

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme en biologie

Spécialité : Biotechnologie végétale et valorisation des plantes

Thème

Contribution à l'étude phytochimique des racines d'oléastre (*olea europea sup sylvestris*) cas d'une population de Boukhalfa (Tizi ouzou)

Présenté par :

DJAFRI Sakina

Mémoire soutenu devant le jury composé de :

Président : LHADJ MOHAND G.

MAA

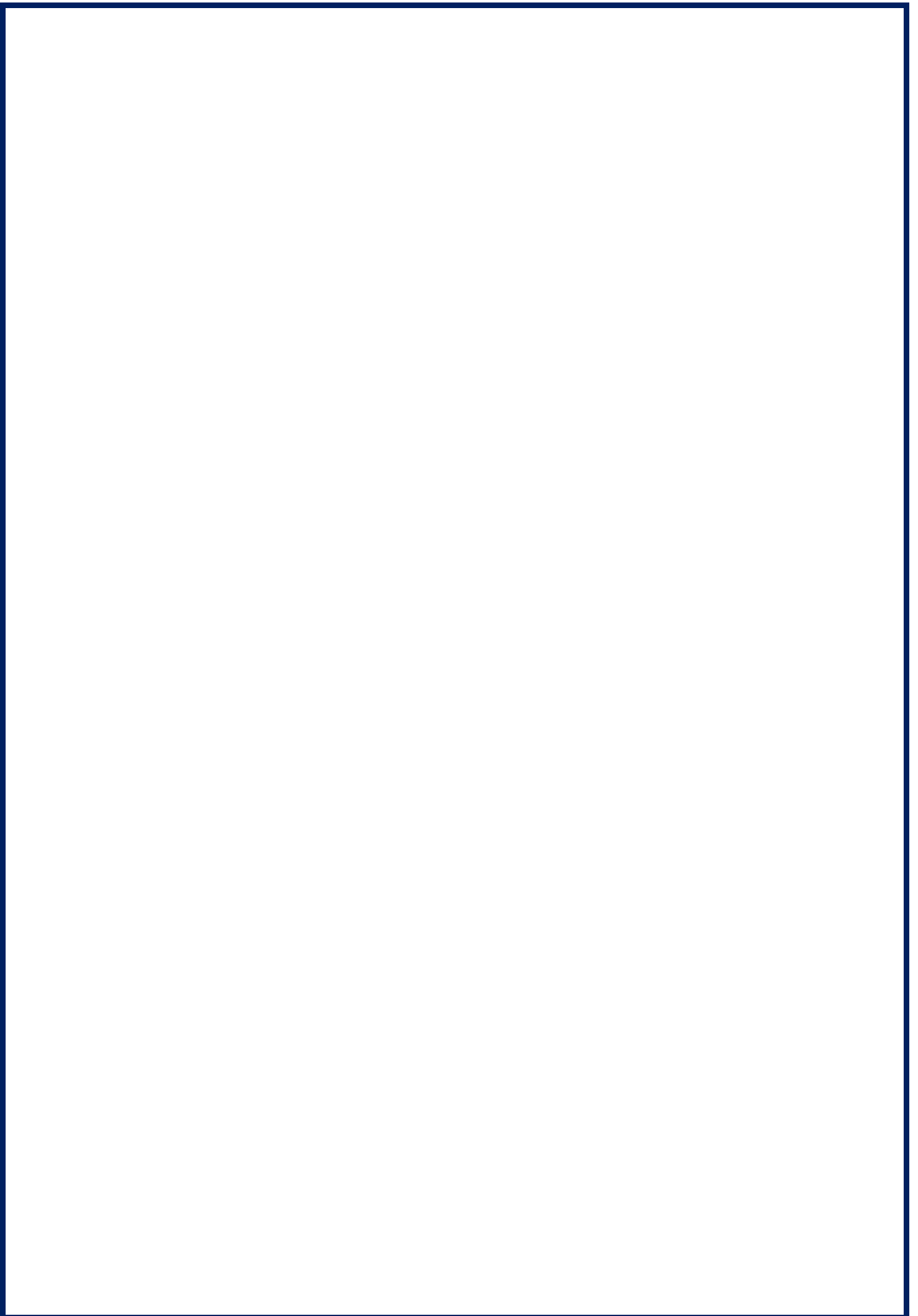
Promotrice : GUECHAOUI MESTAR N.

MCB

Examinatrice : ZAREB A.

MCA

PROMOTION 2020/2021



Remerciement

Je remercie tout d'abord Dieu, le tout puissant de m'avoir accordé santé, courage et foi d'accomplir ce travail.

Ces pages sont l'occasion pour moi de remercier chaleureusement toutes personnes qui nous ont aidées et encourager pour le bon déroulement de notre mémoire.

Je remercie en premier lieu, ma promotrice Mme MESTAR GUECHAOUIN. Qui a suivi mon travail, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect, sa grande sympathie, son soutien et ses idées Cela a été un plaisir aussi bien qu'un enrichissement intellectuel et de travailler avec elle.

Je remercie profondément ma co-promotrice professeur Mme NAIT KACI M.rebiyarhemha pour son aide et son soutien et de nous avoir partagé son savoir et nous faire découvrir le monde de la pédologie.

Je vous envoie tout mon amour et ma sympathie durant ces moments douloureux. Mes chaleureuses pensées vous accompagnent Je tiens à vous présenter mes plus sincères condoléances. Les mots ne peuvent exprimer à quel point je suis attristé par cette perte.

Je remercie Mme IRATENI GH. d'avoir accepté de présider le jury.

Je remercie également Mr LHADJ MOHEND GH. De m'avoir fait l'honneur d'examiner notre travail.

Je remercie profondément professeur SMAIL N. pour sa gentillesse et son accueil dans son laboratoire de recherche pour accomplir notre pratique.

A la fin notre gratitude à l'ensemble de nos enseignants qui, durant ces cinq Années ont tout fait pour nous assurer une formation complète et enrichissante.

Je remercie enfin tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin pour la réalisation de ce travail.

LISTE DES ABREVIATIONS

EAG : Equivalent d'Acide Gallique.

ERO : espèces réactives de l'oxygène.

EQ : Equivalent de Quercitine.

FT : Flavonoïdes Totaux.

H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène.

H : horizon.

MS : Matière sèche.

mg : milligramme.

µm : microgramme.

Na₂CO₃ : carbonate de sodium.

NO*: monoxyde d'azote.

O : *olea*.

ONOO- : peroxydinitrite .

O₂*- : superoxyde

***OH** : l'hydroxyle.

O^{•2} : anions superoxyde.

¹O₂: l'oxygène singulet

PV : Poudre verte RS.

PPT : Polyphénols Totaux.

RS : Résidu sec.

SOD: superoxyde dismutase.

UV : Ultraviolet.

% : pourcentage.

Liste des figures

Figure 1. Arbre d'oléastre (Djafri, 2021)	1
Figure 2. Feuilles d'olivier sauvage (Djafri, 2012)	6
Figure 3. Fleurs de l'olivier sauvage (Djafri, 2021)	6
Figure 4. Fruit d'oléastre (Djafri, 2021)	7
Figure 5. Parties anatomiques du fruit d'oléastre	7
Figure 6. Aire de répartition de l'olivier sauvage et cultivée dans le bassin Méditerranéen (Carriónal, 2010)	9
Figure 7. Modèle d'équilibre entre les pro-oxydants et les antioxydants (Bayala, 2014) ..	12
Figure 8. Le stress biotique et / ou abiotique (Borges et <i>al.</i> , 2017, modifié)	13
Figure 9. Interférences de divers paramètres sur l'expression des effets des polluants atmosphériques chez les plantes (Calatayud et <i>al.</i> , 2013)	14
Figure 10. Production des ROS chez le végétal sous l'effet d'un stress hydrique (Cruz de Carvalho, 2008)	15
Figure 11. Interaction plante environnement métabolites (Macheix et <i>al.</i> , 2005)	17
Figure 12. Structure de base des polyphénols (Manallah, 2012)	18
Figure 13. Schéma des différents rôles connus des composés phénoliques chez les végétaux (Dixon & Paivai 1995)	20
Figure 14. Structure de base du noyau des flavonoïdes (Heim et <i>al.</i> , 2002)	21
Figure 15. Situation géographique du site de Boukhalfa (Google earth, 2019	24
Figure 16. Structure du peuplement du site de Boukhalfa (Mestar-Guechaoui, 2019)	24
Figure 17. Flore indicatrice d'une station anthropisée et dégradée. A : <i>Drimia numidica</i> ; B et C : strate arbustive dominée par <i>Calycotome spinosa</i> ; D : <i>Scolymus hispanicus</i> très dense en strate herbacée (Mestar-Guechaoui, 2019)	25
Figure 18. Echantillonnage des racines (Djafri, 2021)	26
Figure 19. Broyage des racines (Djafri, 2021)	27

Figure 20. Extraction éthanolique (Djafri, 2021)	28
Figure 21. Dosage des flavonoïdes.....	29
Figure 22. Dosage des polyphénols totaux.....	30
Figure23. Distribution des teneurs en (PPT) et (FT) des extraits d' <i>O. europaea</i> subsp <i>sylvestris</i>	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Différentes classes de composés phénoliques (D'après Macheix et al., 2005)	19
Tableau II: rendement en PPT et FT des extraits éthanolique de Bouldialfa	31
Tableau III : comparaison des teneurs en PPT et en flavonoides des organes végétaux d' <i>O.europaea</i> subsp <i>sylvestris</i>	33
Tableau IV: Teneurs en polyphénols totaux réalisés par d'autres auteurs	35

Sommaire

Liste des figures et tableaux

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

CHAPITRE I: synthèse bibliographique sur l'oléastre

1- Généralité sur l'oléastre	2
1-1- Historique	3
1-2- Présentation de l'espèce	3
1-3- Aspect botanique	4
1-3-1 Classification et nomenclature de l'oléastre	4
1-3-1-1 Classification	4
1-3-1-2 Nomenclature.....	4
1-4- Description botanique	5
1-4-1 Feuilles	5
1-4-2 Fleurs.....	6
1-4-3 Fruit	7
1-4-4 Racines	8
1-5- Répartition géographique de l'oléastre	8
1-5-1 En méditerranée	8
1-5-2 En Algérie	9
1-6 facteurs influençant la répartition de l'oléastre	9
1-6-1 influence du climat.....	10
1-6-2 influence du sol	10
2- Vertus thérapeutique de <i>Olea europaea</i> var. <i>syvestris</i>	10

Chapitre II: synthèse bibliographique sur les métabolites secondaires

1- Notion de stress	12
2- Facteurs responsables du stress chez les végétaux	12
2-1 Facteurs abiotiques	13
2-1-1 Pollution.....	13
2-1-2 Climat	14

2-2 Facteurs biotique	15
3- Interaction plante-environnement	16
4- Métabolites secondaires	17
5- Présentation des polyphénols	18
5-1 Biosynthèse des composés phénoliques	19
5-2 Rôles des polyphénols	19
5 présentations des flavonoïdes	21
6-1 Structure des flavonoïdes	21
6-2 Rôles des flavonoïdes	22

Chapitre III : Matériels et méthodes

1- Présentation de la zone d'étude	24
2- Échantillonnages des racines.....	25
3- Préparation des extraits	27
4-Dosages des flavonoïdes	29
5- Dosage des polyphénols totaux (PPT)	29

Chapitre IV: Résultats et discussions

1- Détermination des teneurs en flavonoïdes et en polyphénols totaux

Conclusion générale et perspectives..... 37

Références bibliographiques

Résumé

Introduction

Grâce à sa situation géographique particulière et son climat varié caractérisé par une saison estivale sèche et une saison pluvieuse hivernale, l'Algérie bénéficie d'une gamme d'espèces végétales diversifiée dans les régions côtières, le massif montagneux, les hauts plateaux, la steppe et les oasis sahariennes. Par ailleurs, le pays subit une influence climatique ce qui le divise en plusieurs étages bioclimatiques (Loussert et *al.*, 1978). Cependant, près de 80% de la population a recours aux plantes médicinales par manque d'accès aux médicaments prescrits, mais aussi parce que les plantes ont pu démontrer une réelle efficacité dans différents domaines (Srivastava et *al.* 2000, Kenny et *al.*, 2007).

Les contraintes environnementales sont les facteurs majeurs limitant la productivité des plantes (Borges et *al.*, 2007 ; Al Naser, 2018). En plus des stress biotiques, il existe une variété de stress abiotiques dont le stress oxydatif qui exerce une forte influence sur le comportement du végétal. Ce stress pourrait inclure l'oxydation et les dommages de l'ADN, de l'ARN, l'altération des protéines (Mittler, 2017) et cause l'augmentation excessive d'espèces réactives de l'oxygène (ERO). Par ailleurs, les plantes doivent constamment faire face à ces contraintes imposées par l'environnement dans lequel elles se développent.

On conçoit que ces dernières puissent stimuler un métabolisme particulier leurs permettant de synthétiser une grande quantité de composés qualifiés de « secondaires » qui sont fondamentaux pour leur adaptation aux multiples agressions: prédateurs, microorganismes pathogènes (Kansole, 2009). Parmi ces molécules secondaires, les flavonoïdes qui sont connus pour leurs nombreuses activités biologiques telle que : l'activité anti-oxydante et les polyphénols qui sont largement distribués dans le règne végétal et considérés comme les métabolites les plus abondants dans les plantes (Nawaz et *al.*, 2006).

Au sein des écosystèmes, *Olea europaea* L. appartenant à la famille des oléacées est l'un des plus vieux arbres cultivés au monde et une culture typique de la région méditerranéenne (Scognamiglio et *al.*, 2012). Sa culture constitue une essence fruitière principale à travers le monde (Gomes et *al.*, 2012). Cette plante adaptogène qualifiée « d'alicament » a fait l'objet de plusieurs recherches (Loussert et *al.*, 1978), qui ont révélé sa richesse diversifiée en plusieurs composés secondaires qui lui procurent des propriétés biologiques : antioxydante, antimicrobienne, anti-inflammatoire et bien d'autres. L'oléastre (*Olea europaea* L. *sylvestris*) est la sous espèce de l'olivier cultivé qui permet le maintien de la biodiversité. Il est considéré comme un moyen de lutte contre l'érosion et les incendies

grâce à son système racinaire. Cette particularité fait de l'oléastre un bon porte-greffe pour l'olivier cultivé.

Les populations d'oliviers sauvages sont distribuées dans différents environnements avec des altitudes différentes et des sols divers qui peuvent être une source très importante de sa résistance aux stress abiotiques tels que la sécheresse, le sel, la baisse de température... (Aranda et *al.*, 2011).

Notre mémoire est un travail original et la suite de certains travaux qui sont déjà réalisés. Il consiste à évaluer les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux d'une solution racinaire de l'espèce *Olea europaea* L. sylvestris dans la région de TiziOuzou réalisé au laboratoire de biotechnologie et valorisation des plantes au niveau de l'université de mouloud Mammeri.

Le travail que nous présentons dans ce manuscrit comporte deux parties :

Une synthèse bibliographique composée de deux chapitres. Dans un premier chapitre la présentation de l'espèce étudiée et le deuxième chapitre a été élaboré afin d'élucider les métabolites secondaires et aux stress biotiques et abiotiques.

Une partie expérimentale qui comprend la partie méthodologique décrivant toute les techniques utilisées pour l'évaluation des teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux des extraits d'oléastre et se termine par la présentation et la discussion de l'ensemble des résultats obtenues. Enfin notre travail se finalise par une conclusion générale et différentes perspectives.

CHAPITRE I:
Synthèse bibliographique
sur l'oléastre

1- Généralité sur l'oléastre

1-1 Historique

L'olivier sauvage a une origine très ancienne (Besnard et *al.*, 2005), son apparition et sa culture remonterait à la préhistoire. L'olivier précède l'apparition de l'homme sur terre, en effet, des fossiles des feuilles et des noyaux d'âge de bronze d'olivier ont été trouvés en Italie et en Espagne (Blazquez, 1997 ; Siguerdjidjene, 2010).

Selon Leveau, (1998) et Boudribila, (2004), c'est en Grèce à travers l'Anatolie que l'olivier s'est surtout développé avant de s'étendre vers la Crète et l'Égypte, puis vers l'ensemble du bassin méditerranéen. C'est ainsi que de nouvelles variétés provenant de nombreuses contrées de la méditerranée se sont installées suite aux mélanges des techniques et des savoir-faire. L'olivier est connu chez les Phéniciens depuis la Haute Antiquité, l'influence phénicienne a enseigné la greffe et la culture aux berbères sédentaires. L'olivier est désigné par le mot zeitoun et l'huile tirée de ce fruit par zit. Ces deux mots sont couramment employés dans le vocabulaire Amazigh.

Les romains ont permis l'extension de la culture d'olivier suite à la présence de presses à l'huile en Tunisie dans les secteurs où en 1940 il n'y avait plus que la steppe et de l'alpha. La colonisation française a étendu l'oléiculture en Afrique du nord, telles que l'oliveraie de Sfax en Tunisie et de Sig en Algérie (Mendil et Sbari, 2006). Après l'indépendance, l'oléiculture a vu un essor rapide en s'implantant dans des régions éloignées comme l'Afrique de Sud, l'Australie (Loussert et Brousse, 1978). L'oléiculture s'est développée alors à l'époque moderne (Durbiano et *al.*, 2000).

1-2 Présentation de l'espèce

Pour un agriculteur, l'oléastre représente tout olivier possédant une apparence différente de celle des variétés d'olivier connues. De même, l'oléastre signifie pour un biologiste un arbre appartenant à une population sauvage vraie, c'est-à-dire une lignée *Olea europaea* où l'être humain n'a pas intervenu pour son emplacement ni sa prolifération (Breton et Bervillé, 2012).

L'Oléastre produit une huile fameuse qui présente des vertus thérapeutiques diverses (Beddiar et *al.*, 2007 ; Sidi Mammar, 2011). L'oléastre existe sous deux formes non distinguables sur le plan morphologique, indigène et férale qui se trouvent essentiellement dans les maquis des régions méditerranéennes (Chevalier, 1948 ; Besnard et Bervillé, 2000).

Selon Aranda et *al.* (2011), l'oléastre est une espèce bien adaptée aux conditions de stress abiotique tel que la sécheresse. Il semble que le génome de cet arbre est si complexe qu'il est nécessaire de procéder à des greffes (porte greffe de nombreux cultivars d'oliviers cultivés). L'oléastre est donc une ressource génétique précieuse utilisée dans le reboisement des zones arides (Breton et Bervillé, 2012).

1-3 Aspect botanique

1-3-1 Classification et nomenclature de l'oléastre

1-3-1-1 Classification

L'olivier appartient à la famille des Oléacées. Le genre est appelé « *Olea* » et comporte 30 espèces différentes réparties sur la surface du globe. L'espèce cultivée en méditerranée est *Olea europaea*, dans laquelle on trouve l'oléastre ou olivier sauvage, et l'olivier cultivé (Ghedira., 2008).

Selon Cronquist (1981), cette espèce est classée comme suit :

Embranchement : Magnoliophyta.

Sous embranchement : Magnoliophytina. Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Asteridae. Ordre :Scrophulariales. Famille :Oleaceae.

Genre : *Olea* L.

Espèces : *Olea europaea*L.

Sous-espèces : *Olea europaea* L. ssp. *Sativa* Hoffm. Et Link (= *O. europaea* L. ssp. *sylvestris* Miller)

1-3-1-2 Nomenclature de l'oléastre

La nomenclature de l'oléastre est donnée comme suit :

- Berbère : Azebboudj, désigné sous cette appellation en kabyle et dans le haut Atlas au Maroc (Boudribila A, 2004), ahechad (Ait Youssef, 2006).
- Arabe : berri(Maroc), zebboudj (Algérie) (Ait Youssef, 2006).
- Français : oléastre, olivier sauvage.
- Anglais : wild olive, oleaster.

1-4 Description botanique

L'oléastre est un arbuste de 4 à 6 m d hauteur (Edward et *al.*, 1993). Il se présente sous forme spontanée (sauvage) comme un buisson épineux, à fruits ordinairement petits et

nombreux donnant une huile fine d'un gout amer (Fig 1). Selon Loussert et Brousse (1978) il commence à fleurir et à produire le fruit à l'âge de 8 ans. La période de floraison se situe en Mai-Juin (Boucher et *al.*, 1996). Les feuilles coriaces d'oléastre présentent des dispositifs de lutte contre la transpiration excessive de l'été (Maillard, 1975).

Les oliviers sauvages se multiplient par voie sexuée, ils sont pollinisés par le vent et les oiseaux (Alcantara et Rey, 2003). La pluie de septembre est importante pour la maturation du fruit (Pansoit et Rebour, 1961). En revanche, l'olivier cultivé est essentiellement multiplié par voie végétative (bouturage ou greffage).



Figure. 1 Arbre d'oléastre (Djafri, 2021)

1-4-1 Racines

L'olivier sauvage présente un système racinaire essentiellement peu profond à développement latéral. Le développement des racines est étroitement lié aux caractéristiques physico-chimiques du sol, au climat et au mode de conduite de l'arbre. Il est pivotant en sol sableux, fasciculé en sol argileux. Ce système racinaire peut être issu d'un greffage ou d'une bouture. L'oléastre présente deux à trois racines pivotantes qui s'enfoncent profondément, de celles-ci part un réseau de racines secondaires plus

moins dense et très fourni en chevelu à tendance traçante sur 20 à 40 cm de profondeur (Argenson et *al.*, 1999).

1-4-2 Feuilles

Les feuilles de l'oléastre ressemblent aux feuilles de l'olivier cultivé (Fig2) mais elles sont plus petites. Elles sont simples, ovales, persistante, elles ont une durée de vie de 3 ans ; elles sont disposées de façon opposée sur le rameau. Leur face supérieure est d'un vert grisâtre, la face inférieure présente un aspect argent (Bezanger-beauquesne et *al.*, 1980).



Figure.2 Feuilles d'oléastre (djafri, 2021)

1-4-3 Fleurs

Fleurs petites et blanches à quatre pétales (Fig3), elles sont réunies en grappes dressées : elles sont hermaphrodites (Ghedira, 2008). Chaque fleur comporte un calice segmenté en quatre, une corolle tubulaire avec quatre lobes, deux étamines et un ovaire avec deux carpelles et style court (Besnard et *al.*, 2000).



Figure 3. Fleurs d'oléastre (djafri, 2021)

1-4-4 Fruit ou drupe

Le fruit de l'oléastre est une drupe (Fig4) d'une taille 0,5-1,3cm de taille et avec un poids de 1.8- 2.3g (Aparicio et Luna, 2002). Il est composé de trois parties anatomiques distinctes :



Fruit
d'oléastre à
maturité

Figure. 4 Fruit d'oléastre (Djafri, 2021)

- **L'épicarpe** : C'est la peau de l'olive (un tissu protecteur couvert par une couche de cire), la cuticule est imperméable à l'eau. A maturation l'épicarpe passe de la couleur vert tendre à la couleur violette ou rouge puis à la coloration noirâtre.
- **Le mésocarpe** : c'est la pulpe du fruit, elle est constituée de cellules qui stockent les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive.
- **L'endocarpe** : est constitué par un noyau très dur, il contient deux ovaires dont l'un stérile et le second produit un embryon (Loussert et Brousse, 1978).

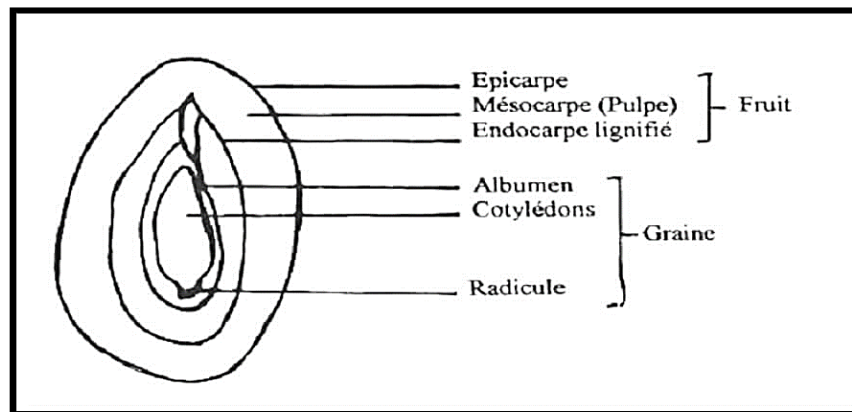


Figure. 5 Parties anatomiques du fruit d'oléastre (Rossini, 1999)

1-5 Répartition géographique de l'oléastre

1-5-1 En méditerranée

L'olivier est l'une des plus anciennes cultures d'arbres agricoles, ce qui confirme la présence de plusieurs centaines de divers cultivars d'oliviers dans le bassin méditerranéen qui se distinguent par la morphologie et de phénologie (adaptation avec les climats) (Breton et *al.*, 2008).

Les différents usages qui ont pu être faits de l'olivier par les sociétés préhistoriques ont bien sûr été directement conditionnés par la répartition passée de l'oléastre, notamment au cours de la dernière glaciation puis au cours du réchauffement postglaciaire qui a favorisé sa propagation (Carrión et *al.*, 2010).

L'olivier sauvage, ou oléastre est un élément caractéristique de la végétation méditerranéenne, en particulier de l'étage thermo-méditerranéen dont il est un des principaux

indicateurs. On le rencontre, souvent en mélange avec de nombreux individus féraux, dans les matorrals et boisements des zones méditerranéennes xérophiles (Aranda et *al.*, 2011)

L'oléastre pousse abondamment dans une forêt dense, et on croit qu'il est indigène au bassin méditerranéen (Fig 6) (Green, 2002), Son extension géographique est donc plus réduite que celle de l'olivier cultivé. Il est actuellement présent dans le Maghreb, le sud de la péninsule ibérique, les îles de la méditerranée, le sud de l'Italie, le Péloponnèse, les côtes de

Grèce, de Turquie, du levant et du nord de la Lybie, beaucoup plus sporadiquement sur le littoral nord méditerranéen (Zohary et *al.*, 2012).

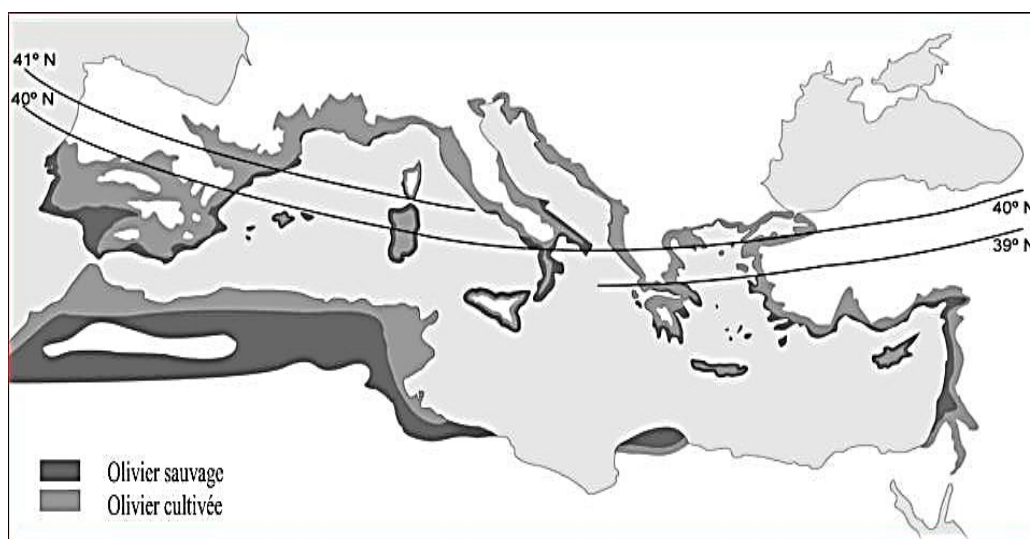


Figure. 6 Aire de répartition de l'olivier sauvage et cultivée dans le bassin Méditerranéen (Carriónal ,2010)

1-5-2 En Algérie

L'oléastre aurait existé en Algérie depuis le 12ème Millénaire avant notre ère. A l'heure actuelle personne ne peut affirmer si cette espèce appartient aux populations férale, c'est-à-dire, des oléastres issus d'oliviers ayant été cultivés ou aux vraies populations sauvages. L'oléastre se retrouve dans différents environnements, à différentes des altitudes. *O. sylvestris* est une variété spontanée très répandue au nord de l'Algérie principalement au centre du pays. La plupart des vergers représentant 80% se localisent dans des zones montagneuses (Faostat., 2013), notamment la région de Kabylie qui est le siège de la production oléicole (Battandier et Trabut 1888 ; Chevalier 1948).

1-6 Facteurs influençant la répartition de l'oléastre

Tout autour de la méditerranée, la répartition de l'oléastre est liée à l'altitude, aux sols et aux caractères climatiques qui peuvent être une source très importante de sa résistance aux stress abiotique tels que la sécheresse, le sel et la baisse de température.

1-6-1 Climat

La répartition d'oléastre dépend du climat ; il évite les territoires froids et s'éloigne des climats secs, cependant, il tolère bien de grands écarts de températures (Bottani, 1994). Il peut supporter des chutes de températures (-10°) à condition que celles-ci ne soient pas brutales, ni tardives. Il peut également résister à la sécheresse grâce à ses feuilles qui présentent des stomates uniquement sur leurs surfaces inférieures qui sont mieux adaptées aux excès de température (Connor, 2005).

1-6-2 Sol

Pour Loussert et Brousse (1978), un déséquilibre en éléments majeurs du sol, peut causer des troubles physiologiques au sein du végétal.

La carence en phosphore, azote et potassium provoque une diminution du rendement. Boudiaf Nait Kaci (2014), a montré que c'est un fait observé dans la majeure partie des oliveraies du nord de l'Algérie.

L'oléastre est l'une des rares espèces pouvant croître sur des sols argileux et très pauvres. Il pousse tout autant sur des sols siliceux que calcaires. Le sol aéré lui permet un excellent apport en oxygène aux racines. Il nécessite des sols à pH neutre. de plus, un sol riche en cuivre n'altère pas sa croissance (Chatzissavidis, 2002). Il pousse à n'importe quel pic élevé, choisissant une crevasse pour enfoncer ses racines pivotantes (Pansoit et Rebour, 1961).

2- Vertus thérapeutiques d'*Olea europaeavar. sylvestris*

L'oléastre est très intéressant dans le domaine sanitaire. Ses feuilles ont été largement utilisées dans les remèdes traditionnels dans les pays européens et méditerranéens comme des extraits, des tisanes, et des poudres. Elles contiennent plusieurs composés potentiellement bioactifs (Wainstein et al., 2012). Les feuilles fraîches, aussi bien les jeunes que les plus âgées sont mâchées pour deux choses : pour désinfecter et

aider à cicatriser les lèvres et les gencives, ainsi que pour rafraichir l'haleine puisque leur emploi élimine la mauvaise odeur, elles sont donc aussi utilisées pour l'hygiène buccale. Elles sont efficaces sur les stomatites, qui sont des inflammations de la muqueuse buccale. Ses feuilles sont utilisées contre l'hypotension chez les personnes souffrant de l'hypertension artérielle (AIT youssef, 2006). Elles sont également utilisées contre les diarrhées (Tahraoui et *al.*, 2007). L'olivier sauvage a des feuilles d'une nature astringente qui sont capables de limiter l'érysipèle (Infections cutanées streptococciques), l'Herpès, escarboucles (tumeurs malignes), ulcération gangreneuse. L'humidité qui sort du bois brûlé vert de l'olivier, guérit les pellicules, les maladies parasitaires de la peau et les lichens (maladie papuleuse de la peau) (Goodyer, 1959). Au cinquième siècle on l'utilisait comme remède, Hippocrate la conseillait contre les courbatures. Au moyen âge les écoles de médecines en Italie utilisaient l'huile comme solvant médicamenteux (assouplie et réchauffe les blessures), les romains l'utilisaient en particulier pour la lutte et la course (échauffement, protection contre le froid ou le soleil). L'huile d'oléastre comme l'huile d'olive possède les mêmes usages thérapeutiques (Boukef, 1986). En effet sa consommation est associée à une incidence limitée des maladies cardiovasculaires, des désordres neurologiques, cancers du sein et du colon, ainsi qu'aux propriétés antioxydantes (Gimeno et *al.*, 2002). Elle est commode pour les maux de tête et la chute des cheveux (alopécie). Elle est aussi utilisée pour la cicatrisation des blessures (AIT youssef, 2006). Ses racines sont utilisées pour traiter les maladies urinaires, coliques, ténias, rhumatisme et d'autres maladies (Tahraoui et *al.*, 2007).

Chapitre II:
Synthèse bibliographique
sur les métabolites
secondaires

1- Notion de stress

Le stress peut être défini comme étant la rupture d'équilibre dans la balance prooxydants/antioxydants (Fig7) déclenchant la production de radicaux libres (ROS) souvent toxique et aboutissent à l'apparition de dégâts irréversibles pour la cellule. Il existe essentiellement quatre formes de ROS cellulaires, l'oxygène singulet¹O₂, le radical superoxyde (O₂⁻) et le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et le radical hydroxyle (HO[·]). Pour Mittler, (2002), ces espèces peuvent oxyder de multiples composants cellulaires comme les protéines, les lipides, l'ADN et l'ARN et certaines enzymes.

Dans les circonstances quotidiennes normales la production de ces espèces chimiques radicalaires est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense lorsqu'elles sont produites en permanence et en faible quantité alors que l'exposition chronique au stress oxydant favorise l'apparition de diverses maladies (Favier, 2006 ; Nkhili, 2009). Les antioxydants jouent un rôle crucial dans la neutralisation de quelques dérivés toxiques de l'oxygène et sont impliqués dans les mécanismes de régulation de l'expression des gènes associés au stress oxydant (Gammoudia, A et *al.*, 2013).

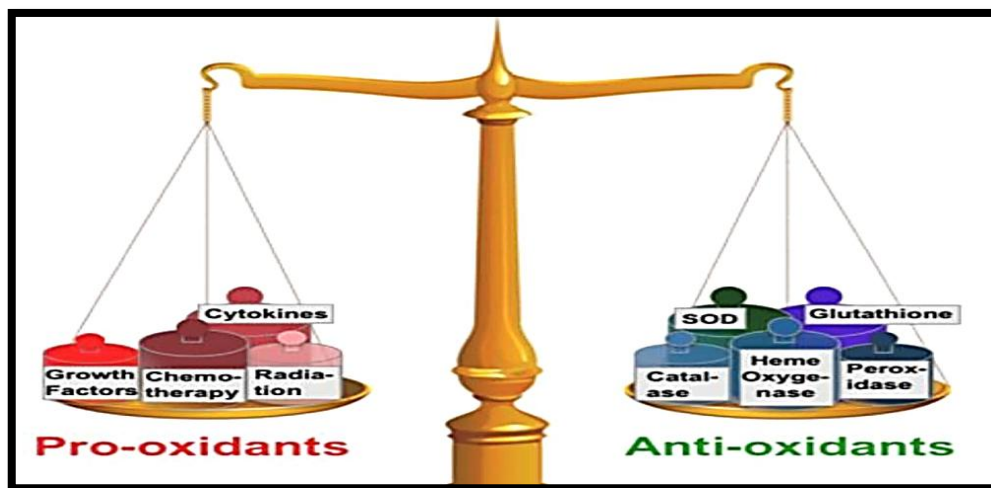


Figure 7. Modèle d'équilibre entre les pro-oxydants et les antioxydants (Bayala, 2014).

2- Facteurs responsables du stress chez les végétaux

Les plantes doivent affronter différents types d'agressions ou de stress abiotiques et biotiques (Fig8) et s'y adapter par la régulation du métabolisme secondaire : le manque ou l'excès d'eau, les fortes ou faibles luminosités, la pollution de l'air, la salinité des sols, les

températures extrêmes et le vent. Elles subissent également d'autres types d'agressions par des organismes vivants, on parle alors de stress biotique (Zhi-lin *et al.*, 2007).

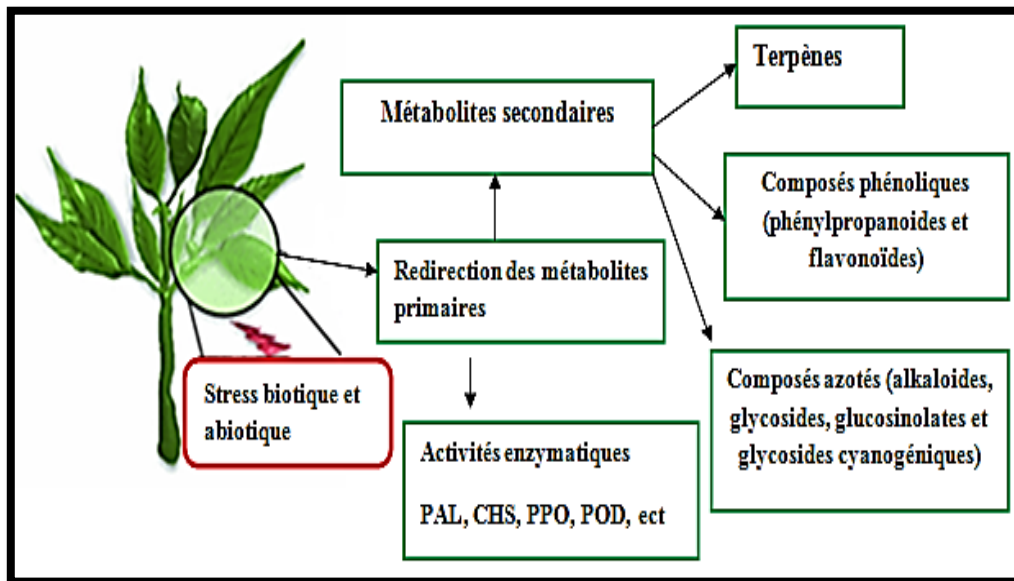


Figure 8. Le stress biotique et / ou abiotique (Borges *et al.*, 2017, modifié)

2-1 Facteurs abiotiques

Les facteurs environnementaux tels que le stress hydrique et la pollution exercent une forte influence sur le comportement du végétal.

2-1-1 Pollution

Selon Calatayud *et al.* (2013) il existe de nombreux polluants atmosphériques qui induisent un stress oxydatif avec pour chacun d'eux des réponses spécifiques des plantes (Fig9). Par leurs compositions chimiques propres, les polluants sont plus ou moins phytotoxiques, et à concentrations égales dans l'air on classe généralement les principaux polluants atmosphériques dans l'ordre suivant de phytotoxicité décroissante (Calatayud *et al.*, 2013)

Acide fluohydrique (HF) > ozone (O₃) > dioxyde de soufre (SO₂) > dioxyde d'azote (NO₂)

On parle de dégâts invisibles lors d'installation d'un faible stress pollution et les systèmes de défense de la plante peuvent limiter l'impact physiologique de ces polluants par des Diminutions de taille, des baisses de rendement...

Lorsque les systèmes de défense de la plante ne sont pas suffisants, les dégâts liés à la pollution atmosphérique (exposition intense à l’ozone) sont visibles comme : des morts cellulaires, des nécroses foliaires entre autres. La plante connaît alors une augmentation en substances secondaires (composés phénoliques) essentiellement les phénols et les tanins (Iriti et Faoro 2009 ; Calatayud et *al.*,2013).

Selon Nikolova et Ivancheva, (2005) les feuilles d’armoises ramassées à proximité des sites industriels présentent des teneurs élevées en flavonoïdes et ceci est dû à la pénétration des gaz toxique à l’intérieur des stomates provoquant l’augmentation de ces métabolites.

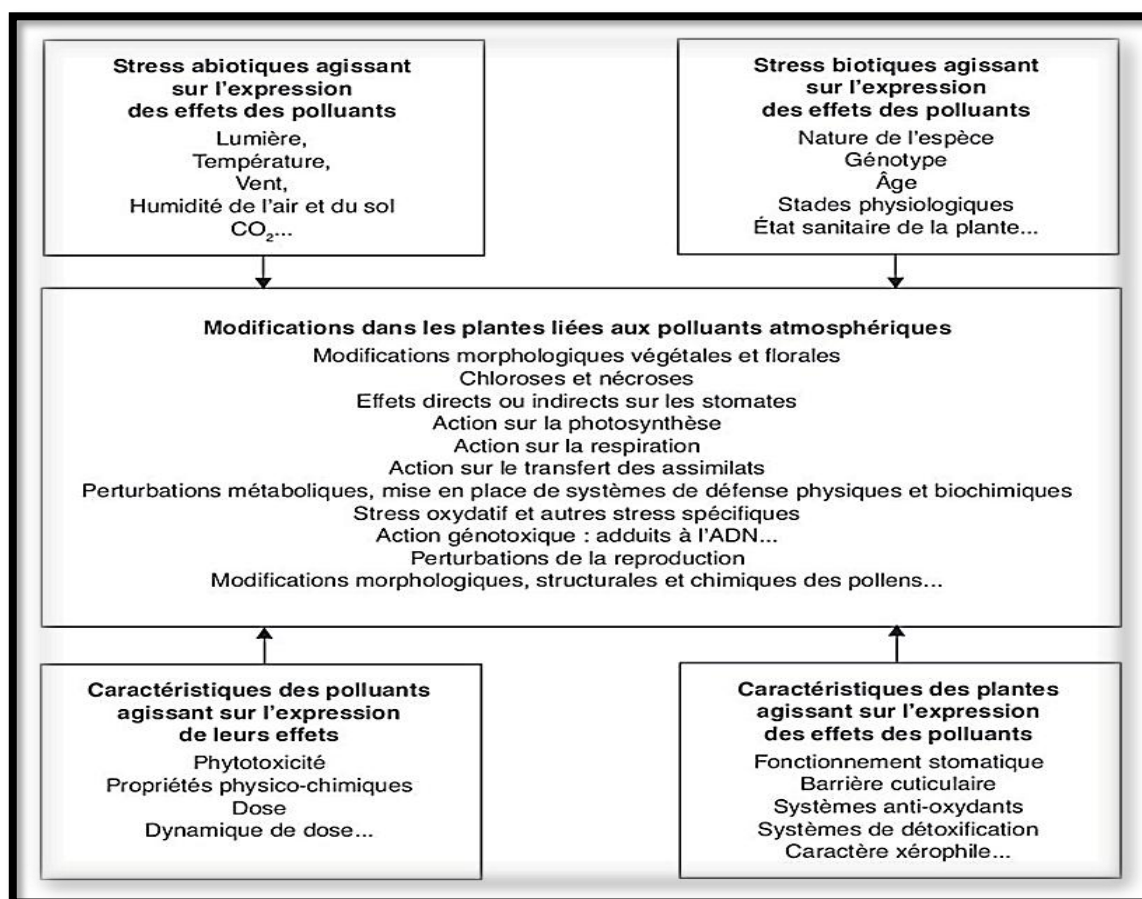


Figure 9. Interférences de divers paramètres sur l’expression des effets des polluants atmosphériques chez les plantes (Calatayud et *al.*, 2013).

2-1-2 Climat

L’espèce végétale est très sensible aux variations climatiques et s’adapte difficilement à ces dernières. La sécheresse ou stress hydrique est le premier défi auquel les végétaux se

retrouvent et provoque des changements biochimiques du contenu de cellule comme les acides aminés, les sucres, les sels minéraux...et altère fréquemment la balance hormonale de la plante et modifie l'activité de nombreuses enzymes, ainsi que l'expression du génome (Calatayud et *al.*, 1994 ; Lamaze et *al.*, 1995). Si la période de stress est prolongée, ceci induit la fermeture des stomates et l'inhibition de la photosynthèse par diminution de la fixation de CO₂ et entraîne la surproduction d'espèces réactives de l'oxygène (les ROS) qui mènent inévitablement à des dommages oxydatifs comme la mort de la cellule.

Les plantes en situation de déficit hydrique doivent développer des mécanismes qui leur permettent de s'adapter et de survivre par l'augmentation de la teneur en acides aminés et en substances secondaires. En période de contrainte hydrique ils ont remarqué que la teneur en flavan-3-ols dans des feuilles jaunissantes du hêtre a été plus élevée par rapport aux feuilles vertes (Feucht et *al.*, 1997).

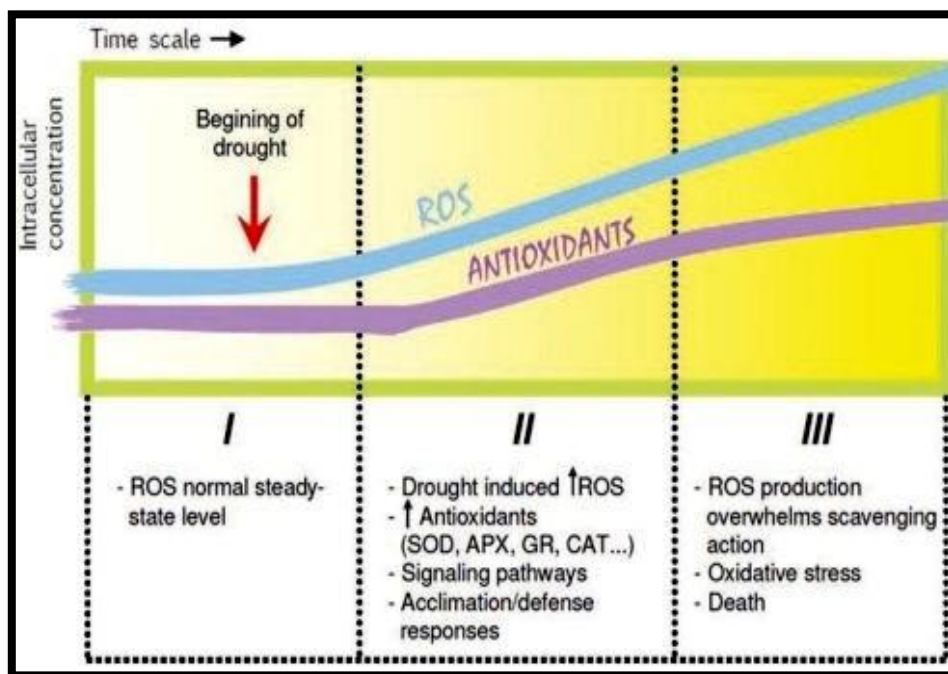


Figure 10. Production des ROS chez le végétal sous l'effet d'un stress hydrique (Cruz de Carvalho, 2008).

2-2 Facteurs biotiques

Les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques sont étroitement liés car une plante stressée est sensible, faible et plus attractive par les insectes (Dantec, 2014).

Selon Koricheva et *al.* (1998) les insectes foreurs et piqueurs-suceurs se développent mieux sur des plantes stressées. Les plantes en situation de déficit hydrique sont plus favorables à l'accroissement de certains insectes, car elles possèdent une teneur élevée en sucres et en acides aminés, sels minéraux qui sont une source d'évolution pour ces espèces.

Les agents pathogènes modifient alors la physiologie et la biochimie de végétal par accumulation des substances secondaires (Brunet, 2008).

3-Interaction plante-environnement

Contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne sont plus favorables, les plantes sont pour la plupart fixées. Elles ont de ce fait développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux changements environnementaux en modulant et en ajustant en permanence leurs systèmes d'adaptation en faisant appel à leur propre métabolisme. Une plante qui a réussi à se maintenir dans un environnement stressé s'explique par sa capacité à synthétiser les métabolites secondaires les plus adaptés (Simmonds, 2003 ; Hartmann, 2007) qui représentent le reflet de la vie d'un écosystème ainsi que la variation de ces derniers peut avoir un impact sur le fonctionnement environnemental (Fig11).

La production des composés phénoliques est souvent faible à l'état de croissance normal d'un végétal mais leur teneur augmente à des degrés variables après une contrainte environnementale ou après une attaque des pathogènes (Woodhead, 1981).

Le rôle des composés phénoliques au sein des écosystèmes peut aussi varier en fonction des facteurs écologiques (variations saisonnières et autres gradients écologiques), d'où la difficulté supplémentaire de mettre en évidence leur rôle dans les écosystèmes (Inderjit, 1996 ; Blanco, 2007). Différents facteurs environnementaux peuvent en effet agir dans l'espace et dans le temps sur la production de phénols rendant ainsi le métabolisme phénolique très sensible (Souto et *al.*, 2000, 2001 ; Chiapusio et *al.*, 2005) par conséquent un ensoleillement excessif et un sol peu fertile et pauvre favorise la synthèse des tannins (Frutos et *al.*, 2002). Les conditions de l'environnement jouent donc un rôle très important dans le fonctionnement physiologique de la plante en lui permettant d'élaborer des stratégies de défense envers les bioagresseurs et de résister à la plupart des agressions.

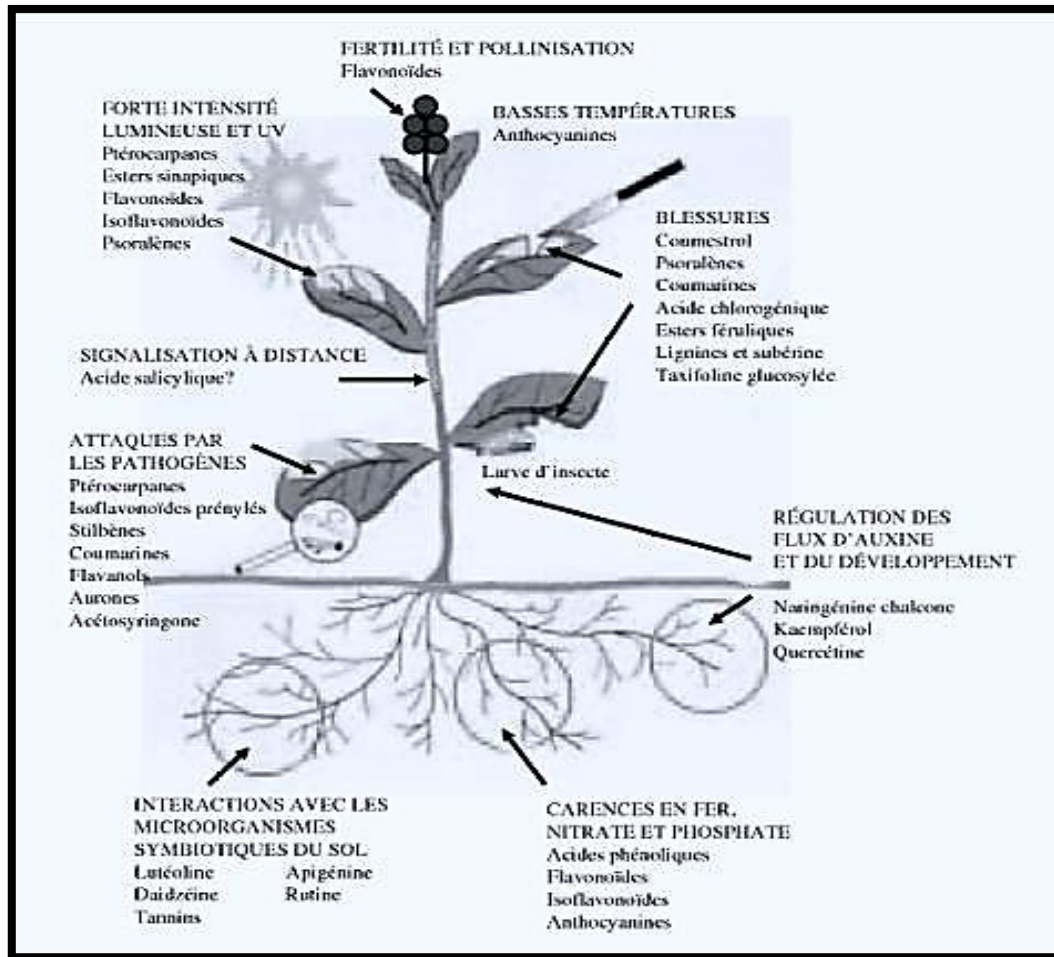


Figure 11. Interaction plante environnement métabolites (Macheix et al., 2005).

3- Notion de métabolites secondaires

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides et les lipides...

Les métabolites secondaires représentent des substances dérivées des métabolites primaires, Ils ne sont vétaux c'est-à-direqu'ils ne sont pas directement impliqués dans les processus de croissance des organismes vivants mais interviennent dans de nombreux processus physiologiques (Raven et al.,2000).

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes mais on les découvre chez les bactéries et champignons, également chez certains groupes d'animaux. (Gravot, 2009). Ils

sont divisés principalement en trois grandes familles : Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes (Bauer , 2002 ; Abderrazak et Joël , 2007).

Parmi les métabolites secondaires, Les composés phénoliques ou polyphénols qui sont présents chez tous les végétaux supérieurs, ils participent à la défense des plantes contre les agressions environnementales ou agressions vis-à-vis des organismes pathogènes (Douillard, 2008).

4-1 Présentation des polyphénols

Les composés phénoliques (ou polyphénols) sont des molécules qui appartiennent au métabolisme secondaire, d'un poids moléculaire élevé. Ils sont largement distribués dans le règne végétal (Haslam, 1993) mais qui ne sont pas synthétisés par l'organisme humain (Dwyer et Peterson, 2002). Dans la cellule, les composés phénoliques sont essentiellement localisés sous forme soluble dans les vacuoles ce qui permet de limiter leur toxicité pour la cellule. Ils peuvent également s'accumuler dans les parois végétales essentiellement les flavonoïdes et la lignine liés à des structures pariétales (Robards et *al.*, 1999; Macheix et *al.*, 2003).

La structure de base qui les caractérise est la présence d'un ou plusieurs noyaux aromatiques auquel sont directement liés un ou plusieurs groupements hydroxyle libres ou engagés dans une autre fonction (éther, ester) (Harborne, 1994 ; Guignard, 2004 ; Bruneton, 2009). On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits ils constituent une importante famille d'antioxydants dans le végétal (Lhuillier, 2007).

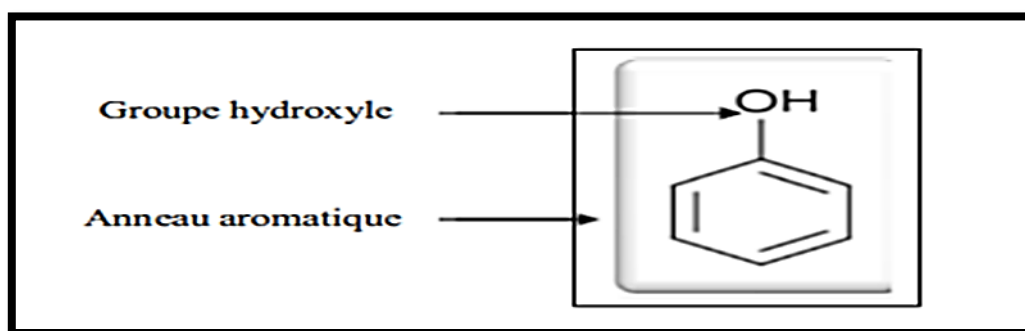


Figure 12. Structure de base des polyphénols (Manallah, 2012)

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux (Tab I). On peut

Chapitre II : métabolites secondaires

distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes, comme les tannins. Les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins constituent les classes majeures des polyphénols (représentent plus de la moitié des polyphénols) (Clifford et *al.*, 1999).

Tableau I: Différentes classes de composés phénoliques (D'après Macheix et *al.*, 2005)

Squelette carboné	Classes
C6	Phénols simples
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques,
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques
	Coumarines
C6-C4	Naphtoquinones
C6-C2-C6	Stilbènes
C6-C3-C6	Flavonoïdes
(C6-C3)n	Lignines
(C15)n	Tannins

4-2 Biosynthèse des composés phénoliques

Les polyphénols sont synthétisés par deux voies biosynthétiques :

- **Voie de shikimat** : Cette voie conduit à la synthèse des acides aminés aromatiques puis par désamination donnent des acides cinnamiques et leurs dérivés tels que les acides benzoïques ou les phénols simples (knaggs, 2003 ; Lugasi et *al.*, 2003)
- **Voie d'acétate** : Cette voie conduit à des polyacétates de longueurs variables obtenue par condensation répétée d'unités « Acétate » menant par cyclisation à des composés phénoliques. Parmi ces composés polycyclique : les naphtoquinones (bruneton, 1999; shahidi, 2004).

Ces deux voies aboutissent à la diversité structurale des composés phénolique et participent dans l'élaboration des composés d'origine mixte comme les flavonoïdes.

4-3 Rôles des polyphénols

Les polyphénols sont des métabolites secondaires, ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal mais ils sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques tels que la croissance cellulaire, la rhizogenèse et la maturation des fruits (Boizot et Charpentier, 2006). Ces substances jouent un rôle majeur dans les interactions plante-environnement (Brathen et al ; Ibanez et al., 2010) contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème ; ils interviennent dans la fertilité des plantes et la germination du pollen (Ribereau, 1968) ; ils jouent le rôle de phytoalexine permettant de lutter contre les infections causées par les champignons, ou par les bactéries chez les plantes (Sarini-Manchado ; Chenyner, 2006). Les polyphénols inhibent les enzymes génératrices d'ROS et induisent la biosynthèse d'enzymes antioxydantes (Halliwell B, 1994). Les composés phénoliques interviennent dans la régulation du taux endogène d'auxine par action sur l'activité auxine-oxydase (Volpert et al., 1995). La figure ci-dessous résume l'ensemble des polyphénols ainsi que leurs principaux rôles.

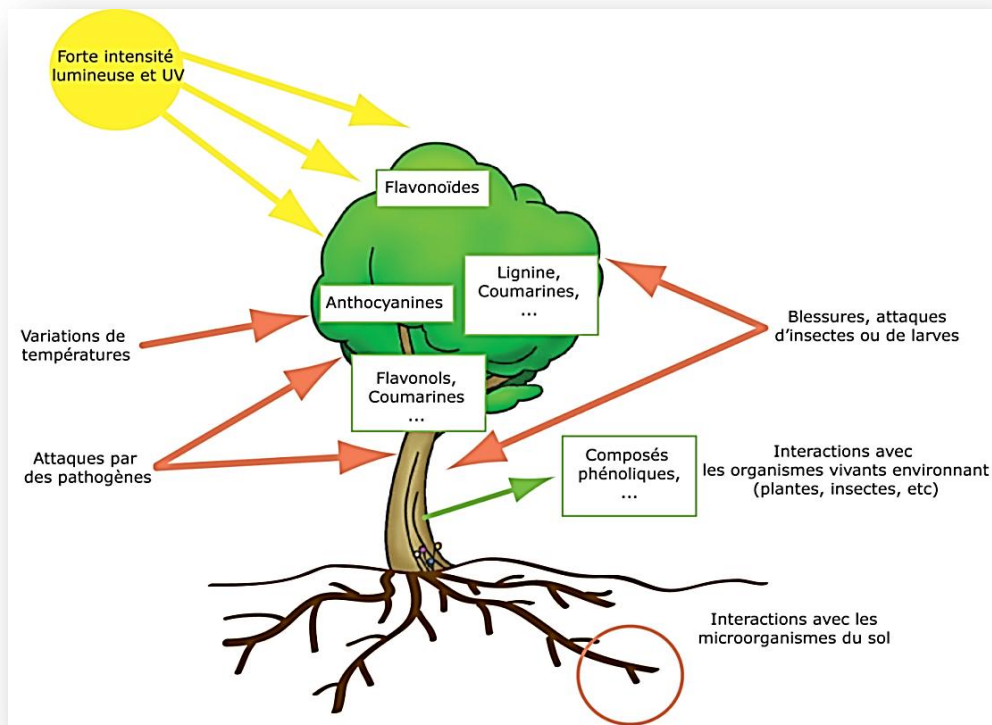


Figure13. Schéma des différents rôles connus des composés phénoliques chez les végétaux (Dixon et Paivai 1995).

Ces substances donnent la couleur et l'odeur aux plantes (Li et *al.*, 2007) et Participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés comme le stress oxydatif (Agati et *al.*, 2012). Ces composés sont alors impliqués dans le maintien de l'équilibre et l'adaptation des plantes au sein de son milieu naturel.

5- Présentation des flavonoïdes

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ce sont des pigments à poids moléculaire faible. Ils peuvent être considérés comme des agents responsables de la coloration jaune orangée de différents organes végétaux (Harborne ; Williams, 2000). Ils sont synthétisés au niveau des chloroplastes de tous les organes, Certains d'entre eux quittent le chloroplaste et s'accumulent dans les vacuoles (Bruneton, 1999 ; Elicoh-Middleton *et al.*, 2000 ; Guignard, 2004). Cette catégorie de substances naturelles forme une grande partie des métabolites secondaires d'un grand nombre de variétés de plantes supérieures.

La quantité et la qualité des flavonoïdes varient selon le stade de développement du végétal (Fritch et Griesbach, 1975), ils sont Rarement rencontrés en composé unique dans les tissus végétaux (Harborne, 1998 ; Bruneton, 2009 ; Aba Toumnou, 2013) c'est-à-dire liée majoritairement à des oses ou à d'autres substances (Heller et Forkmann 1993). Structuralement, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules. En effet plus de 6500 structures ont été identifiées (Bruneton, 1999 ; Harborne et Williams, 2000).

5-1 Structure des flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent la même structure de base de 15 atomes de carbone (C₆-C₃-C₆) (Skerget *et al.*, 2005), deux noyaux aromatiques qui désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné qui désigne la lettre C. (Dacosta, 2003).

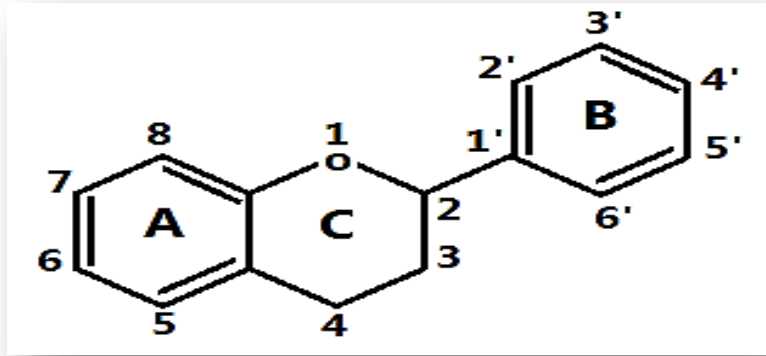


Figure 14. Structure de base du noyau des flavonoïdes (Heim et *al.*, 2002)

Les flavonoïdes peuvent être regroupés en différentes classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central, le noyau B relié à l'hétérocycle C dans les positions 2, 3.

- Dans la position 2 : le flavonoïde est appelé Flavane.
- Si la position 4 de la flavane porte un groupement carbonyle la flavane est appelé Flavanone.
- Si la liaison C2-C3 dans le squelette de la flavanone est insaturée le composé est nommé Flavone.
- Si le squelette est substitué en position 3 par un groupement hydroxyle il est désigné Par le nom de Flavonol.
- Dans la position 3 : le flavonoïde est désigné par le terme Isoflavane (Bouakaz, 2006).

5-2 Rôles des flavonoïdes

Selon Crozier, (2003). Les flavonoïdes interviennent dans la pigmentation des fleurs et dans les processus de défense contre le rayonnement ultraviolet, les herbivores et les attaques microbiennes. Les flavonoïdes sont impliqués dans les pathogénèses comme dans les symbioses (nodules des légumineuses) (Di Carlo et *al.*, 1999 ; Pietta, 2000). Ils participent à la défense des cellules végétales et répondent à différents stress jouent un rôle important dans les interactions avec les insectes (certains flavonoïdes ne sont visibles que par les insectes, assurant la signalisation pour les pollinisateurs et la dispersion des graines par l'intermédiaire de couleurs), ils peuvent également repousser certains insectes par leur goût désagréable

(Maillard, 1996). On attribue aux flavonoïdes des propriétés d'augmentation de la résistance capillaire et de diminution de la perméabilité membranaire.

Ce sont également des inhibiteurs d'enzymes, des agents chélatants des métaux nocifs aux plantes (chélatent les oligo-éléments impliqués dans la production de radicaux). À cause de leurs faibles potentiels redox, les flavonoïdes (Fl-OH) sont thermodynamiquement capables de capter et de réduire efficacement la plupart des molécules oxydantes, y compris l'oxygène singulet, et divers autres radicaux libres impliqués dans plusieurs maladies (L. Bravo, 1998). De plus ils sont impliqués dans la photosensibilisation, les transferts d'énergie, la morphogenèse, la détermination sexuelle, la photosynthèse et la régulation des hormones de croissance des plantes (Di Carlo et *al.*, 1999 ; Pietta, 2000). Des résultats récents ont attiré l'attention sur l'intervention de certains flavonols dans la régulation de la stérilité male : le pollen des pétunias mutants ou transgéniques ne contenant pas de flavonols est incapable de germer (Taylor et Jorgensen, 1992 ; Van der Meer et *al.*, 1992).

Sur le plan écologique, la combinaison des flavonoïdes avec les caroténoïdes permet l'apparition des multitudes de couleurs caractéristiques des fleurs (Guignard, 2000).

Chapitre III :

Matériels et méthodes

1. Description des sites

Le site de Boukhalfa est localisé à 80 m d'altitude entre les latitudes ($36^{\circ}44'56,39''$ et $36^{\circ}44'55,77''$ Nord) et les longitudes ($4^{\circ}1'18,5''$ et $4^{\circ}1'17,5''$ Est) (Fig.15). La population choisie pour l'étude est délimitée dans une superficie de 100m^2 .



Figure.15 Situation géographique du site de Boukhalfa (Google earth, 2019).

Ce dernier, délimité en adret d'un versant, affiche une structure végétale assez similaire à celle de Fréha. L'oléastre domine en strate arborée, d'une hauteur moyenne de 2 à 2,5m. La formation est complexe caractérisée par trois strates de végétation (Fig.16).



Figure.16 Structure du peuplement du site de Boukhalfa (Mestar-Guechaoui, 2019).

L'aspect enchevêtré de la strate arbustive crée un niveau très dense et impénétrable. En plus du lentisque, les espèces arbustives et herbacées épineuses (*Calycotome spinosa* et *Scolymus hispanicus*) sont les plus dominantes. Ces dernières accompagnent la majorité des peuplements soumis à l'anthropisation. La présence de ces taxons (Fig.30), reflète l'intensité du surpâturage dans la région et la dégradation assez marquée de la formation végétale. Contrairement à la station de Fréha, dans le peuplement de Boukhalfa plusieurs espèces du thermoméditerranéen telles que le myrthe et le ciste sont absentes.

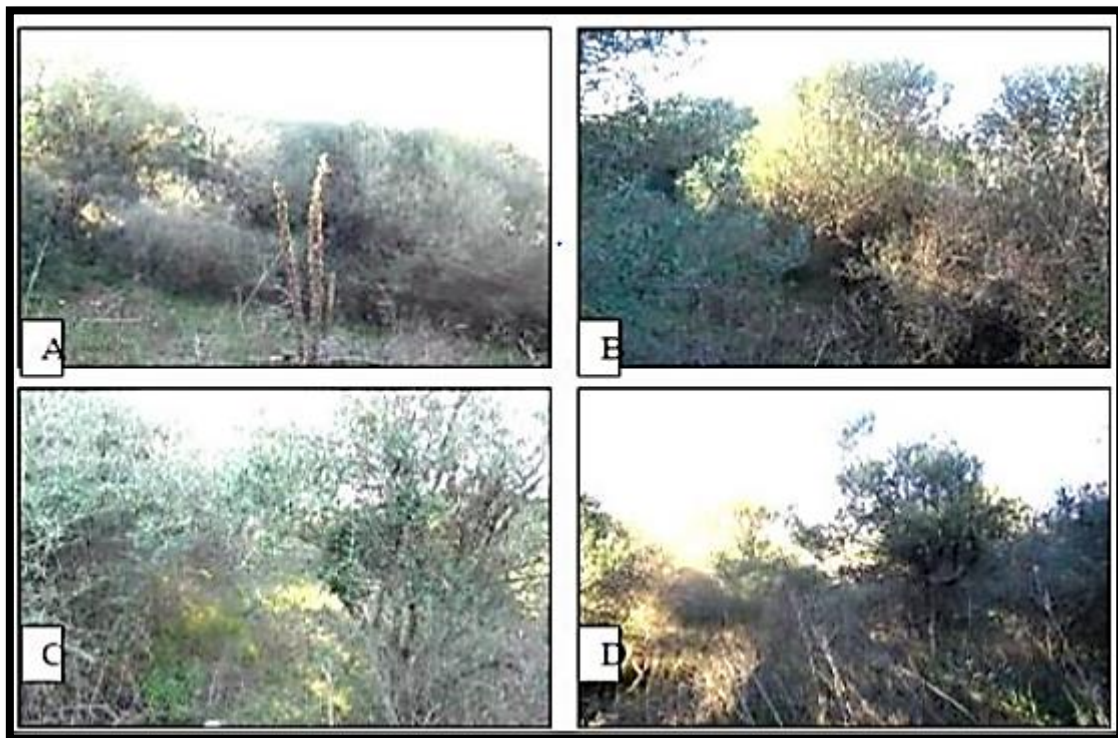


Figure.17 Flore indicatrice d'une station anthropisée et dégradée. A : *Drimia numidica* ; B et C : strate arbustive dominée par *Calycotome spinosa* ; D : *Scolymus hispanicus* très dense en strate herbacée (Mestar-Guechaoui, 2019)

2 Echantillonnage des racines

Les racines d'*O. europaea* subsp. *sylvestris* ont été récoltées en saison printanière pendant le mois de Mai 2021. Nous avons choisi 10 arbres d'oléastre et nous avons prélevé les racines de chaque arbre par niveau (H1 pour niveau 1, H2 pour niveau 2) puis nous les avons mises dans des pochettes étiquetées.

Les racines des 10 arbres récoltées ont été nettoyées et séchées à l'abri de la lumière pendant 7 jours jusqu'à ce que l'humidité disparaisse complètement (Nait Kaci, 2014).



Figure.18 Echantillonnage des racines (Djafri, 2021).

Au laboratoire les racines ont été nettoyées à l'aide d'une brosse à dent puis broyées à l'aide d'un mortier puis dans un broyeur électrique (moulinette) à fin d'obtenir une poudre fine mise dans des bocaux conservés individuellement à l'abri de l'air et de la lumière.



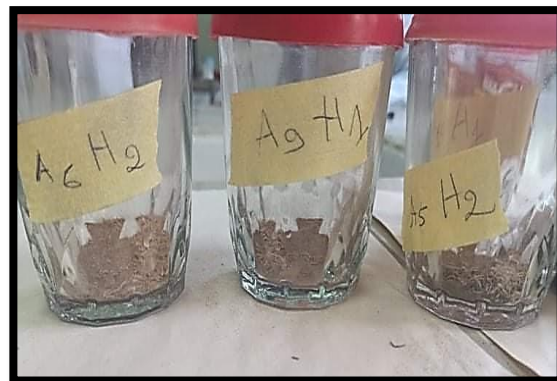
A) Nettoyage des racines



B) Broyage à l'aide d'un mortier



C) Broyage à l'aide d'une moulinette



D) Obtention de poudre fine

Figure.19 Broyage des racines (Djafri, 2021)

3 Extraction éthanolique

L'extraction éthanolique est réalisée suivant Le protocole modifié de ouzid et *al.*, (2017). 1,6g de la poudre fine des racines d'oléastre de chaque horizon (H1 et H2) ont été ajoutés séparément à 16ml d'éthanol (70%) après 30 min d'agitation, les extraits éthanoliques ont été macérés pendant 24h à température ambiante. Les deux mélanges ont subi une étape de centrifugation à 4000 tours pendant 15 min à fin de séparer le surnageant du culot. Ce processus a été répété 3 fois ensuite par évaporation le solvant a été éliminé pour but d'obtenir des résidus secs.

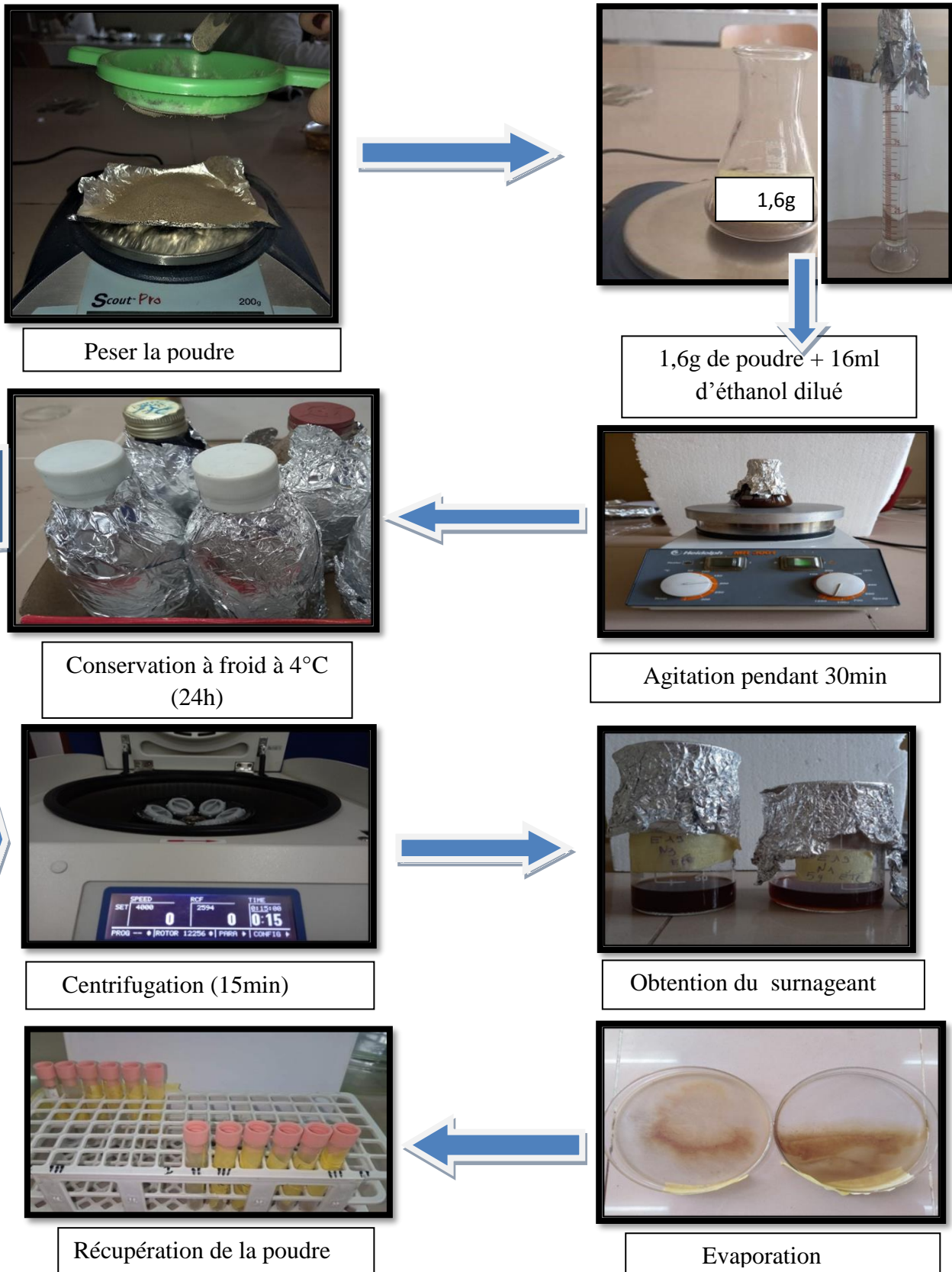


Figure.20 Extraction éthanolique (Djafri, 2021).

4 Dosage des flavonoïdes

En suivant le protocole décrit par Ibrahim et *al.* (2015)0. Nous avons dosé les flavonoïdes en utilisant la méthode chlorométrique au chlorure d'aluminium de Chang et coll(2002). 100µl sont prélevé de chaque extrait (0,01g/ml) et mélangé avec 1,5 ml d'éthanol, 0,1 ml de $AlCl_3$ à 10%, 0,1 ml de CH_3COOK et 2,8 ml d'eau distillée. Les différents tubes ont été conservés à température ambiante dans un endroit sombre. Après une incubation de 30 min nous avons réalisé une lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à 415 nm. Une courbe d'étalonnage de la quercétine a été effectuée en utilisant une concentration de (10-100µg/ml). Les flavonoïdes ont été exprimés en mg équivalent quercétine par gramme de résidu sec (mg EQ /g RS).

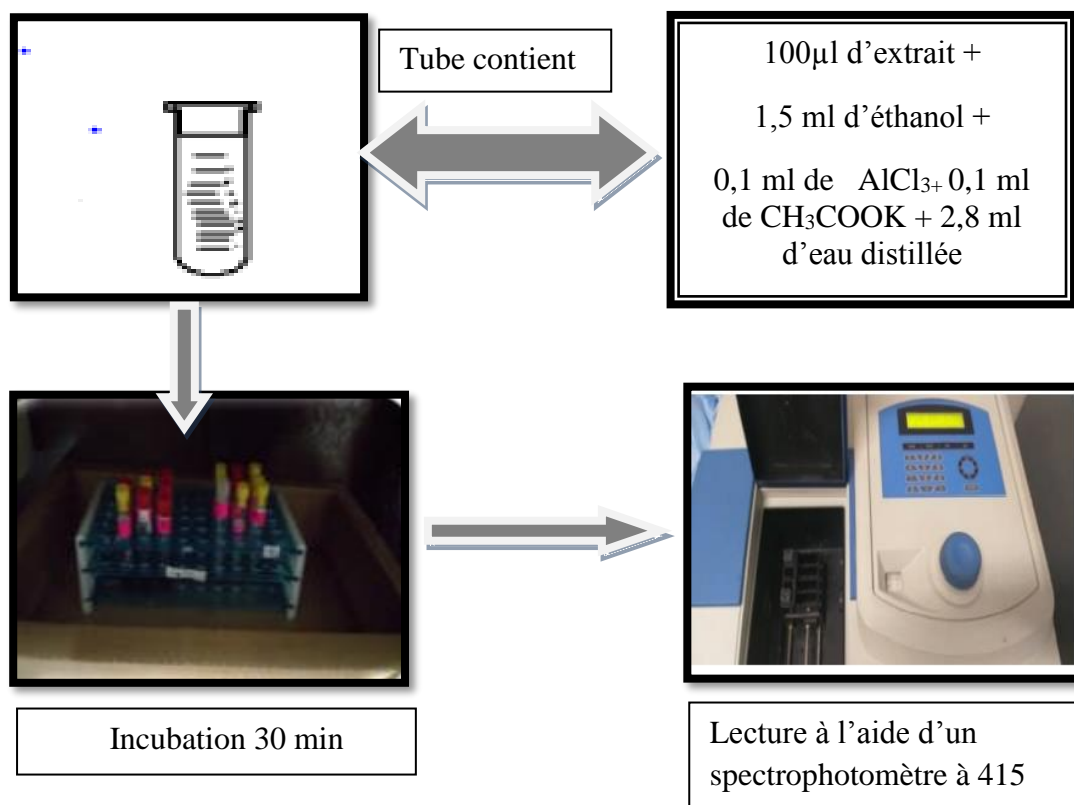


Figure.21 Dosage des flavonoïdes (Djafri, 2021)

5 Dosage des polyphénols totaux

Selon le protocole de Li et *al.* (2007), la détermination des composés phénolique a été estimée en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. 200µl d'échantillon dilué ont été additionné avec 1ml de ce réactif dilué au 1/10. Après 4 min nous avons rajouté 800µl de carbonate de

sodium (75mg/ml). Après 2h d'incubation à l'obscurité et à température ambiante la l'absorbance a été mesuré à 765 nm. L'acide gallique a été utilisé pour la préparation d'une gamme étalon (10-100µg/ml). Les résultats sont exprimés en mg d'acide gallique par g de résidu sec (mg EAG/g RS).

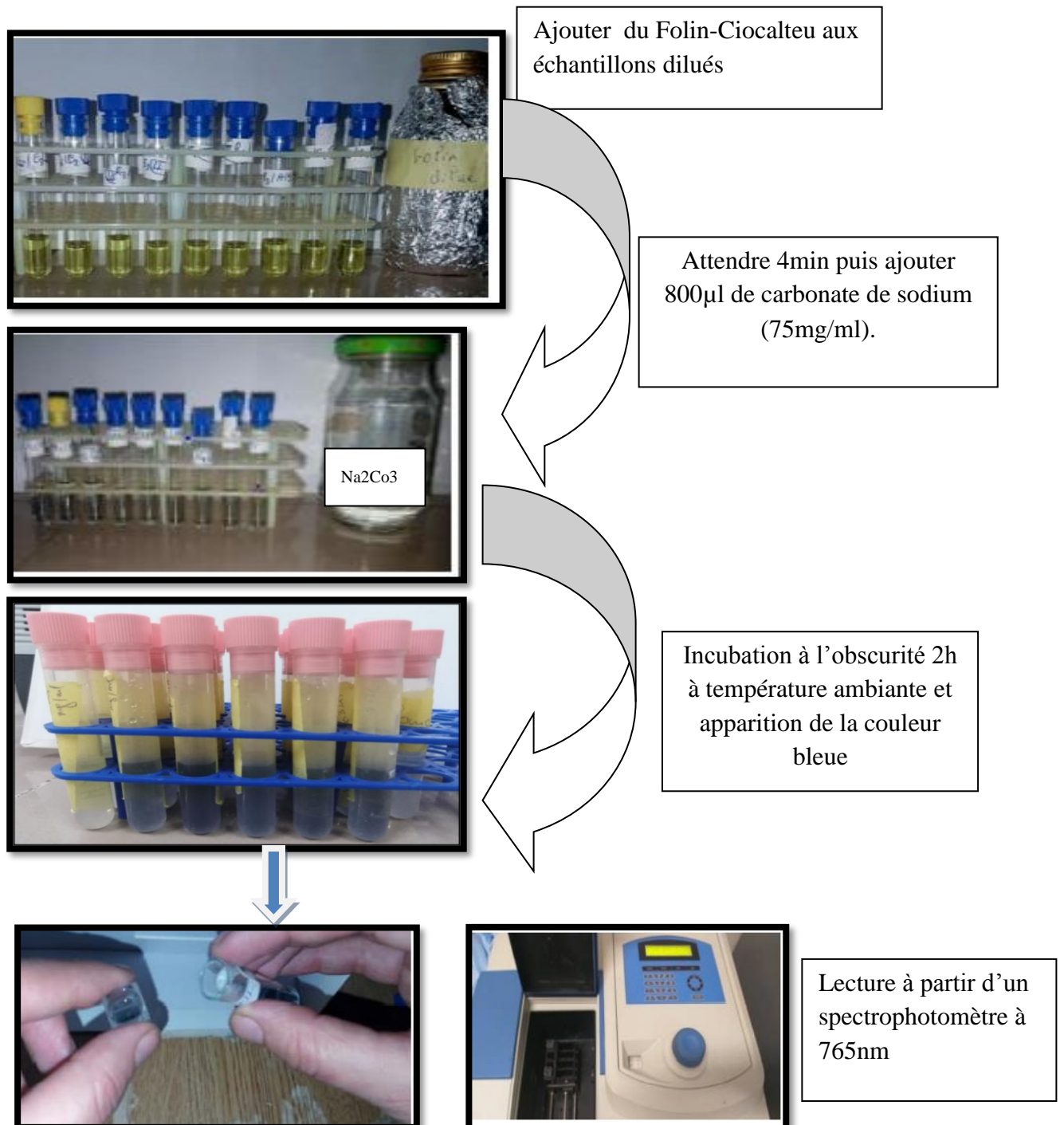


Figure.22 Dosage des polyphénols totaux (Djafri, 2021)

Chapitre IV:

Résultats et discussions

Résultats et discussion

- **Détermination des polyphénols et flavonoïdes totaux**

La distribution des teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes est observée sur la figure ci-dessous.

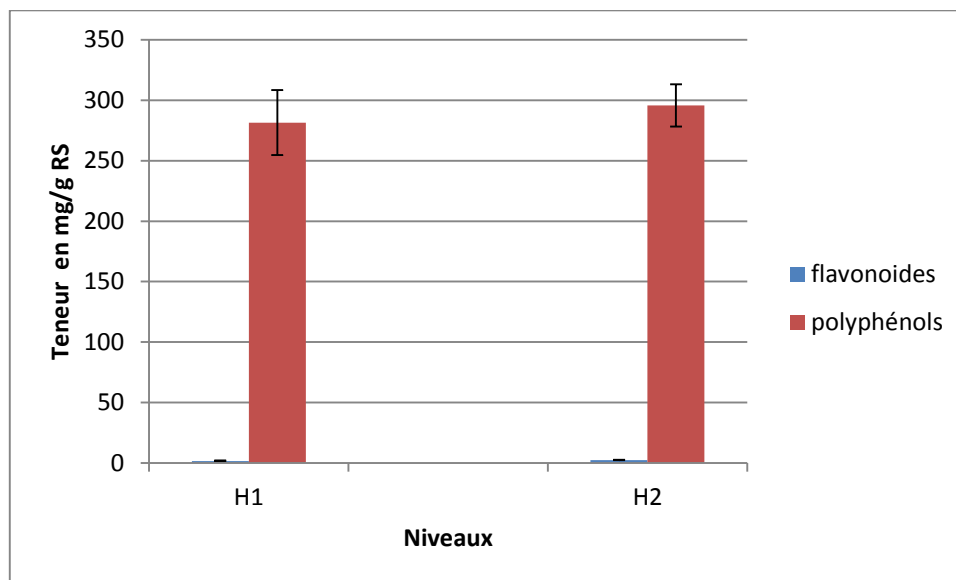


Figure23. Distribution des teneurs en (PPT) et (FT) des extraits d'*O. europaea* subsp *sylvestris*.

L'étude de la solution racinaire éthanolique de l'olivier sauvage a montré sa richesse en PPT par rapport aux flavonoïdes.

Tableau II : rendement en PPT et FT des extraits éthanolique de Boukhalfa.

Horizon	PPT mg EAG/ g RS	FT mg EQ / g RS
H1	281,48±26,83	1,68±0,45
H2	295,68±17,54	2,50±0,04

Nos résultats indiquent une présence appréciable des polyphénols totaux contrairement aux flavonoïdes qui sont très faibles dans les extraits d'oléastre. Ces différences Significatives son vérifiées par les valeurs Fobs= 0,33 pour les PPT et Fobs= 8,04 pour les Flavonoïdes au

risque (5%). D'après Ibrahim, (2015) ces dissemblances observées peuvent être attribuées à de nombreuses raisons telles que le développement des racines et les Conditions environnementales lorsqu'il a évalué l'activité antioxydante racinaire de *salvador persica* (Miswak).

Il a été prouvé que les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont élevées lorsque le milieu n'est pas adéquat, dans ce cas la plante favorise la synthèse des métabolites secondaire afin de survivre et s'adapter (Tim et Lamb, 2005 ; Piquemal, 2008). L'importance des racines dans l'adaptation des plantes à des stress variés est due à leur rôles dans l'absorption d'eau et de nutriments ainsi que leur implication dans la synthèse d'hormones et de métabolites secondaires affectant la croissance et le développement des autres parties de la plantes (les pousses) (Nielsen, 1974 ; McMichael et Burke, 1994, 2002). La composition du sol ainsi que ces caractéristiques physico-chimiques jouent un rôle primordial dans l'augmentation ou la diminution de la teneur en métabolites secondaires dans les plantes.

La plupart des études réalisées sur l'oléastre se sont concentrées sur la partie aérienne. En raison du manque de travaux sur les extraits racinaires de l'oléastre, nous avons évoqué un petit rapprochement entre nos résultats et ceux enregistrés pour les extraits des feuilles d'olivier sauvage ainsi que les racines de différentes espèces endémiques aux régions méditerranéennes.

Nos résultats en PPT s'avèrent distinctement inférieurs à ceux retrouvés par Mestar, (2019) qui a réalisé une extraction aqueuse pour la partie foliaire (feuilles) de l'oléastre apportant des valeurs de 852,92 mg EAG/gRS en PPT et 27,52 mg EQ/g RS en flavonoïdes (Tab II). Cela pourrait être dû à la différence de matière utilisée étant donné que nous avons utilisé des résidus secs contrairement à elle qui a utilisé de la poudre végétale. Ces résultats indiquent clairement que les feuilles peuvent être l'une des sources de la plante riche en termes de composé phénolique.

L'analyse de l'effet de la salinité sur la synthèse phénolique au niveau racinaire et foliaire de l'olivier cultivé par peut expliquer ces différences déjà cités en composés secondaires entre les deux parties de la plante (Petridis, 2012). L'écart significatif en PPT entre les racines avec 18mg EAG/g et les feuilles avec 25mgEAG/g peut être expliqué par une priorité de disposition d'énergie pour la synthèse des composés phénoliques dans les feuilles de l'olivier.

Une salinité élevée induit la formation et l'augmentation brutale en PPT dans la partie foliaire afin de protéger l'activité photosynthétique. Par déduction, les racines et les feuilles de l'olivier se comportent différemment lorsqu'elles sont exposées à un stress Salin.

Dabbou et *al.* (2011) rapportent que le fruit d'oléastre semble intéressant en termes de composés phénoliques avec un taux estimé à 220mg/kg (Tableau III). La teneur en PPT peut être liée au degré de maturation des olives et les travaux de Rotondi et *al.*, (2004) ; Baccouri et *al.*, (2007) montrent que les composés phénoliques diminuent à la fin de la maturation.

Les teneurs en Polyphénols, changent de façon considérable à l'intérieur de la même espèce à cause des facteurs extrinsèques (température, climat...), génétiques (la variété et l'origine d'espèces), physiologiques (le degré de maturation des plantes, les organes utilisés) (Ksouri et *al.*, 2009). Par ailleurs les faibles teneurs en flavonoïdes peuvent être liées aux méthodes de conservation ainsi qu'à l'exposition des plantes à la lumière.

Tableau III : comparaison des teneurs en PPT et en flavonoïdes des organes végétaux d'*O.europaea* subsp *sylvestris*.

Organes	Teneur en PPT	Teneuren flavonoïdes	Auteurs
Racines	281,48±26,83 (H1)	1,68±0,45 (H1)	Djafri,(2021)
	295,68±17,54(H2) (mg EAG/gRS)	2,50±0,04 (H2) (mg EQ/g RS)	
Feuilles	852,92 mg EAG/Grs	27,52 mg EQ/g RS	Mestar, (2019)
Fruit	220mg/kg		Dabbou et <i>al.</i> , (2011)

La station de Boukhalfa bénéficie d'une durée d'ensoleillement longue, par conséquent elle est exposée à la radiation UV souvent accompagnée d'une production d'espèces réactives à l'oxygène. Par ailleurs, une corrélation très significative a été enregistrée entre la teneur totale des phénols et l'activité antioxydante dans les feuilles et les racines. La plante produit les métabolites secondaires pour se protéger contre les effets néfastes des ERO. (Harbowy et Balentine, 1997) rajoutent que la synthèse des phénols peut être efficacement induite par la lumière du soleil. Akula et Ravishankar, (2011), ont prouvé que l'exposition au rayon UV-B (300 à 400 nm) augmente la concentration en flavonoïdes chez *Hordum vulgare* (orge).

Nos résultats s'opposent avec ceux retrouvés par saffidine, (2015) qui a effectué une extraction racinaire hydro-alcoolique (éthanolique et méthanolique) et aqueuse sur cardoncelle bleue (*carthamus caeruleus* L.) afin de déterminer sa composition en PPT et en flavonoïdes. (Tab IV) 69.06 ± 1.67 mgEAG/g d'extrait représente sa teneur en polyphénol ainsi que 6.52 ± 0.69 μ g EQ/mg d'extrait en flavonoïdes. Ces valeurs sont inférieures aux valeurs que nous avons trouvé ceci viennent appuyer l'influence des facteurs du milieu sur la concentration des composés phénolique. L'estimation quantitative des polyphénols totaux a montré que les extraits aqueux étaient faibles par rapport aux extraits alcooliques, (Lee et al., 2003) énoncent que les procédés extractifs alcooliques restent les meilleurs solvants pour extraire ces composés, l'éthanol en particulier permet d'extraire les composés les plus polaire. Cette affinité est appuyée par plusieurs travaux.

Selon Aissaoui ; Guellal, (2020) les concentrations des polyphénols totaux des solutions aqueuses des racines de *Quercus suber* L (espèce sclérophylle à feuillage persistant associé à l'oléastre) sont en période estivale augmentées ($54,41 \pm 0,713$ μ gEAG/mgPV) par rapport à la saison hivernale avec une valeur de $13,225 \pm 0,264$ μ gEAG/mgPV. (Tab IV). Les valeurs rapportées par Bentabet et al., (2014) qui ont effectué une étude phytochimique sur les racines de *Fredolia aretioides* sont également inférieurs, ce qui permet de montrer l'influence des facteurs abiotique dont la sécheresse et le froid.

Gum et Ferrar, (1999) ont démontré qu'une température augmentée affecte la masse totale de la plante et la respiration racinaire par la fermeture des stomates ce qui entraîne une élévation des métabolites secondaire en été car les conditions de vie dans cette période deviennent stressantes. Une accumulation accrue en composées composés phénoliques totaux dans les racines de la vigne a été observée au moment de sécheresse avec une valeur de 891mg/g, mais qui est faible hors de cette saison (Krol et al., 2014), cette variation est donc probablement liée aux caractéristiques climatiques des deux saisons.

Tableau IV : Teneurs en polyphénols totaux réalisés par d'autres auteurs.

Espèces	Partie végétale	Teneur en PPT	Auteurs
Chêne liège	Racines	13,225±0,264 (janvier) 54,41±410,731 (juillet)	Aissaoui ; Guellal, (2020)
Olivier	Racines Feuilles	18mg EAG/g 25mgEAG/g	Petridis et <i>al.</i> , (2012)
<i>Fredoliaaretioides</i>	Racines	971,05±0,83 mgEAG/g (décembre)	Bentabet et <i>al.</i> , (2014)
<i>Carthamuscaeruleus</i>	Racines	69.06±1.67 mgEAG/g d'extrait	saffidine, (2015)
Calluna	Racines	2,2% (janvier) 2,9% (juillet)	Jalal et <i>al.</i> , (1982).

Les études réalisées sur ces espèces ont révélé la richesse de différentes racines en composés phénoliques principalement en période d'été. Gargallo-Garriga et *al.* (2018), ont montré que la richesse estivale a un effet important sur la composition des exsudats racinaires de chêne vert. Néanmoins, les exsudats étaient principalement constitués de métabolites secondaires (71%). Cela vient confirmer l'influence des facteurs climatiques et environnementaux... (Ebrahimi et *al.*, 2008).

Certains auteurs (Wainstein et *al.*, 2013) ont montré que la feuille d'olivier contient plusieurs composés potentiellement bioactifs qui varient quantitativement par rapport aux racines, ceci peut être due à la période de récolte. Sonia et *al.* (2010) ont trouvé chez *Chelidonium majus* que la concentration la plus élevée des composés phénoliques est obtenue à partir des plantes récoltées en printemps lorsque la plante est au stade rosace (60,96 mg GA /g). Le stade de développement de la plante, la méthode d'extraction ainsi que celle de quantification, le volume du solvant dans lequel la poudre est macérée peuvent également influencer les teneurs des polyphénols et des flavonoïdes (Lee et *al.*, 2003 ; Miliuskas et *al.*, 2004).

Ces résultats obtenus ainsi que les différentes recherches viennent confirmer l'influence des facteurs abiotiques sur la teneur en polyphénols dans les extraits de racines d'*O.europaea* subsp *sylvestris*. Ces métabolites secondaires sont spécialisés alors dans les mécanismes de défense contre les différents stress.

Conclusion et perspectives

Nous nous sommes intéressés à l'étude des extraits racinaires de l'oléastre, une plante qui est réputée pour son utilisation fréquente en médecine traditionnelle afin d'évaluer ses teneurs en polyphénols et en flavonoïdes totaux.

En admettant les résultats obtenus, nous constatons une différence significative entre les deux métabolites secondaires traités. Le taux le plus élevé est enregistré par les PPT avec $281,48 \pm 26,83$ et $295,68 \pm 17,54$ mgEAG/gRS pour H1 et H2 respectivement, contrairement aux flavonoïdes avec $1,68 \pm 0,45$ pour H1 et $2,50 \pm 0,04$ mgEQ/gRS pour H2.

Les profils métaboliques (comme les polyphénols) peuvent prédire les niveaux de résistance contre différents facteurs environnementaux (sécheresse, lumière, température élevée) ce qui confirme la richesse de nos racines en PPT. Les polyphénols jouent donc des rôles différents chez les végétaux, principalement chez *O. europaea* subsp *sylvestris* et leurs variations peuvent avoir un impact sur le fonctionnement des écosystèmes.

Toutefois, en raison de leur grande complexité et diversité, il est souvent difficile d'identifier les composés impliqués dans les processus écologiques (Wallstedt et al., 2002). C'est pourquoi la méthode de dosage globale de composés phénoliques (méthode de Folin-Ciocalteu) est le plus souvent utilisée.

Comme perspective :

- Puisque l'olivier sauvage est riche en polyphénols il sera judicieux d'effectuer d'autres analyses telles que l'évaluation de l'activité antioxydante. Ceci pourrait contribuer à un fort pouvoir réducteur et à la neutralisation des effets dévastateurs cellulaires causés par les radicaux libres.
- Ces molécules dont *Olea europea* possède peuvent être considérés comme des excellents agents antioxydants sachant que ces derniers aident efficacement à la prévention de plusieurs maladies telles que les cancers et les maladies cardiovasculaires.
- L'ensemble de ces résultats a permis d'évaluer la richesse des racines d'*Olea europea* en substances chimiques et qui pourraient représenter une nouvelle source potentielle de molécules bioactives en thérapeutique.

Références bibliographiques

A

- **Aba Toumou L. (2013).** Gestion intégrée des principaux insectes ravageurs des céréales par l'utilisation des métabolites secondaires des plantes indigènes du Sénégal et du Centrafrique. Thèse de doctorat en Biologie, Physiologie et Pathologie végétales, discipline : Production et Protection des végétaux. Université Cheikh Antadiop de Dakar. 163p.
- **Abderrazak M et Joël R. (2007).** La botanique de A à Z. Ed. Dunod. Paris. 177p.
- **Ait Youssef M. (2006).** Plantes médicinales de Kabylie. Ed. IBIS Press, Paris, 349p.
- **Aissaoui, L., Guellal, M. (2020).** Contribution à l'étude de la variation saisonnière des teneurs en polyphénols totaux d'une solution aqueuse des racines de chêne liège « *Quercus suber L.* » dans la forêt domaniale d'Azzouza (Mémoire de master). Université Mouloud MAMMERI De Tizi-Ouzou 41p.
- **Alcantara J.M and Re P.J. (2003).** conflicting selection pressures on seed size : evolutionary ecology and fruit size in bird-dispersed tree, *oleaeuropaea L.* journal of evolutionary biologie., 16,1168-11.
- **Akula, R., & Ravishankar, G. A. (2011).** Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling&behavior*, 6(11), 1720-1731.
- **Al Naser, O. (2018).** Effet des conditions environnementales sur les caractéristiques morpho-physiologiques et la teneur en métabolites secondaires chez *Inulamontana*: une plante de la médecine traditionnelle Provençale (Doctoral dissertation).
- **Aranda, S., Montes-Borrego, M., Jiménez-Díaz, R.M., Landa, B.B.(2011).** Microbial communities associated with the root system of wild olives (*Olea europea L. subspeuropea var. sylvestris*) are good reservoirs of bacteria with antagonistic potential gainst *Verticillium dahliae*. *Plant Soil* 343, 2011; 329–345.

B

- **Baccouri B., Ben Temime S., Campeol E., Luigi Cioni P., Daoud D., Zarrouk M.(2007a).** Application of solid-phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars. *Food Chemistry*. 102, p: 580-586.

- **Battandiere J.A &Trabut L. (1888).**Flore de l'Algérie et catalogue des plantes du Maroc. Tome 1. Dicotylédones, par Battandier. 1 vol. In-8°, Jourdan. Alger. 872 p. Typographie A. Jourdan, Alger (AL) / Librairie F. Savy, Paris (FR) : XI + 825 + XXIX p.
- **Bayala B. (2014).** Etude des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antiprolifératives et anti-migratoires des huiles essentielles de quelques plantes médicinales du Burkina Faso sur des lignées cellulaires du cancer de la prostate et de glioblastomes. Thèse de doctorat, spécialité : Physiologie et génétique moléculaire. Université Blaise Pascal, France. 140 p.
- **Besnard G. &Bervillé A. (2000).** -Multiple origins for Mediterranean olive (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. Comptes rendus de l'Académie des Sciences Série III, 323: 173-81.
- **Besnard G. &Bervillé A. (2000).** -Multiple origins for Mediterranean olive (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. Comptes rendus de l'Académie des Sciences Série III, 323: 173-81.
- **Beddiar A., Mekahlia M.N. (2007).** Infectivité et efficacité de 4 morphotypes de spores de champignons endomycorhizins à arbuscules extraits de sols Algériens et inoculés à l'oléastre (*Olea europaea* Hoofg. Et link). Colloque international sur les bio Tech world 24-25 novembre. Oran Algérie, pp. 18.
- **Bezanger-Beauquesne L., Pinkas M., Tork M and Trotin F. (1980).** Plantes médicinales de régions tempérées. Ed. Maloine. S.A, Paris, 440p.
- **Besnard G. and Berville A. (2000).** Multiple origins for mediterranean olive (*olea europaea* L. subsp. *Europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. Comptes rendus de l'academie des sciences série III., 323, 81-173.
- **Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z. &Boucherit, K. (2014).** Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. *Phytothérapie*, 12(6), 364-371.
- **Blazquez M. (1997).** Encyclopédie Mondiale de l'olivier. Conseil Oléicole internationale: 19.
- **Boizot N et 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. P79-82.

- **Boukef m. K. (1986).** Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne, médecine traditionnelle et pharmacopée. Ed. Agence de coopération culturelle et technique, Paris, 350p.
- **Bouakaz I, (2006).** Etude phytochimique de la plante *GenistaMicrocephala*. Mémoire de magister, Batna.
- **Borges,CV.,Minatel, I.O., Gomez -Gomez, H.A., Lima, G.P.P, (2007).** Medicinal Plants: Influence of Environmental Factors on the Content of Secondary Metabolites. In Ghorbanpour M, Varma A. (eds) Medicinal Plants and Environmental Challenges. Springer, Cham.
- **Boudiaf Nait- Kaci M. (2014).** Biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère de l'olivier (*Olea europaea* L.). Thèse de doctorat en sciences agronomiques, option : Pédologie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 220 P.
- **Bouderibila M.(2004).** Les anciens Amzighs avant les phéniciens : mode de vie et organisation sociale. AWAL.29 :17-31.
- **Boucher Ch., Yves D. , CHAUX D. and nestle S. (2011).** Guide des arbres et arbustes de méditerranée. Ed. Delachaux, Paris, 291p.
- **Bravo L, (1998).** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition reviews, 56(11): 317-333.
- **Brathen KA, Fodstad CH, Gallet C, (2010).** Ecosystem disturbance reduces the allelopathic effects of *Empetrum hermaphroditum* humus on tundra plants. J. Veg Sci 21(4): 786-795.
- **Breton C.,(2008).** pinatel christian, médial Frédéric, bonhomme François, bervilleandra. Comparaison between classical and bayesian methods to investigate the history of olive cultivars using SSR-polymorphisms.
- **Breton C. & Bervillé A. (2012).** Histoire de l'olivier. L'arbre des temps. Quae Editions. Versailles. 223p.
- **Bruneton J, (2008).** Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Ed: Tec & Doc. Lavoisier, Paris. pp 198-260.
- **Bruneton J, (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3 éd. France : Tech et Doc Lavoisier.

C

- **Caravaca F., Bara J.M., Figueroa d., (2002).** Assessing the effectiveness of mycorrhizal inoculation and soil compost addition for enhancing reforestation with *Olea europaea* subsp. *Sylvestris* through changes in soil biological and physical parameters. *ELSEVIER*, 20:107-118.
- **Carrión Y., Ntinou M. & Badal E. (2010).** *Olea europaea* L. in the north Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 29(7-8): 952-968.
- **Calatayud P.-A., Tertuliano M. et Le Ru B. (1994).** Changements saisonniers des composés secondaires dans la sève du phloème du manioc en relation avec le génotype de la plante et l'infestation par *Phenacoccus manihoti* (Homoptera : Pseudococcidae).
- **Calatayud P.A., Garrec, J. P. & Nicole M, (2013).** Adaptation des plantes aux stress environnementaux. *Interactions insectes- plantes*, Chapter 14, Publisher: IRD & Quae :229-245.
- **Chevalier A. (1948).** L'origine de l'Olivier cultivé et ses variations. *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale.*, 28, 1-25.
- **Clifford M.N, (1999).** Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington, DC, CRC Press, Boca Raton Florida. 41 (5): 393-397.
- **Connar D.J ,(2005).** Adaptation of olives (*olea europaea* L.) to water-limited environments. *Australian journal of agricultural research*. 56, 1181-1189.
- **Crozier A, (2003).** Classification and biosynthesis of secondary plant products: an overview. In *Plants' Diet and Health*". Ed. Goldberg. pp: 27- 48.
- **Cruz de Carvalho M.H , (2008).** Drought stress and reactive oxygen species: production scavenging and signaling. *Plant Signaling & Behavior*, 3(3):156-165.
- **Cronquist A, (1981).** An integrated system of classification of flowering plants. Ed, Columbia university press, New York, 1262P.

D

- **Dacosta Y, (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. 317p. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).

- **Dantec C, (2014).** Caractérisation des contraintes biotiques et abiotiques sur la phénologie printanière du chêne. Expliquer les patrons de diversité et prédire les changements futurs. Doc. Univ. BORDEAUX. 184p.
- **Dabbou S., Dabbou S., Selvaggini R., Urbani S., Taticchi A., Servili M., Hammami M., (2011).** Comparison of the chemical composition and the organoleptic profile of virgin olive oil from two wild and two cultivated Tunisian Olea europaea. Chemistry and Biodiversity. Vol 8, p: 189-202.
- **D'Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C. et Masella R, (2007).** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. Annali dell'Istituto-Superiore-di-Sanità. 43(4) : 348-361.
- **Di Carlo, G., Mascolo N., Izzo A.A., Capasso, F. (1999).** Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. Life Science, 65(4), pp 337-353.
- **Durbiano Cl, (2000).** L'olivieraie provençale, production de qualité et requalification territoriale, méditerranée, t, 95, 3-, p17-27.
- **Dwyer J. T. & Peterson J.J. (2002).** « measuring flavonoid : intake need for advanced tools ». public health in the northern territory, 5(6); 925-930.

E

- **Ebrahimi N.S., Hadian. J., Mirjalili M.H., Sonboli A. & Yousefadi M. (2008).** Essential oil composition and antimicrobial activity of Thymus carmanicus at different phenological stages. Food chemistry. 110(4) : 927-931.
- **Elicio-Middleton J., Chithan K. & Theoharis C. (2000).** Effect of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart diseases and cancer. Pharmacology and Experimental Therapeutics, 4(52): 673-751.

F

- **Favier A, (2003).** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique. 108-115.
- **Feucht, W., Treutter, D. & Christ, E, (1997).** Role of flavanols in yellowing beech trees of the Black Forest. Tree physiology, 17(5): 335-340.
- **Fleeger JL, Flipse IJ, (1964).** Metabolism of bovine semen XIII. Malonic acid metabolism by bovine spermatozoa. J. Dairy Sci., 47 (5): 535-8.

- **Fleeger JL, Flipse IJ,(1964).**Metabolism of bovine semen XIII. Malonic acid metabolism by bovine spermatozoa. *J. Dairy Sci.*, 47 (5): 535-8.
- **Fritch H., Griesbach H, (1975).** Biosynthesis of cyaniding in cell cultures of *Haplopappusgracilis*. *Phytochem.*14: 2437-42.
- the Black Forest. *Treephysiology*, 17(5): 335-340.
- **Frutos P., Hervás G., Ramos G., Giráldez F.J. &Mantecon A.R, (2002).**Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Animal Feed Science and Technology*, 95(3-4): 215-226.

G

- **Gammoudia, A. Dandanaa, H. Chaheda, S. Ferchichia, S. Ernezb, A. Mileda, (2013).** Évaluation des paramètres du stress oxydant chez des patients coronariens. *Immuno-analyse et biologie spécialisée* : 28,; 39–42.
- **Gargallo-Garriga, A., Preece, C., Sardans, J., Oravec, M., Urban, O., &Peñuelas, J. (2018).**Root exudate metabolomes change under drought and show limited capacity for recovery. *Scientific reports*, 8(1), 1-15.
- **Ghedira K. (2008).**L'olivier. *Phytothérapie* 6,;83-89p.
- **Gimeno e., fit M., Lamuela-Raventcs R. M., Castellote A., COVAS M. and FARRE M. (2002).** Effect of ingestion of virgin olive oil on human low-density lipoprotein composition. *European Journal of Clinical Nutrition.*, 56, 114-120p.
- **Goodyer J. (1959).** The greek herbal of Discorides. Ed. Hafner Publishing Company, New York, 701p.
- **Gomes S ; Martins-Lopes P et Guedes-Pinto H., (2012).** Olive Tree Genetic Resources Characterization through Molecular Markers, *Genetic Diversity in Plants*, Prof. MahmutCaliskan (Ed.), ISBN: 978-953-51<-0185-7, InTech, Available from: [characterization-through-molecular-markers](#).
- **Gravot, (2009).** Support de cours sur le métabolisme secondaire (Equipe pédagogique hysiologie Végétale, UMR 118 APBV) Université de Rennes 1 – L2 UE PHR.
- **Greene, R. (2002).** Oxidative stress and acclimationmechanisms in plants. *TheArabidopsis Book/American Society of Plant Biologists*,

- **Guignard, J.L., (2000).** Biochimie végétale. 2ème édition; Paris. pp 171-174.
- **Guignard J.L., (2004).** Biochimie végétale. Masson. Dunod 2ème édition. Paris. 274p.
- **Gunn, S. et Farrar, JF (1999).** Effets d'une augmentation de température de 4 ° C sur la répartition de la surface foliaire et de la masse sèche, la respiration des racines et les glucides. *Écologiefonctionnelle*, 13, 12-20.

H

- **Harborne J.B., (1998).** *Phytochemical Methods, A guide to modern techniques of plant analysis.* 3ème édition. London ; New York : Chapman and Hall. 295p.
- **Harborne, J.B., (1994).** Phenolics. In: *Natural products: their chemistry and biological significance.* Eds. Mann, J., Davidson, R. S., Hobbs, J.B., Harborne, J.B. Longman (London). Chap. 6: 361–388.
- **Harborne J.B., and Williams C.A., (2000).** Advances in flavonoid research since 1992 *Phytochemistry*. 55: 481-504.
- **Haslam, E. (1993).** Polyphenol complexation. In: « Polyphenolic phenomena ». Ed. Scalbert A. INRA (Paris). Chap. 2: 23–31.
- **Halliwell B., (1994).** Free radicals and antioxidants: A personal view. *Nutrition Reviews*. 52: 253-265.
- **Heller W, Nkhmann G (1986).** The flavonoids. *Advances in research since In Harborne JB.*
- **Hernández I, Alegre L., Van Breusegem F. and Munné-Bosch S. (2009).** Trends in Plant science, 14 (3), 125–132.
- **Heim E.K., Tagliaferro A.R. & Bobilya D.J., (2002)** .Flavonoid antioxidants : chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional biochemistry*, 13(10): 572-584.
- **Hennebelle T, Sahpaz S, Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothér*, 1,; 3-6.

I

- **Ibanez S, Dötterl S, Anstett MC, Baudino S, Caissard JC, Gallet C, Després L, (2010).** The role of volatile organic compounds emitted by globe flowers in the attraction of their specific pollinating flies. *New Phytol* 188:451-463.

- **Iriti M. & Faoro F, (2009).** Chemical diversity and defence metabolism: how plants cope with pathogens and ozone pollution. *International journal of molecular sciences*, 10(8): 3371-3399.

K

- **Kansole, M.M.R, (2009).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucosmartinicansis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia oppositifolia* et *Orthosiphon pallidus* (Rolle) ex Benth. Mémoire pour obtenir un diplôme Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.
- **Kenny TP, Keen CL, Schmitz HH,(2007).** Gershwin ME. Immune effects of cocoa procyanidin oligomers on peripheral blood mononuclear cells. *Exp. Biol. Med.* 232:293-300.
- **Ksouri R, Falleh H, Megdiche W, Trabelsi N, Hamdi B, Chaieb K, et al. (2009).** Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L and related polyphenolic constituents. *Food Chem Toxicol*; 47:2083–91.
- **Koricheva J., Larsson S. et Haukioja E, (1998).** Performances des insectes sur des plantes ligneuses soumises à un stress expérimental : Une méta-analyse. *Revue annuelle d'entomologie*, 43, 195-216.
- **Knaggs, C.A.R,(2003).** The biosynthesis of shikimate metabolites. *Natural product reports*, 20, 119-36.
- **Kubo A., LUNDE C. S. and Kubo I. (1995).** Antimicrobial Activity of the Olive Oil Flavor Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*., 43, 1629-1633.

L

- **Lamaze T., Tousch D., Sarda X., Grignon C., Depigny- This D., Monneveux P. et Belhassen E. –(1995).** Résistance des plantes à la sécheresse : mécanismes physiologiques. *Le Sélectionneur Français*, 45, 75-85.
- **Leveau, Ph, (1998).** échelles d'anthropisation et archéologie des campagnes de Gaule du sud à l'époque romaine. *Méditerranée*, t.90,4,p.17-26.

- **Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J. & Lee C.Y. (2003).** Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Food chemistry*, 51(25) :7292-7295.
- **Lhuillier, A,(2007)** . Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches: *Agauriasalicifolia* Hook. f ex Oliver, *Agauriapolyphylla* Baker (Ericaceae), *Tambourissatrichophylla* Baker (Monimiaceae) et *Embeliaconcinna* Baker (Myrsinaceae)(Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse).
- **Li, You Y, Song T, (2007).** Impairment of endothelium-dependent relaxation of rat aortas by homocysteine thiolactone and attenuation by captopril J- *Cardiovascular Pharmacol* 50.155-161.
- **Loussert R. et Brousse G. (1978).** L'olivier. Techniques agricoles et productions méditerranéennes ; Ed. G.P, Maisonneuve et Larose, Paris. 447p.
- **Loussert R. and Brousse G. (1978).**L'olivier .Coll. techniques agricoles et productions méditerranéennes. Ed. maisonuv et larousse, Paris,480p.
- **Loussert, R., et Brousse, G., (1978).** L'olivier, techniques agricoles et production méditerranéenne. G.p. Maisonneuve et Lotose, Paris.1-3, 58, 62-77,128-136.
- **Lugasi A, Hovari J, Sagi, K V et Biro L, (2003).**The role of antioxidant phytonutrients in the revention of diseases.*ActaBiologica Szegedientsis*.1-4, 119-125 p.
- **Lutge U., Kluge M., Bauer G, (2002).** Botanique 3ème Ed : Technique et documentation. Lavoisier .Paris. 211p.

M

- **Macheix, J-J., Fleuriet, A. and Jay-Allemand C ,(2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Edited by Presses Internationales Polytechnique, Montréal, Que., Can.
- **Maillard M. N, (1996).** Thèse Doct., E.N.S.IA., Paris, 148p.
- **M., (2004).** Les anciens Amazighs avant les phéniciens : Mode de vie et organisation sociale. *AWAL*. 29: 17-31.
- **Maillard p. (1975).**L'olivier. Ed. INVUFLEC, Paris147p.
- **M. C. and Luna G (2002).** Characterization of monovarietal virgin olive oils. *European journal of lipid science and technology*., 104,614-637.

- **McMichael BL, Burke JJ. (1994).** Activité métabolique des racines de coton dans les sciences 122, 175-178. Kuroyanagi T, Paulsen GM. 1988. Botanique Environnementale et Expérimentale 34, 201-206. Cellule et environnement 11, 517-523.
- **McMichael BL, Burke JJ. (2002).** Effets de la température sur la croissance des racines. Dans : Y Waisel, Y Eshel, U Kafkafi, éd., Racines végétales : la moitié cachée, 3e éd. New-York : Marcel Dekker.
- **Mendil M, Sebai A (2006)** Catalogue Algérien des variétés d'olivier, l'olivier en Algérie : aperçu sur le patrimoine génétique autochtone 104p.
- **MestarGuechaoui N. (2019).** Effet des facteurs de l'environnement sur les activités antioxydant et bioinsecticide d'un extrait végétal aqueux de l'espèce *Olea europaea subsp. sylvestris* dans la région de Tizi Ouzou (Thèse de doctorat). Université Chadli Bendjedid El Tarf P66.
- **Miliauskas, G., Venskutonis, P. R., & Van Beek, T. A. (2004).** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry*, 85(2), 231- 237.
- **Mittler, R. (2017).** ROS are good. *Trends in plant science*, 22(1), 11-19.
- **MOREAUX S. (1999).** L'olivier. Ed. Actes Sud, Arles, 92p.

N

- **Naczki, M., & Shahidi, F. (2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography A*, 1054(1-2), 95-111.
- **Nawaz H., Shi J., Mittal G.S. et Kakuda Y. (2006).** Extraction of polyphenols from grape seeds and concentration by ultrafiltration, Separation and Purification Technology 48, 176-181.
- **Nikolova M.T. et Ivancheva S.V. (2005).** Quantitative flavonoid variations of *Artemisia vulgaris* L. and *Veronica chamaedrys* L. in relation to altitude and polluted environment. *Acta Biologica Szegediensis*, 49 (3-4) : 29-32.
- **Nkhili F.Z. (2009).** Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Thèse de doctorat en co-tutelle, spécialité: Sciences des Aliments. Université Cadi AYYAD. Marrakech. et Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, Montpellier. 328p.

O

- **Ouzid, S. (2017).** Mesure des polluants atmosphériques générés par la société des ciments de Tébessa (Doctoral dissertation, UMMTO).

P

- **Pansiot F. P. and Rebour H. (1961).** Improvements In olive cultivation. Ed. FAO, Rome, 249p.
- **Polese JM. (2009).** Olivier pas à pas. EDISSUD Provence: 9-12.
- **Piquemal G. (2008).** Les flavonoïdes (en ligne) : http://www.detoursante.com/index.php?Option=com_content&view=article&id=166&Itemid=215.
- **Petridis, A., Therios, I., Samouris, G. & Tananaki, C. (2012).** Salinity-induced Changes in phenolic compounds in leaves and roots of four olive cultivars (*Olea europaea* L.) and their relationship to antioxidant activity. *Environmental and Experimental Botany*, 79, 37-43.

R

- **Rossini, P. M., Rossi, S., Pasqualetti, P., & Tecchio, F. (1999).** Corticospinal excitability modulation to hand muscles during movement imagery. *Cerebral cortex*, 9(2), 161-167.
- **Rotondi A., Magli M. (2004).** Ripening of olives var. Correggiolo: Modification of oxidative stability of oils during fruit ripening and oil storage. *J. Food Agric. Env.* 2, p: 193-199.
- **Ribereau – gayon P, (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod. Paris. p254.
- **Richter G, (1993).** Composés phénoliques in *Métabolisme des végétaux: physiologie et biochimie*. Ed Presse polytechnique et universitaire romande. pp: 317-339.

- **Robards K., Prenzler P.D., Tucker G., Swatsitang P. Glover W, (1999).** Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66, 401-436.

S

- **Saffidinekarima. (2015).** Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *Carthamus caeruleus* L. et de *Plantago major* L. (thèse de doctorat). 55p.
- **Sarini –manchado P., chenynier V, (2006).** les polyphénol en agroalimentaire. Lavoisier.
- **Scalbert A, Williamson G, (2000).** Dietary intake and bioavailability of polyphénols. *J Nutr. Aug; 130 (8S Suppl): 2073S-80S.*
- **Scognamiglio A, B. D'Abrosca, S. Pacifico, V. Fiumano, P. DeLucab, P. Monaco, A. (2012).** Fiorentino. Caractérisation des polyphénols et évaluation des antioxydants des variétés *Olea europaea* cultivées dans le parc national du Cilento (Italie) *Food Res. Int.*, 46(1) (2012), pp. 294 – 303 Google Scholar.
- **Simmonds M.S. J, (2003).** Novel drugs from botanical sources. *Drug discovery today*, 16(8): 721-722.
- **Siguerdjidjene K, (2010).** Contribution à l'étude bibliographique de l'olivier *Olea europaea* L. Mémoire de l'Etude Supérieure en Biologie et Physiologie Végétale. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. Algérie. Pp: 3.
- **Sonia, S. A., Pinto, P. C., Silvestre, A. J., & Neto, C. P. (2010).** Chemical composition and antioxidant activity of phenolic extracts of cork from *Quercus suber* L. *Industrial Crops and Products*, 31(3), 521-526.
- **Souto XC, Chiapusio G, Pellissier F, (2000).** Relationships between phenolics and soil microorganisms in spruce forests: Significance for natural regeneration. *J Chem Ecol* 26: 2025-2034.
- **Skerget M., Kotnik P., Hadolin M., Hras A.R., and Simonic M., Knez Z, (2005).** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chem.* 89: 191-198.

T

- **Tahraoui A., EL-hilaly J., Israili Z. H. and Lyoussi B. (2007).** Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). *Journal of Ethnopharmacol.*, 110, 105-117.
- **Tapiero H., Tew K.D., Nguyen B.G., and Mathé G, (2002).** Polyphenol do they play a role in the prevention, of the human pathologies? *Biomed.pharmacother.* 56: 200-207.(cited in DjemaiZoueglache S, 2008).
- **Taylor L.P. & R. Jorgensen, (1992).**- Conditional male fertility in chalcone synthase-deficient petunia. *J. Hered.*, 83, 11-17.
- **Terral.(J.-F.) (1997).**début de la domestication de l'olivier en méditerranée nord-occidentale, mise en évidence par l'analyse morphométrique appliquée à du matériel anthracologique, *comptes rendus de l'académie des sciences, série Iia*,p417-425.
- **Tim T. P. C., et Lamb A. J.(2005).**Antimicrobial activity of flavonoids. *International journal of antimicrobial agents.*, 26 : 343-356.

V

- **Van der Meer I.M., M.E. Slam, A.J. van Tunen& J.N.M. Mol, (1992).**- Antisense inhibition of flavonoid biosynthesis in *Petunia* anthers results in male sterility. *The Plant Cell*, 4, 253-262.
- **Volpert R., W. Osswald& E.F. Elstner, (1995).**-Effects of cinnamic acid derivatives on indole acetic acid oxidation by peroxidase. *Phytochemistry*, 38, 19-22.

W

- **Wainstein J., Ganz T., Boaz M., Bar dayan Y., DOLEV E., Kerem Z. and Madar Z. (2012).** Olive leaf extract as a hypoglycemic agent in both human diabetic subjects and in rats. *Journal of Medicinal Food.*, 15, 1-6.
- **Woodhead S, (1981).**Environmental and biotic factors affecting the phenolic content of different cultivars of *Sorghum bicolor*.*Journal of ChemicalEcology*, 7(6): 1035-1047.

Z

- **Zoharyd., HOPF M and WEISS E. (2012).**Domesticationofplants in the OldWorld. 3.ed.New York: OxfordUniversityPress. 328p.

Résumé

Les plantes sont souvent exposées à des conditions environnementales hostiles. Les facteurs abiotiques et biotiques sont les agents principaux qui limitent leurs productivités et influencent leurs physiologies, dont le métabolisme secondaire. Ces plantes se défendent aux conditions extrêmes par le développement de divers mécanismes afin d'empêcher leurs extinctions. Cependant, elles ont la capacité de synthétiser des substances « secondaires » non indispensables pour leur vie mais qui jouent des rôles primordiaux dans leurs adaptations. Parmi ces molécules les composés phénoliques tels que les flavonoïdes. *Olea europaea* L. sylvestris ou oléastre est la sous espèce de l'olivier cultivé appartenant à la famille des oléacées, une espèce xyrophyte et sclérophylle dotée de diverses stratégies d'adaptations. Cette particularité fait de lui une espèce très abondante sur tout le pourtour méditerranéen. Pour cela notre étude s'est focalisée sur l'évaluation des teneurs de ces deux métabolites secondaires (polyphénols et des flavonoïdes) des racines d'oléastre par une extraction éthanolique.

Nous avons dosé les flavonoïdes en utilisant la méthode chlorométrique au chlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Les résultats obtenus en mg EQ /gRS révèlent des taux faibles de l'ordre de $1,68 \pm 0,45$ et $2,50 \pm 0,04$ pour l'horizon 1 et l'horizon 2 respectivement. Les polyphénols ont été évalués suivant la méthode spectrophotométrique adapté avec le réactif de Folin-Ciocalteu et les résultats montrent la richesse d'oléastre en PPT avec des teneurs de l'ordre de $281,48 \pm 26,83$ et $295,68 \pm 17,54$ mg EAG/gRS pour H1 et H2. Ces variations entre les teneurs signalent l'influence des contraintes imposées par l'environnement sur la synthèse des métabolites secondaires.

Mots clés :

Conditions environnementales, polyphénols, flavonoïdes, *Olea europaea* L. sylvestris.