, 2001).

Ces tanins sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation. Des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto-oxydation des lipides (Cavin, 1999).

Le rôle biologique des tanins dans la plante est lié à sa propre protection contre les infections, les insectes et les animaux herbivores (**Khanbabaee et Ree, 2001**), en plus de la protection contre les attaques fongiques et bactériennes (**Peronny, 2005**).

Les tanins sont très répandus dans le règne végétal, ils sont particulièrement abondants chez les Conifères, les Fagacée, les Rosacée (**Ghestem *et al.*, 2001**). Tous les organes végétaux peuvent en renfermer (l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits, les racines, les graines) (**Khanbabaee et Ree, 2001**).

Les tanins sont présents dans une variété de plantes utilisées dans l'alimentation notamment les céréales et les légumineuses (sorgho, millet, orge, haricots secs, petits pois, caroube) et les fruits comme (pomme, mûre, datte, raisin, pêche, poire, framboise et fraise) (**Peronny, 2005**).

III-4-1- Les tanins hydrolysables

Ce sont des esters du glucose (ou de molécules apparentées) et d'acides phénols qui sont :

- ❖ Soit l'acide gallique, on parle alors de tanins galliques ;
- ❖ Soit l'acide ellagique, qui est un dimère de l'acide gallique, on parle alors de tanins ellagiques.

Dans les deux cas, la fraction osidique est estérifiée par plusieurs molécules d'acide gallique ou plusieurs molécules d'acide ellagique (**Ghestem *et al.*, 2001**) (**Figure. 11**). Ces tanins subissent facilement une hydrolyse acide et basique, ils s'hydrolysent sous l'action enzymatique et de l'eau chaude (**Conrad *et al.*, 1998**).

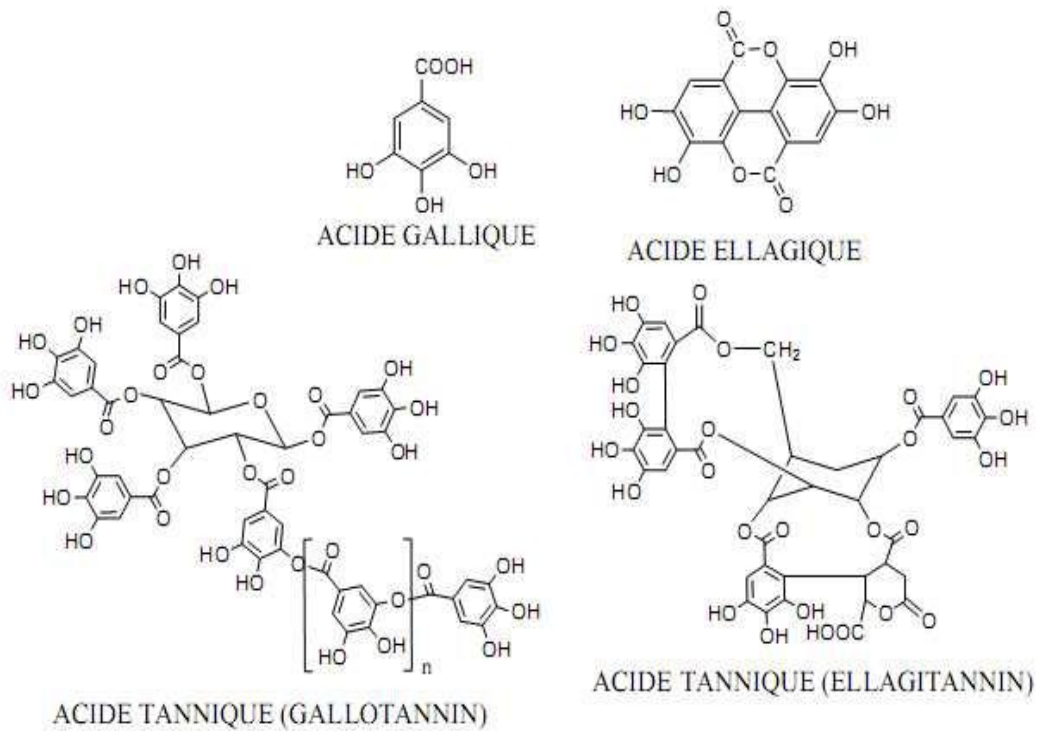


Figure. 11: Structure des tanins hydrolysables et les acides associés (Peronny, 2005).

III-4-2- Les tanins condensés (proanthocyanidines)

Sont des polyphénols de masse molaire élevée, de structure plus complexe (Figure. 12), ils sont de loin les tanins les plus largement rencontrés dans les plantes vasculaires, des dicotylédones aux plantes plus primitives, fougères et gymnospermes.

Ce sont des polymères de flavan-3-oles biologique (Okamura *et al.*, 1993 ; Aganga et Mosase, 2001 ; Peronny, 2005). Le plus souvent épi catéchine et catéchine, avec un degré de polymérisation entre deux et plus de 50 unités (Khanbabaee et Ree, 2001) et de flavan-3,4-dioles (leuco anthocyanidines), ou un mélange des deux.

Les chaînes de polymères comptent de 2 à 20 unités environ (Figure. 13), et il existe de nombreuses hydroxylations possibles en différents endroits de chaque monomère. Cette diversité structurale explique les variations d'activité biologique (Okamura *et al.*, 1993 ; Aganga et Mosase, 2001 ; Peronny, 2005).

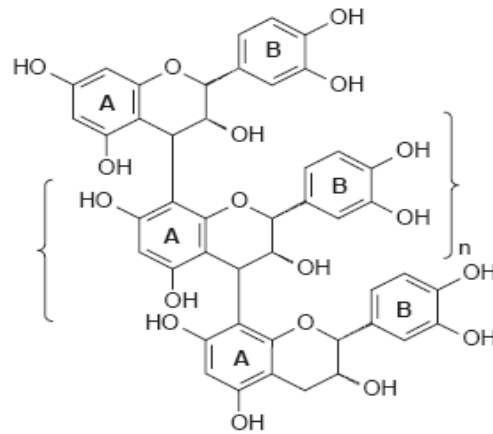


Figure. 12 : Structure de base des tanins condensés (Li et al., 2004).

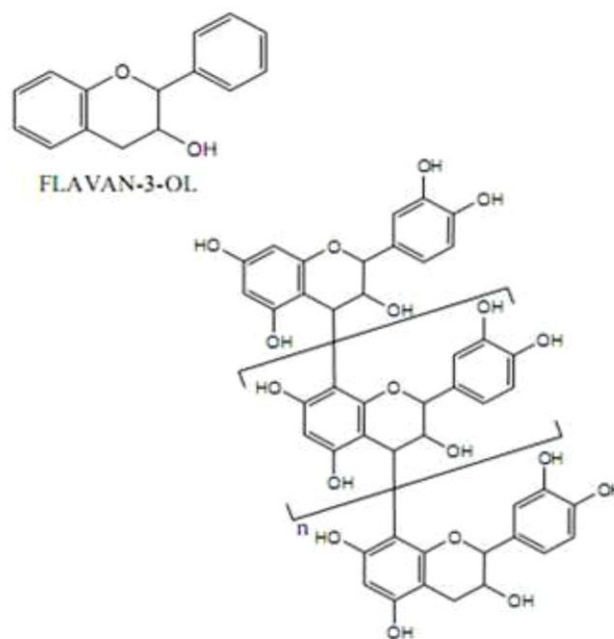


Figure. 13: Structure des tanins condensés et leur monomère (Peronny, 2005).

III-5- Les anthocyanes

Les anthocyanes (du grec *anthos*, fleur et *Kuanos*, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycolyses (Guignard, 1996). Les anthocyanines sont des flavonoïdes porteurs d'une charge sur l'oxygène de l'hétérocycles C.

La structure de base des anthocyanines est caractérisée par un noyau "flavon" généralement glucosylé en position C3 (Ribereau, 1968).

Les anthocyanes se différencient par leur degré d'hydroxylation et de méthylation, par la nature, le nombre et la position des oses liés à la molécule. L'aglycone ou anthocyanidine constitue le groupement chromophore du pigment.

Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange (**Harbone, 1967 ; Brouillard, 1986**). Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'oeil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques, qui sont de véritables poches remplies d'eau (**Harbone et Grayer, 1988**).

Si la coloration des fleurs et des fruits est leur rôle le plus connu, on trouve également les anthocyanes dans les racines, tiges, feuilles et graines. En automne, les couleurs caractéristiques des feuilles des arbres sont dus aux anthocyanes et aux carotènes qui ne sont plus masqués par la chlorophylle.

Chapitre III

Activité Antioxydante

I-LES ANTIOXYDANTS

I-1- Définition

Toute substance qui, lorsqu'elle est présente en faible concentration comparée à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient de manière significative l'oxydation de ce substrat est appelée antioxydant (**Diallo, 2005**), Ils peuvent agir en réduisant ou en dismutant ces espèces, en les piégeant pour former des composés stables, en séquestrant le fer libre, ou en générant du glutathion (**Favier, 2003; Dan, 2008**).

Le terme de substrat oxydable inclut toutes sortes de molécules *in vivo* (**Halliwell, 1999**). L'organisme est capable, dans certaines mesures, de limiter les dommages dus aux radicaux libres, grâce à des mécanismes de défense développés au cours de l'évolution (**Hennebelle, 2006**).

En plus des substances propres à l'organisme, les médicaments, l'alimentation et les plantes peuvent être également des sources d'antioxydants. Ils constituent une source importante d'antioxydants.

Actuellement, les classes thérapeutiques comme les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), les antihyperlipoprotéïnémiques, les bêta-bloquants et autres antihypertenseurs ont été évalués pour leurs propriétés anti-oxydantes (**Diallo, 2005**).

Les substances antioxydantes pouvant provenir de l'alimentation ; notamment à base de plante. Les plus connues sont la vitamine C, la vitamine E, le β -carotène le sélénium (**cavin, 1999**).

II- RADICAUX LIBRES

II-1- Définition

On définit comme radical libre (RL), n'importe quelle molécule indépendante contenant un ou plusieurs électrons non appariés (**Christopher et al., 1995**).

Les radicaux libres radical libre sont très instables et réagissent rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir de la stabilité. Une « réaction en chaîne » débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui « volant » son électron, et la « molécule attaquée » devient alors elle-même un radical libre (**Martinez-Cayuela, 1995**).

Bien que le terme de radical libre ait souvent été assimilé à une espèce réactive ou un oxydant, il est important de signaler que tous les radicaux libres ne sont pas forcément des oxydants. De même que tous les oxydants ne sont pas des radicaux libres (**Anderson et al., 1996 ; cavin, 1999 ; Fosting, 2004**).

L'oxygène possède deux électrons non appariés, ceci explique sa grande réactivité. Cependant, la plupart des réactions oxydatives qu'il est susceptible de provoquer spontanément dans un organisme humain sont extrêmement lentes. Il est donc peu toxique par lui-même (**Dacosta, 2003**).

Sous l'action des radiations ionisantes, de rayon UV, de métaux de transition « fer, cuivre...etc. » ou au cours de certaines réactions enzymatiques, des formes hautement réactives de l'oxygène apparaissent, on les désigne souvent comme espèces réactives de l'oxygène (ERO) (*reactive oxygen species* (ROS) selon la terminologie anglaise).

Cette appellation inclut les radicaux libres de l'oxygène proprement dit (Le radical superoxyde ; hydroxyle ; l'oxyde nitrique) mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs nonradicalaires (peroxyde d'hydrogène ; l'oxygène singulet ; l'anion hypochlorite ; le peroxydinitrite) dont la toxicité est importante (**Novelli, 1997 ; Bartosikova et al., 2003**).

II-2- Origine des radicaux libres :

Les radicaux libres sont produits par divers mécanismes physiologiques afin de détruire des bactéries au sein des cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires) ou pour réguler des fonctions cellulaires létales telle la mort cellulaire programmée ou apoptose.

Toutefois, au contact entre l'oxygène et certaines protéines du système de la respiration, une production d'anions superoxydes se produit lors du fonctionnement de la chaîne respiratoire mitochondriale. Les rayonnements UV sont capables de générer des radicaux libres et les particules inhalées (amiante, silice) sont aussi des sources de ces radicaux.

L'ingestion d'alcool est suivie de la formation de radicaux libres selon divers mécanismes, également des antibiotiques, des anticancéreux. L'infection au VIH a pour effet d'accroître la production de radicaux libres dans l'organisme (**Mohammedi, 2005**)

III- CLASSIFICATION DES ANTIOXYDANTS

Les antioxydants sont classés en deux grands groupes :

III-1- Antioxydants naturels

On en distingue deux types : les antioxydants primaires et les antioxydants secondaires (Diallo, 2005).

III-1-1- Antioxydants primaires

Ils sont naturellement présents dans l'organisme et dans le sang. Ce sont des enzymes qui participent à la neutralisation excédentaire en radicaux libres. Il s'agit de l'enzyme superoxyde dismutase (SOD), de la glutathion peroxydase, de la glutathion réductase, des catalases, de certaines protéines de transport comme la ferretine et la céruloplasmine.

Ces enzymes ont besoin, pour être activées, de la présence de minéraux issus des aliments : le fer pour la catalase, le zinc et le cuivre pour le superoxyde dismutase, le sélénium pour les glutathions peroxydases (Diallo, 2005).

III-1-2- Antioxydants secondaires

Ils sont apportés par l'alimentation. Ce sont entre autres :

La vitamine C ou acide ascorbique

C'est un puissant réducteur (Figure. 14). Il joue un rôle important dans la régénération de la vitamine E. Il est présent dans les légumes, le chou, le poivron, les agrumes (Ekoumou, 2003).

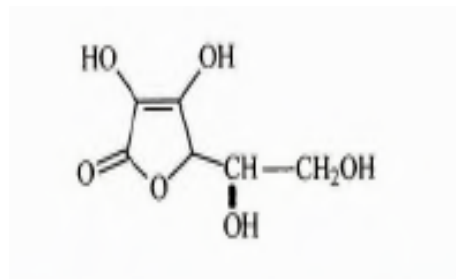


Figure. 14 : Structure de l'acide ascorbique (Ekoumou, 2003).

La vitamine E ou tocophérol

C'est le principal agent antioxydant membranaire (**Figure. 15**). Son activité antioxydante consiste à freiner le vieillissement cutané et assurer la stabilité des structures cellulaires.

Elle prévient, également, la peroxydation des lipides membranaires *in vivo* en capturant les radicaux peroxydes. Elle est présente dans les huiles végétales, les noix, les amandes, les graines, le lait, les oeufs et les légumes à feuilles vertes (**Ahmet, 2003**).

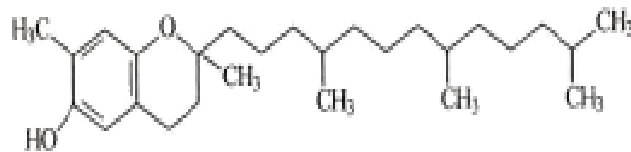


Figure. 15 : Structure du tocophérol (**Ahmet, 2003**).

Les oligo-éléments (cuivre, zinc, sélénium)

Le sélénium est l'oligo-élément impliqué dans la lutte de l'organisme contre les radicaux libres. Jadis considéré comme toxique, ses effets bénéfiques sur l'organisme ne sont connus que depuis un quart de siècle. Il neutralise les métaux toxiques (plombs, mercure). Il aurait une action préventive sur certains cancers (**Ahmet, 2003**). On le retrouve dans les rognons de porcs ou de bœufs cru, les fruits secs (particulièrement dans les noix du Brésil), les poissons (thon cru, calamar, limande), fruits de mer (huîtres) et les céréales.

Le cuivre

Le cuivre participe au maintien des systèmes de défense antioxydant dans l'organisme. Les céréales, les légumes et les produits laitiers constituent les principales sources de ce nutriment.

Le zinc est important pour les mécanismes de défense de l'organisme contre les maladies inflammatoires. Les principales sources alimentaires du zinc sont les céréales et les produits laitiers (**Cristiina & Marika, 2003**).

Les caroténoïdes

Le β -carotène (**Figure. 16**) est un pigment que l'on trouve dans les végétaux à pulpe orangée. Les carottes, les abricots, les pêches, la mangue, la citrouille et la pomme de terre

en renferment une bonne qualité. On en trouve également dans la plupart de légumes verts. Il exerce deux rôles principaux dans l'organisme. Il peut d'abord être transformé en vitamine A. Ensuite, il possède la capacité de capter l'oxygène singlet. Il peut ainsi neutraliser les radicaux libres (Ahmet, 2003).

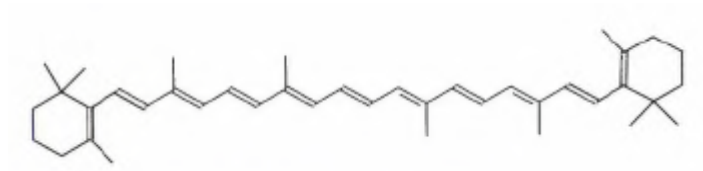


Figure. 16: Structure du β -carotène (Ahmet, 2003).

Les poly phénols

Les polyphénols sont des métabolites secondaires dont l'élément structural de base est un noyau benzoïque auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction éther, méthyl, ester, sucre, etc. (Bruneton, 1993).

Chapitre IV

Matériels et méthode

I-MATÉRIELS BIOLOGIQUE

Notre choix a porté sur les feuilles d'*Olea europae* L. vu leurs richesses en principes actifs ayant des propriétés médicamenteuse et curative. La récolte des feuilles a eu lieu au mois de mai 2021 au niveau des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbés), dans une station de latitude nord 35°16'16", de longitude ouest 0°45'48" et d'altitude 792 m.

II-PRÉSENTATION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT

II-1-Situation géographique

Les monts de Tessala présentent une grande diversité biologique, ils sont situés au nord de la wilaya de Sidi Bel Abbes, limités au nord par la plaine de la Mleta et la sebkha d'Oran, à l'est par les monts des Béni Chougrane, à l'ouest par les monts de Sebaa Chioukh et au sud par la plaine de Sidi Bel Abbes. Les monts de Tessala font partie de l'Atlas tellien, ils s'étirent du sud-ouest au nord-est sur une distance de 50 à 60 km (**Kiekken, 1962**) (**Figure. 17**).

La hauteur des reliefs, relativement aplanis, s'établit entre 500 et 1 000 m d'altitude en culminant à 1061 m au djebel Tessala. Le versant sud apparaissant moins abrupt que le versant nord, ils ont des pentes fortes fréquemment supérieures à 25% sur l'ensemble du djebel Tessala (**Bneder, 1990**).

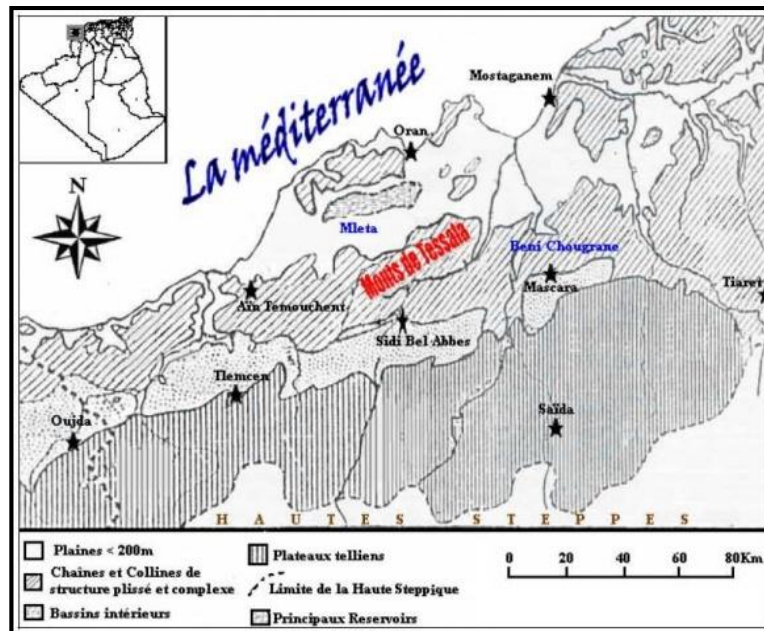


Figure. 17 : Localisation géographique des monts du Tessala (**Kikken, 1962**)

II-2- Aspect lithologique

Les principales unités lithologiques rencontrées dans la commune de Tessala sont représentées par **Bneder (1990)**.

- ✚ les marnes sont représentées par des marnes calcaires et marnes argileuses qui constituent 44% de la superficie totale. Elles sont rencontrées surtout dans la partie Nord et Nord-ouest de la commune ;
- ✚ le deuxième substrat est le calcaire marneux, grès et marne calcaire de l'éocène qui compte 19% de la superficie totale. Il se trouve surtout dans la partie Sud-est ;
- ✚ les marnes grises sont représentées avec 16%; ils sont localisées dans la partie extrême Sud de la commune de Tessala ;
- ✚ les marnes finement sableuses qui occupent 4% de la superficie totale. elles sont localisés dans la partie Sud ouest ;
- ✚ l'argilite, gypse, dolomie noire, ophites avec un pourcentage de 15%; ce substrat est localisé au niveau du haut versant de djebel Tessala.

II-3- Aspect pédologique

Le Djebel Tessala, comme l'ensemble des monts du Tessala, est essentiellement constitué de roches peu résistantes à l'érosion. La plupart des sols appartiennent à la classe des sols minéraux bruts lithosols et régosols de la classification française. On trouve également quelques rendzines. Les sols bruns calciques sont rares (**Benyahia et al., 2001**).

II-4- Caractères climatiques

Le climat de l'Algérie a fait l'objet de nombreuses études analytiques et synthétiques, notamment par **Seltzer (1946)**, **Emberger (1954)**, **Bagnouls et Gaussen (1957)**, **Stewart (1975)**, **Le Houerou (1995)**.

Tous ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat Algérien au climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidant avec la saison estivale, et une saison froide et pluvieuse en coïncidence avec la saison hivernale.

En Algérie, cette pluviométrie peut être soumise à l'orographie et aux influences maritimes. En effet, tous les auteurs qui ont étudié la pluviométrie en Algérie ont montré que la répartition de la pluie subit trois influences. Il s'agit de l'altitude, les conditions de topographie, de la longitude et enfin celle de l'éloignement de la mer.

III- METHODE D'ETUDE

III-1- Technique d'extraction des flavonoïdes

III-1-1- Préparation du matériel végétal

Les feuilles récoltées sont nettoyées, lavées à l'eau distillée et séchées à l'air libre et à l'obscurité pendant une vingtaine de jours. Elles ont été ensuite pulvérisées et conservées à l'abri de la lumière et de l'humidité. Toutes ces opérations permettent de pallier la dégradation de certains constituants et contribuent à l'inhibition de toutes activités enzymatiques responsables de leur dénaturation. (**Annexe. 1**)

III-1-2- Préparation de l'extrait brut

20 g de poudre de feuilles sont macérés dans 200 ml de méthanol à une température ambiante pendant trois jours successifs. Le macérât est filtré sur papier filtre. Le filtrat est ensuite concentré sous vide à l'évaporateur à une température de 40°C, puis le résidu sec obtenu est pesé. (**Annexe. 2**)

III-1-3- Étude du pouvoir antioxydant

Dans notre étude nous avons utilisé la méthode basée sur le radical DPPH stable (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) (**Mansouri et al., 2005**) de couleur violet qui absorbe dans l'UV-Visible à $\lambda = 517\text{nm}$.

Le protocole expérimental suivi pour étudier l'activité du piégeage du radical libre DPPH, est celui de (**Velazquez et al., 2003**).

A partir de l'extrait conservé pendant 1 nuit, une solution méthanolique de concentration 5 mg / 50 ml est préparée ; elle est dite solution mère. Des dilutions en cascade de l'extrait à tester sont préparées pour obtenir des concentrations de : 0.10 ; 0.20 ; 0.40 ; 0.60 ; 0.80 et 1 mg / ml.

1ml de l'extrait dilué, est ajouté à 1ml d'une solution méthanolique de DPPH préparée extemporanément (1.2 mg dans 100ml de méthanol). Le témoin négatif est constitué uniquement de DPPH et de méthanol.

Après incubation à l'obscurité pendant 30 minutes à une température ambiante, la réduction du DPPH s'accompagne d'une décoloration de la solution par rapport au contrôle négatif. La lecture des absorbances (densité optique) de la gamme des concentrations est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible.

Pour toute l'expérimentation, chaque test est répété 3 fois et la valeur moyenne de l'absorbance des trois essais a été calculée.

Une solution antioxydante de référence (acide ascorbique de concentration 5 mg / 50 ml) est préparée dans les mêmes conditions pour servir de témoin positif. (**Annexe. 3**)

III-1-3-1-Calcul des pourcentages d'inhibition.

Nous calculons ainsi le pourcentage d'inhibition du radical libre par l'équation suivante :

$$I \% = [(A_1 - A_2) / A_1] \times 100$$

I (%) : pouvoir d'inhibition en %.

A₁: absorbance de la solution de DPPH en absence de l'extrait

A₂: absorbance de la solution de DPPH en présence de l'extrait.

III-1-3-2-Calcul des IC₅₀.

L'IC₅₀ est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50 % de radical DPPH.

Plus la valeur de l'IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée (**Pokorny et al., 2001**).

Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés à partir des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations de l'extrait testé.

III-1-3-3- Calcul de l'activité antiradicalaire.

Nous pouvons déduire l'activité antiradicalaire de notre extrait en calculant l'inverse de la valeur de l'IC₅₀ trouvé représenté par la formule suivante (**Maisuthisakul et al., 2007**).

$$AAR = 1 / IC_{50}$$

L'activité antiradicalaire est comparée à celle du standard acide ascorbique.

Chapitre IIV

Résultat et discussion

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I- L'ETUDE DU POUVOIR ANTIOXYDANT

I-1-Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour la substance de référence

A des fins comparatives, un antioxydant standard est utilisé : l'acide ascorbique

Les calculs des pourcentages d'inhibitions en fonction des concentrations du témoin nous permettent de tracer le graphe suivant (**Figure 18**).

Nous constatons que le profil de l'activité antiradicalaire du contrôle (témoin) acide ascorbique a montré des pourcentages d'inhibition de l'ordre de 54.7 et 52.1 % du radical DPPH à de faibles concentrations de 0.20 et 0.40 mg / ml. En effet des concentrations plus élevées de l'ordre de 0.60 ; 0.80 et 1.00 mg / ml produisent des pourcentages d'inhibitions élevés respectifs de 69.60 ; 79.70 et 81.60 %. L'acide ascorbique a révélé un pouvoir de piégeage de DPPH important.

Le coefficient de corrélation linéaire du témoin acide ascorbique ($R^2 = 0.879$) manifeste une capacité antioxydante.

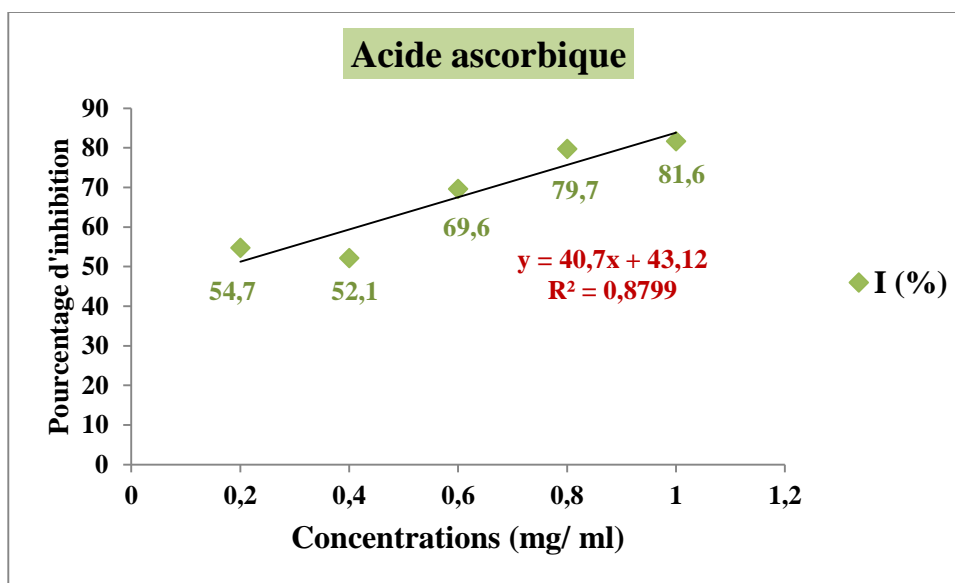


Figure. 18: Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique

I : Inhibition (%)

I-2- Pourcentages d'inhibition du radical DPPH par l'extrait méthanol

Le calcul du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'extrait méthanoïque des feuilles d'*Oléa europeae* L. nous a permis de tracer le graphe suivant (**Figure. 19**).

Nos résultats exprimés en tant que pourcentage de piégeage du radical, dénotent que l'extrait méthanoïque à des concentrations faibles de l'ordre de 0.20, 0.40 et 0.60 mg / ml produisent des pourcentages d'inhibition avec des valeurs de 73.5 ; 79.1 et 84.8%. Des concentrations élevées de 0.8 et 1 mg / ml, de cet extrait provoque un pouvoir réducteur avec des pourcentages respectifs de 90.6 et 93.6 %.

D'après ces résultats, on remarque que le pourcentage d'inhibition de l'activité antioxydant augmente progressivement avec l'augmentation des concentrations de l'extrait.

Nous avons déterminé la concentration correspondante à 50 % d'inhibition (IC₅₀), qui constitue l'activité antioxydant de l'extrait étudié en utilisant la courbe de régression linéaire : $y = ax + b$.

Le coefficient de corrélation de l'extrait méthanoïque avec le contenu des poly phénols est fortement significatif ($R^2 = 0.989$). L'extrait testé est doté d'un pouvoir antioxydant important qui est dû probablement à sa richesse en composés phénoliques.

Ces résultats sont conformes aux résultats de beaucoup de groupes de recherches, qui ont rapporté une telle corrélation positive entre le contenu phénolique et l'activité antioxydant (**Djeridane et al., 2006 ; Hayouni et al., 2007 ; Perez et al., 2007 ; Tawaha et al., 2007 ; Turkmen et al., 2007**).

Généralement, les poly phénols avec un nombre élevé de groupements hydroxyles présentent l'activité antioxydant la plus élevée (**Heim et al., 2002**). Cela est dû à leur pouvoir de donner plus d'atomes aux radicaux libres (**Torre de pinedo et al., 2007**).

L'attribution exacte de la capacité antioxydant à un composé, ou un petit groupe de composants dans un extrait de plante est une tâche difficile, puisque l'activité efficace dépend de plusieurs facteurs, tels que la concentration, les formes isomériques et l'interaction synergique avec d'autres composants (**Almela et al. 2006**).

La polarité des solvants change la capacité de dissoudre un groupe choisi de composés antioxydants, ce qui influe l'évaluation de l'activité antioxydant (**Hayouni et al., 2007 ; Turkmen et al., 2007**).

Dans le but d'identifier les sites potentiels au sein des flavonoïdes qui sont responsables sur l'effet scavenger vis-à-vis du radical DPPH, plusieurs travaux ont étudié la cinétique et le mécanisme réactionnel des flavonoïdes avec ce radical stable.

Amič et collaborateurs (2003) ont mis en évidence la relation structure fonction de 29 flavonoïdes (flavones, flavonoles et flavanones) et leurs capacités de piéger le DPPH.

Les résultats de cette étude ont montré que les flavonoïdes les plus efficaces sont ceux qui renferment des groupements 3',4'-dihydroxy sur le cycle B et/ou un groupement 3-OH sur le cycle C, ainsi que la présence de la double liaison entre le C2 et C3 du cycle C.

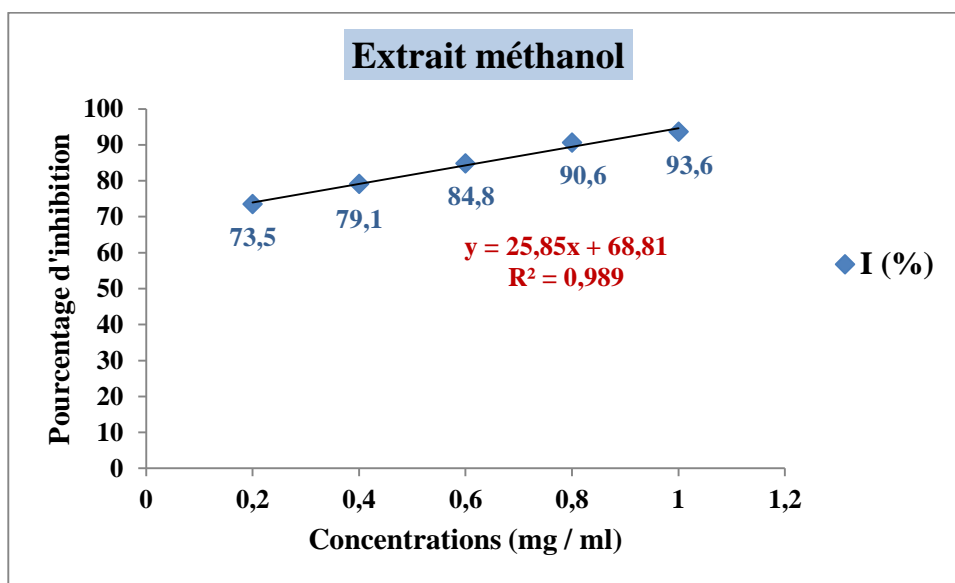


Figure. 19 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait méthanolique

I : Inhibition (%)

I-3- Évaluation de l'IC₅₀

La valeur de l'IC₅₀ est inversement proportionnelle au taux d'inhibition (I%) des composés de l'extrait testé. Elle se manifeste par une faible valeur de l'ordre de 0.35 mg / ml qui reflète la quantité d'antioxydants requise pour neutraliser 50% de la concentration initiale du radical libre dans le milieu.

Plus la valeur d'IC₅₀ est faible, plus l'activité antiradicalaire des composés d'un extrait est appréciable.

Les résultats enregistrés présentent une différence nette des valeurs, comparativement au témoin de référence (acide ascorbique) qui indique un IC₅₀ beaucoup plus faible de l'ordre de 0.21 mg /ml (**Tableau 2 et Figure 20**).

Extraits	IC ₅₀ (mg / ml)
Méthanol	0.35
Témoin	IC ₅₀ (mg / ml)
Acide ascorbique	0.21

Tableau. 2 : IC₅₀ de l'extrait méthanoïque et du témoin acide ascorbique

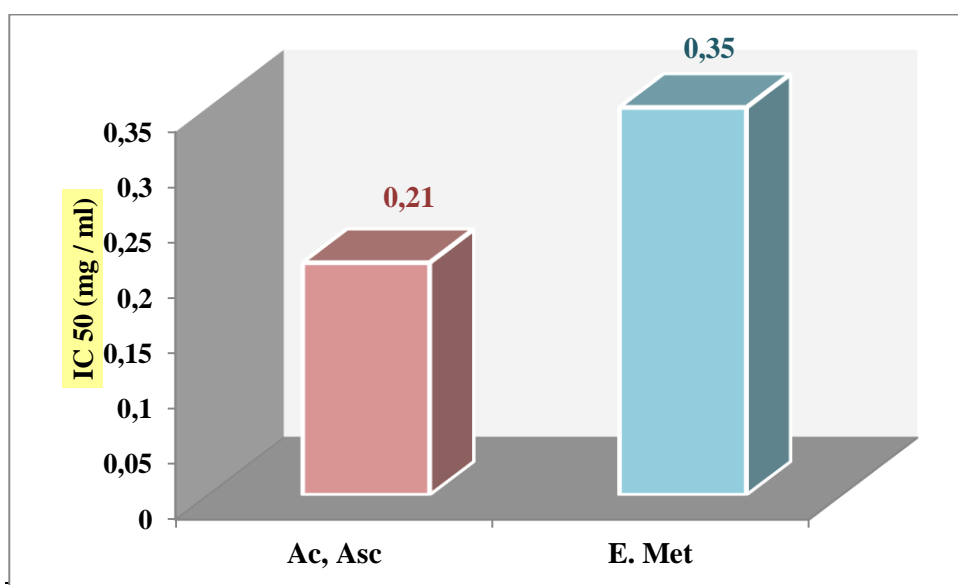


Figure. 20 : IC₅₀ de l'acide ascorbique et de l'extrait méthanolique

Ac, ASC : Acide ascorbique ; **E. Met :** extrait méthanol

I-4- Evaluation de l'efficacité antiradicalaire

Elle est représentée par (le **tableau. 3** et la **figure. 21**), qui montrent une comparaison entre l'efficacité anti radicalaire de l'extrait méthanoïque et celle de l'acide ascorbique (Maisuthisakul *et al.*, 2007).

Les résultats obtenus par le test de l'efficacité anti radicalaire révèlent que l'extrait méthanoïque des feuilles de l'olivier a montré une activité à piéger le radical libre DPPH avec une valeur de 2.85.

A des fins comparatives, l'antioxydant standard (acide ascorbique), présente une efficacité anti radicalaire puissante à piéger le radical libre DPPH avec une valeur de 4.76. L'extrait méthanoïque s'avère moins actif.

Plusieurs études ont établi des relations entre les structures chimiques des flavonoïdes et leurs capacité à piéger les radicaux libres (Jovanovic *et al.*, 1994 ; Bors *et al.*, 1997 ; Cos *et al.*, 1998 ; Dugas *et al.*, 2000).

Extraits	EAR
Méthanoïque	2.85
Témoin	EAR
Acide ascorbique	4.76

Tableau. 3 : Efficacité anti radicalaire de l'extrait méthanoïque et du témoin acide ascorbique

EAR : Efficacité anti radicalaire

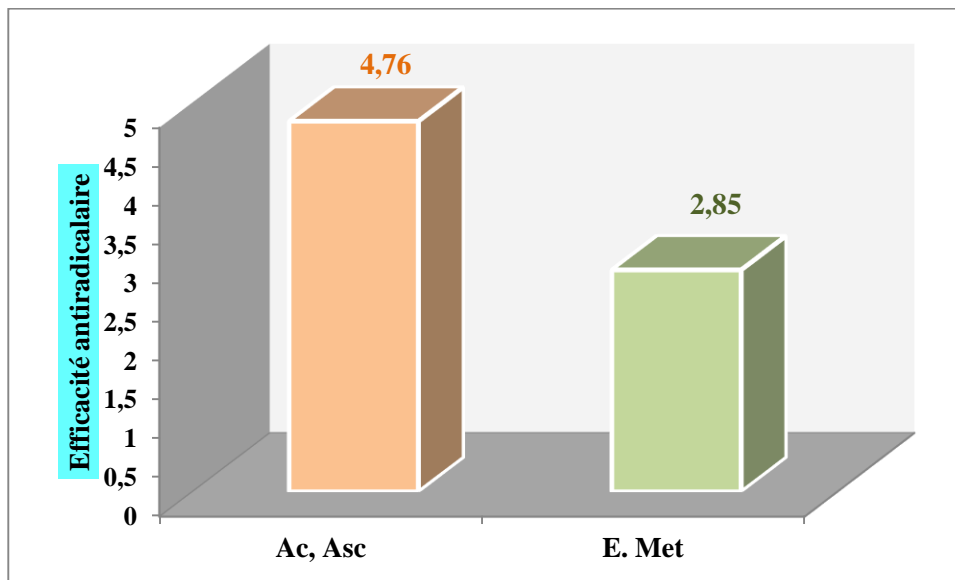


Figure. 21: Efficacité anti radicalaire de l'acide ascorbique et de l'extrait méthanol

EAR : Efficacité anti radicalaire ; **AC, ASC :** Acide ascorbique ; **E. Met :** Extrait méthanoïque

II-CONCLUSION

Le travail réalisé au cours de cette étude a pour objectif d'évaluer les propriétés de l'activité antioxydant des feuilles de l'espèce *Olea europaea* L. appartenant à la famille des oléacées par la méthode du radical libre DPPH.

Nos essais ont fait ressortir donc, que l'extrait méthanoïque enregistre un pouvoir inhibiteur remarquable vis-à-vis du radical DPPH avec un IC_{50} de 0.35 mg /ml et une activité efficacité anti radicalaire EAR de 2.85.

Néanmoins, le témoin de référence l'acide ascorbique présente une activité inhibitrice beaucoup plus importante, dont la valeur d' IC_{50} est de 0.21 mg / ml et avec une efficacité anti radicalaire EAR très puissante de 4.76.

L'extrait méthanoïque présente donc une activité antioxydant moins active comparativement au standard acide ascorbique

***Références
bibliographiques***

Références bibliographiques

- **Abdelguerfi A., 2003**, “Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l’utilisation durable de la biodiversité importante pour l’agriculture” Rapport de synthèse – le ministère de l’environnement et du développement durable: la République Tunisienne: 2009 “4eme Rapport National sur la diversité” 29, 34 p.
- **Aganga A.A., Mosase K.W., 2001**, Tanins content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capussa*, *Ziziphus mucropata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*, **91**:107-113 p.
- **Ahamet S., 2003**, Etude phytochimique et des activités biologiques de *Balanites aegyptiaca* L. (*Balanitaceae*). Thèse Pharmacie, Bamako; 117 p.
- **Alkurd A., Hamed T. R., Al-Sayyed H., 2008**, Tanin Contents of Selected Plants Used in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 4: 265 – 274 p.
- **Almela L., Sanchez-Munoz, B., Fernandez-Lopez, J.A., Roca, M.J, Rabe, V., 2006**, Liquid chromatographic- mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. *J Chromatography A*. 1120:221-229 p.
- **Amič D., Davidovic´-Amic´ D., Beslo D. and Trinajstic´ N., 2003**. Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica Chemica Acta*, 76: 55-61 p.
- **Anderson C.M., Hallberg A., Hogberg T., 1996**, Advances in the development of pharmaceutical antioxidant drug. *Food Chem*, **28**: 65-180 p.
- **Babar Ali M., Hahn E.J., Paek K.Y., 2007**, Methyl Jasmonate and Salicylic Acid Induced Oxidative Stress and Accumulation of Phenolics in *Panax ginseng* Bioreactor Root Suspension Cultures. *Molecules*. **12**: 607-621 p.
- **Bagnouls F. et Gaussen H., 1957**, Les climats biologiques et leur classification. *Ann.Géogr* 355: 193-220 p.
- **Bahorun T., 1997**, Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d’approvisionnement potentielle. *Food and agricultural resarch council, Réduit, Mauritius* 83-94 p.

- **Bartosikova L., necas J., Suchy V., Kubinova R., 2003**, Antioxydative effects of *morineinischemia*, reperfusion of kidney in the laboratory. *Drug and Chemical Toxicology*, 72:87-94 p.
- **Bate-Smith, E.C., and Swain, T. 1962**, Flavonoid compounds, pp. 705–809 p, in H.S. Mason and A.M. Florkin (eds.). *Comparative Biochemistry*, Vol. 3A. Academic Press, New York.
- **Benhayoun G et Lazzeri Y., 2007**, L'olivier en Méditerranée : du symbole à l'économie. Editions L'Harmattan. Paris 137 17 p.
- **Benyahia M., Benabddéli K. et Moueddenne K., 2001**, Géologie, pédologie et système de reproduction des monts de Tessala (Sidi Bel Abbès). *Ecosystèmes Revue des Sciences de la nature et de l'environnement*, vol. 1, 70-75 p.
- **Besnard G., 2009**, Génétique et évolution des plantes en milieu méditerranéen et tropical. Université de Lille 1. 45 p.
- **Bneder., 1990**, Etude d'aménagement et de développement des zones de montagne de la wilaya de Sidi Bel Abbes : perspectives de développement des exploitations agricoles zone nord. Rapport, 63 p.
- **Boizot N., Charpentier J-P, 2006**, Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. *Le cahier des Techniques de l'Inra*. pp79-82 p.
- **Bors W., Michel C. et Stettmaier K., 1997**, Antioxydant effets of flavonoides. *British Library*, 6 :399-402 p.
- **Bouakaz I., 2006**, Etude phytochimique de la plante *Genista Microcephala*. Mémoire de magister. Batna.
- **Brouillard R, 1986**, The flavonoids Advances. *Research science*: 525-538 p.
- **Bruneton J., 1993**, Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. 2eme edition Tec et Doc (Ed) Lavoisier, Paris, 915 p.
- **Bruneton J., 1999**, Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales, 3eme édition, Tec et Doc (ED). Europe Média Duplication S.A., Paris, 658 p.
- **Carlos Tio et al., 1997**, Chapitre 10 : Aspect économiques et politique commerciale, in *Encyclopédie Mondiale de l'olivier*. Ed. Conseil Oléicole international. Espagne 479 p.
- **Cavin A., 1999**, Investigation phytochimique de trois plantes indonésiennes aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires, *Tinospora crispa (Menispermaceae)* ;

Merremiaemarginata (convolvulaceae) et *Orphea enneandra (Annonaceae)*. Thèse de doctorat. Lausanne, 243 p.

- **Cetkovic G., Canadanovic-Brunet J., Djilas S., Savatovic S., Mandic A., Tumbas V., 2008**, Assessment of polyphenolic content and *in vitro* antiradical characteristics of apple pomace. *FoodChemistry*, **109**:340-347 p.
- **Chaouia A., 2003**, Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante à l'agriculture. Cas des plantations arboricoes. ProjevtvALG/97/G31 PNUD, Alger, 22-23/01/2003, 60 p.
- **Chenouf N., 2005**, La diversité biologique en Algérie: Etat Stratégie. Atelier National sur l'intégration de l'environnement dans les politiques sectorielles. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- **Christopher T.A., Lopez B.L., Yue T.L., Feuerstein G.Z., Ruffolo R.R., Ma X.L., 1995**, Carvedilol, a new beta-adrenoreceptor blocker, vasodilator and free-radical scavenger, exerts an anti-shock and endothelial protective effect in rat splanchnic ischemia and reperfusion.
- **CO I (14 -10- 2013) p.**
<http://www.internationaloliveoil.org/web/aafrances/corp/AreasActivitie/economics/Ar eas Activitie.html> Nom de la page d'accueil : Conseil oléicole international.
- **COI, 2015**, World Olive Oil Figures.
<http://www:internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world -olive-oil-figures>
- **Conrad J; Vogler B.; Klaiber I.; Roos G., WalterU.; Kraus W.,1998**, Two triterpene esters from Terminalia macroptera bark. *Phytochemistry* 48: 647 -650 p.
- **Cos P., Ying L., Calomme M., Hu J.P., Cimanga K., Van Poel B., Pieters L., Vlietinck A.V. and Berghe D.K., 1998**, Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. *Journal of natural products*, 61: 71-76 p.
- **Cristiina Pelli et Marika Lyly, 2003**, les antioxydants dans l'alimentation, Biotechnology Finlande.
- **Dacosta Y., 2003**, Les phytonutriments bioactifs. Yves DACOSTA (Ed). Paris, 317p.
- **Dan Y., 2008**, Biological functions of antioxidants in plant transformation. *In vitroCell. Dev. Biol-Plant*, 44:149-161 p.

- **De Rijke E., Out P., Niessen W M A., Ariese F., Gooijer C., Brinkman U A T., 2006**, Analytical separation and detection methods for flavonoids. *Journal of Chromatography A* 1112: 31 -63 p.
- **Diallo A., 2005**, Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense*
- **Dixon R.A., 2004**, Phytoestrogens. *Annus. Rev. PlantBiol.*55: 225-261 p.
- **Djeridane A., Yous M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N., 2006**, Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem*, 97: 654-660 p.
- **Doveri S and Baldoni L (2007)** Olive. In: Kole C. (ed.). *Genome, mapping and molecular breeding in plants, Volume 4: Fruits and Nuts*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 253- 264 p.
- **Dugas A. J. Jr., Castaneda-Acosta J., Bonin G.C., Price K.L., Fischer N.H., Nikolaus G.W. and Winston, 2000**. *J. Nat. Prod*, 63: 327 p.
- **Ekoumou C., 2003**, Etudes phytochimiques et pharmacologiques de 5 recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et de la cystite. Thèse pharmacie, Bamako, 145 p.
- **Emberger L., 1954**, Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool. Univ. Montpellier, série Bot, (7) : 3-43 p.*
- **Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C., 2008**, Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biologicalactivities .*C. R. Biologies*. **331**: 372-379 p.
- **Favier A., 2003**, Le stress oxydant .Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension desmécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique .108-115 p.
- **Ferka-zazou N., 2006**, Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier : cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi Bel Abbès, Algérie. Mémoire de Magister, univ. Tlemcen, 154 p.
- **Fleuriet A., Jay-Allemand C., Macheix J.J., 2005**, Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses polytechniques et universitaires romandes* 121-216 p.

- **Fosting S., 2004**, Etude phytochimique et des activités biologiques de *Maerua angoensis*(Cappridaceae).Thèse de doctorat. Bamako, 149 p.
- **Gàbor M, Cody V, Middleton E J, Harborne J B, Beretz A, Liss A R, 1988**, Plants Flavonoids in biology and Medecine II; Biochemical, Cellular and Medecinal properties. New York, 1-15 p.
- **Geissmann, T. A., and Hinreiner, E., 1952**, theories of the biogenesis of flavonoid compounds ,*Bot. Rev.*, 18: 77-164 p.
- **Ghestem A., Seguin E., Paris M., Orecchioni A.M., 2001**, Le préparateur en pharmacie. Dossier 2, Botanique-Pharmacognosie-Phytotherapie-homeopathie. Tec et Doc (Ed), 272 p.
- **Gomez-Caravaca A.M., Gomez-Romero M., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A., 2006**, Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J Pharmaceutical and Biomedical Analysis*.**41**: 1220-1234 p.
- **Green P. S. and Wickens G. E., 1989**, The *Olea europaea* complex. The Davis & Hedge Festschrift, ed. Kit an. Edinburgh University press, 287-299 p.
- **Green PS., 2002**, A revision of *Olea* L. (Oleaceae). *Kew Bull.* 57: 91-140 p.
- **Guignard et Dupont, 2004**, Botanique systématique moléculaire. 13^{ème} Eds. Masson. Paris. France. 164-179 p.
- **Guignard J.L., 1996**, Abrégé de biochimie végétale, Ed. Masson, Paris, 160 p.
- **Halliwell B., 1999**, How to characterize a biological antioxydant free radical.*Res.Comm*, **9**:1 32 p.
- **Harbone J.B., 1967**, Comparative biochimitry of the flavonoides.Academic press.New York, 1-130 p.
- **Harbone J.B., Grayer R.J., 1988**, The flavonoids, Advances. *Research science*: 1-20 p.
- **Hayouni E.A, Abedrabba M., Bouix M. and Hamdi M., 2007**.The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities *in vitro* of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chem* (in press).
- **Heim K.L., Tagliaferro A.R and Bobilya D.J., 2002**, Flavonoid antioxidants : chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional biochemistry*, 13: 572-584 p.

- **Hennebelle T., 2006**, Investigation chimique, chimiotaxonomique et pharmacologique de la lamiles productrices d'antioxydants: *Marrubium peregrinum*, *Ballota larendana*, *Ballota pseudodictamnus* (Lamiacées) et *Lippia alba* (Verbénacées). Thèse de doctorat.Lille, 304 p.
- **ITAF V., 2008**, Brochure ITAFV. Projet CFC/IOOC/04. Les sous-produits de l'olivier et la fertilisation des cultures fruitières et de la vigne.
- **Javanovic S.V., Steenken S., Tosic M., Marjanovic B. and Simic M.J., 1994**. Flavonoids as antioxidants. *Journal of the American Chemical Society*, 116: 4846-4851 p.
- **Kasraoui., Med ., 2010**, l'olivier le site officiel de ing .F .kasaoui 2-5 p.
- **Khanbabae K. et Ree T.R., 2001**, Tanins:Classification and Defenition. *Journal of Royal Society of Chemistry*, 18:641-649 p.
- **Kiekken R., 1962**, *Géologie et stratigraphie des monts de Tessala*. Ed. Fouquet. Oran.
- **King A. et Young G., 1999**, Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals .*Journal of the American dietetic association*, 99:213-218 p.
- **Le houerou HN., Claudin J., Haywood M. et Donadieu J., 1995-** *Etude phytoécologique du Hodna*. Ed. AGS et FAO., Rome, 154 p.
- **Lewington A et Parker E., 1999**, Ancient trees. Trees that live for a thousand years.(Collins & Brown, London).
- **Lhuillier A., 2007**, Contribution a l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia* Hook.f ex Oliver, *Agauria polyphylla* Baker (*Ericaceae*), *Tambourissatrichophylla* Baker (*Monimiaceae*) et *Embelia concinna* Baker (*Myrsinaceae*). Thèse de doctorat. Toulouse.
- **Li K., Geng x., Simonsen J., Karchesy J., 2004**. Novel wood adhesives from condensed tannins and polyethylenimine. *Internationa Journal of Adhesion and Adhesives*, 24:327-333 p.
- **Loussert R, Brousse G., 1978**, L'olivier. Systématique et classification botanique. G.P. Maisonneuve et La rose, Paris.
- **Maisuthisakul P., Suttajit M. and Pongsawatmmit R., 2007**. Assessment of phenolic content and free radicalscavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry*, 100: 1409- 1418 p.

- **Mansouri A., Embarek G., Kokalou E., Kefalasn P., 2005**, phenolic Profile and Antioxidant Activity of the Algerian Ripe Date Palm Fruit(*Phoenix dactylifera*), *Food Chemistry*, 89: 411-420 p.
- **Marfak A., 2003**. Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de Leur réactivité avec les radicaux issus des Alcools: formation de depsides. Thèse de doctorat. Université de Limoge, 24-42 p.
- **Marston A. L. M. and Hosttemann K., 2003**, Triterpenoid saponins from the roots of *Silene cucubalus*. *Fitoterapia*74: 237 -241 p.
- **Martin S., Andriantsitohaina R., 2002**, Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. 51: 304-315 p.
- **Martínez-Cayuela, M., 1995**, Oxygen free radicals and human disease. *Biochimie*. 77: 147-161 p.
- **Milane H., 2004**, La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg, 268 p.
- **Mohammedi Z., 2005**, Etude du pouvoir antimicrobien et antioxidant des huiles essentielles et flavonoides de quelques plantes de la region du tlemcen. Mémoire de magistère: Biologie Tlemcen: Université-Abou Bakr Belkaid, 105 p.
- **Newman, D. J., Cragg, G. M., & Snader, K. M. 2000**, The influence of natural products upon drug discovery. *Natural Product Report*, 17, 215 –234 p.
- **Novelli G.P., 1997**. Role of free radicals in septic shock, *Journal of Physiol Pharmacol*.48:517- 527 p.
- **Okamura H., Mimura A., Yakou Y., 1993**, Antioxydant activity of Tanins and flavonoid in *Eucalyptus rostarta*. *Phytochem*, 33:557-561 p.
- **Perez M.B., Calderon N.L. and Croci C.A., 2007**, Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Food Chem*, 104: 585-592 p.
- **Peronny S., 2005**, La perception gustative et la consommation des tanins chez le MAKI (Lemur Catta).Thèse de Doctorat du Muséum national d'histoire naturelle .Discipline Eco Ethologie, 151 p.

- **Pokorny J., Yanishlieva N. and Gordon M., 2001**, Antioxydants in food, Practical applications. Woolhead Publishing Limited. ISBN: 185573-463 p.
- **Reynaud J., Lussignol M., 2005**, The flavonoids of *Lotus Corniculatus*. *Lotus Newsletter*, 35:75- 82 p.
- **Ribereau G.P., 1968**, Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, Paris, 254 p.
- **Rubio de Casas R, Bernad G., Schenswetter P., Balguer L Vargas p., 2006**, Extensive gene flow blurs phylogeographic but not phylogenetic signal in *Olea europea* L Theoretical and Applied Genetcs 113 ;575-583 p.
- **Seltzer P., 1946**, *Le climat d'Algérie*. Univ Alger, 219 p.
- **Steward PH., 1975**, Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application pour le barrage vert. Bull. Soc. Hist. Nat. AFN. Fsc. 65, 1 et 2, Alger, 239-252 p.
- **Stöckigt J., Sheludko Y., Unger M., Gerasimenko I., Warzecha H., Stöckigt D., 2002**, High-performance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoretic-electrospray ionization mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups. *Journal of chromatography A* 967: 85-113 p.
- **Tapiero H., Tew K.D., Nguyen Ba.G., Mathé G., 2002**, Poly phenol: do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomed Pharmacother*, 56:200-207 p.
- **Tawaha K., Alali F.Q., Gharaibeh M., Mohammad M. and El-Elimat T., 2007**, Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chem.* (in press).
- **Torres de Pinedo A., Penalver P., Morales J.C., 2007**, Synthesis and evaluation of new phenolic-base antioxidants: structure-activity relationship. *Food Chem*, 103:55-61 p.
- **Turkmen N., Velioglu Y. S, Sari F. and Polat G., 2007**, Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules*, 12: 484-496 p.
- **Velazquez E., Tournier H.A., De Buschiazzo P.M., Saavedra G. and Schinella G.R., 2003**, Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. *Fitoterapia*, 74: 91 – 97 p.
- **Vitor R.F., Mota-Filipe H. et Teixeira G., 2004**, Flavonoids of an extract of *Pterospartum tridentatum* showing endothelial protection against oxidative injury. *Journal of Ethnopharmacology*, 93 (23): 363-70 p.
- **Wallander E et Albert VA., 2000**, Phylogeny and classification of Oleaceae based on RPS16 and TRNL-F sequence data. *Amer. J. Bot.* 87: 1827-1841 p. .

- **Biblio Net:**
- **Web Master 01:**
- <https://www.fellah-trade.com> (consulté le 26-05-2021) (15 :21).

LES ANNEXES

Annexe. 01 : préparation du matériel végétale



Annexe. 02 : Préparation de l'extrait brut



Annexe. 03 : Étude du pouvoir antioxydant.

