

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES  
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES.

## Mémoire de fin d'étude

En Vue de L'obtention du Diplôme de Master 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 Fréha**

### Présenté par

-M<sup>elle</sup> HAROUNI Lydia

-M<sup>elle</sup> CHEKINI Sara

### Devant le jury composé de

- Présidente : M<sup>me</sup> IRATNI G.

MCB

- Co promotrice : M<sup>me</sup> GUECHAOUI MESTAR N.

MCB

- Examineur: M<sup>r</sup> LHADJ MOHAND G.

MAA

Promotion 2020/2021

# Remerciement

**Tout d'abord, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé  
Et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.**

**Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide  
De notre Promotrice Madame BOUDIAF- NAIT KACI M. Professeur à l'UMMTO de  
Tizi-Ouzou qui nous a quitté très tôt malheureusement. On ne trouve pas plus que vous le désir  
de vous lire ce mémoire pour vous l'offrir... Que Allah ait pitié de vous dans son paradis  
inchaAllah**

**Vous étiez une femme brave, généreuse et très disponible pour aider ses amis et ses collègues.  
J'espère que, du monde qui est le sien maintenant, il apprécie ce beau geste comme preuve de  
reconnaissance. On vous remercie du fond du cœur pour votre orientation, soutien, amitié  
ainsi que vos précieux conseils et surtout pour les critiques et les surnoms qu'on n'oubliera  
jamais. Merci de nous avoir fait découvrir le monde de la pédologie. Sans votre confiance et vos  
encouragements, le projet n'aurait jamais pu s'achever**

**On remercie Notre Co-promotrice Mme GUECHAOUI MESTAR N . Pour son aide,  
conseils, et sa patience qui nous ont été utiles pour la valorisation de ce travail.**

**Nous exprimons nos remerciements pour Mme HOUCIENI M. pour ces précieux  
conseils ainsi que son aide et orientations.**

**Nos vifs remerciements vont :  
Aux membres de jury, de nous avoir fait l'honneur d'examiner et de juger notre présent  
travail.**

**Madame IRATNI GH. D'être présidente de notre travail.  
Monsieur LHADJ MOHAND GH. D'être notre examinateur.**

**A toute personne qui a participé de près ou de loin à l'accomplissement  
De ce mémoire soit sincèrement remerciée.  
Enfin, nous remercions affectueusement nos parents pour leur soutien et leur  
encouragement continu.**

**Lydia & Sara**

# Dédicaces

*Louange à dieu avant tout...*

*Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions je dédie cet humble travail:*

*A ceux, qui sans eux rien n'aurait pu être...Mes parents. Rien ne peut exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Vous avez su m'inculquer les valeurs nobles de la vie, m'apprendre le sens du travail, et de la responsabilité. Je n'arriverai jamais à vous remercier autant que vous le méritez. Merci pour votre esprit attentif et le soutien que je trouve toujours auprès de vous. Que Dieu vous accord une longue vie pleine de santé.*

*A ceux et celles qui embellissent ma vie...Mes frères Kamel et Smail ainsi que leurs épouses Nawal, Feriel. Mes chères sœurs adorées Lamia, Kamelia, Cylia et Sabrina ainsi que leurs époux. Merci d'avoir été toujours là pour moi, un grand soutien moral et encouragements tout au long de mes études.*

*A ceux qui me donnent la joie de vivre mes adorables nièces et neveux Elise, Aylan, Nazim, Yanis, Amélia, anais, samy, Aksil et massine Je vous souhaite un bel avenir plein et de succès.*

*A celui qui a su m'épauler et me remonté le moral dans les moments les plus difficiles, qui m'a toujours témoigné un soutien sans faille et qui ne cesse de me tirer vers le haut...Ma moitié Hocine. Sans toi je ne serai pas arrivée jusque là.*

*A mes chères amies de longue date et qui sont toujours présentes Katia, Sarah, Soraya, ourdia pour leur réconfort moral, pour les instants de joie partagés en leur compagnie.*

*A mes chères amies et camarades Lydia, Sakina, Yasmine, Zouzou et Akila que je remercie pour leur aide qui m'a été précieuse, pour les moments de joie et de peine qu'on a partagé ensemble durant toute la période de nos études.*

*A tous mes enseignants depuis le primaire jusqu'au cycle universitaire en particulier Madame Boudiaf- Nait kaci. M lah yarhem qui ma beaucoup marquée.*

*A tout ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*A toute la promotion BUP 2020/2021.*



*Sara*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :  
A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, la source d'amour qui ma bénie par ses prières  
...Ma Chère Maman.*

*A mon support dans ma vie ...Mon cher Papa.  
Que vous dire, mes chers parents, vous étiez toujours là pour m'écouter, me soutenir, me  
réconforter et m'encourager dans les moments de doute....Tous les mots ne suffiraient pas...Sans  
vous, rien n'aurait été possible, merci pour votre soutien et votre amour.*

*A ma chère sœur Djidji qui m'a toujours soutenue.*

*A mes chers frère Amine & Rayane qui ont toujours étaient a mes cotés.*

*A mon petit neveu adoré : Omar.*

*A mes chères cousines et cousins qui ont toujours étaient la pour moi.*

*A mon cher ami Saïd*

*A toutes mes copines ; Sara, Sakina, yasmine, akila, Zohra & Imene*

*A tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail  
de près Comme de loin.*



*Lydia*

---

**Sommaire****Résumé****Introduction.....01****I. Première partie : Synthèse bibliographique sur l'espèce de l'oléastre****1. Présentation de l'espèce.....03****2. Origine de l'oléastre .....03****3. Aspect botanique .....04****3.1. Classification.....04****3.2. Noms vernaculaires.....05****4. Description de l'oléastre .....05****5. Répartition géographique .....10****5.1. Répartition dans le monde.....10****5.2. En Algérie .....11****6. Exigences de l'oléastre.....12****6.1. Exigences climatiques .....12****6.2. Exigences édaphiques .....12****7. Différence entre l'olivier cultivé et l'olivier sauvage .....12****8. Importance de l'oléastre et ses effets sur la santé.....14****II. Deuxième partie : Synthèse bibliographique sur les métabolites secondaires****1. Introduction .....17****2. stress oxydatif .....17****3. radicaux libres ..... 18****4. Facteurs responsables du stress chez les végétaux ..... 18****4.1. Facteurs abiotiques ..... 18**

4.2. Facteurs biotiques.....	20
5. Interaction plantes- environnement.....	20
6. Métabolites secondaires.....	22
6.1. Définition.....	22
6.2. Classification.....	23
6.2.1. Les composés phénoliques .....	23
6.2.1.1. Les flavonoïdes .....	25
7. Biosynthèse et localisation des métabolites secondaires .....	27
8. Rôles des polyphénols .....	28
9. Rôles des flavonoïdes .....	28

## Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	31
1.1. Situation géographique.....	31
1.2. Description du site d'étude.....	32
2. Echantillonnage des racines .....	34
3. Extraction éthanolique .....	36
4. Dosage des flavonoïdes Totaux.....	38
5. Dosage des polyphénols totaux.....	40

## Chapitre III : Résultats et discussions

1. Détermination des polyphénols et flavonoïdes totaux.....	42
Conclusion .....	49

Références bibliographiques

## Liste des figures :

N	Titre	page
01	La classification botanique de l'arbre de l'olivier sauvage selon Ghedira, (2008).	05
02	Aspect buissonnant de l'Oléastre de la région de Fréha (Chekini et Harouni, 2021)	06
03	Forme lancéolée des feuilles de l'olivier sauvage de la région de Fréha (Chekini et Harouni, 2021)	07
04	L'aspect des fleurs de l'olivier sauvage de la région de Fréha (Harouni et Chekini, 2021).	08
05	L'aspect des fleurs de l'olivier sauvage de la région de Fréha (Harouni et Chekini, 2021).	08
06	Fruit d'oléastre (Rossini, 1999)	09
07	Les racines de l'olivier sauvage (Chekini et Harouni, 2021)	10
08	Distribution naturelle d'Olea europea dans le monde (Rubio de Casas et al., 2006).	12
09	Répartition de l'olivier sauvage en Algérie selon les zones les plus importantes.	13
10	Physionomie de l'oléastre et de l'olivier cultivé (Chekini et Harouni, 2021)	15
11	L'huile de l'oléastre	17
12	Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant (Nkhili, 2009).	18
13	Réponses des plantes au stress de la sécheresse (Kumar et al., 2018, modifié).	20
21	Réaction de défense d'une plante après une attaque par un agent pathogène (Benhamou et Rey, 2012).	22
22	Classification des métabolismes secondaires en plusieurs groupes .	24
23	Structure de base des polyphénols (Manallah, 2012)	25
24	Principales classes de polyphénols (OLIVER et al., 2016).	26
25	Structure de base des flavonoïdes (Abedini, 2013).	28
26	Schéma des différents rôles connus des composés phénoliques chez les végétaux ( Dixon et Paivai, 1995).	32

## Liste des figures :

27	Situation géographique du site de Fréha. (Google earth, 2019).	33
28	Aspect physiognomique du peuplement d'oléastre dans le site de Fréha (Chekini et Harouni, 2021).	34
29	Les espèces composant le cortège floristique sylvatique de l'oléastre. A : Pistacia lentiscus ; B : Erica arborea et C : Myrtus communis (Mestar-Guechaoui, 2019).	34
30	Espèces témoins de l'état dégradé du site. A : Asphodelus microcarpus ; B : Genista tricuspidata et Calycotome spinosa (Mestar-Guechaoui, 2019).	35
31	Labourage du sol à l'aide d'une pioche	35
32	Ramassage des racines d'oléastre	36
33	Nettoyage des racines	36
34	Séchage des racines	36
35	Broyage des racines	37
36	Obtention d'une poudre fine	37
37	Conservation de la poudre	37
38	Protocole d'extraction éthanolique des racines de l'oléastre (Ouzid et al., 2017 modifié)	38
39	Protocole de dosage des flavonoïdes (Ibrahim et al. 2015)	40
40	Protocole de dosage des polyphénols (Li et al., 2007)	41
41	. Distribution des teneurs en (PPT), (FT) des extraits d' <i>O. europaea</i> subsp <i>sylvestris</i> .	43

## Liste des tableaux

---

<b>N</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	critères d'identification de la forme sauvage et cultivée de l'olivier (GREEN, 2002).	14
02	Situation géographique de la zone d'étude.	31
03	concentration des polyphénols et des flavonoïdes totaux de l'extrait éthanolique des racines d' <i>O. europaea</i> subsp <i>sylvestris</i> .	43
04	Comparaison des teneurs en PPT et des FT des organes végétaux d' <i>O. europaea</i> subsp <i>sylvestris</i> .	44
05	tableau récapitulatif des espèces comparées.	47

## LISTE DES ABREVIATIONS

**EAG** : Equivalent d'Acide Gallique.

**ROS** : Espèces réactives de l'oxygène.

**EQ** : Equivalent de Quercitine.

**FT** : Flavonoïdes Totaux.

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

**H** : Horizon.

**MS** : Matière sèche.

**mg** : Milligramme.

**µm** : Microgramme.

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : Carbonate de sodium.

**NO\*** : Monoxyde d'azote.

**O** : *Olea*.

**ONOO-** : Peroxynitrite .

**O<sub>2</sub>\*** : Superoxyde

**\*OH** : L'hydroxyle.

**O<sup>•2</sup>** : Anions superoxyde.

**<sup>1</sup>O<sub>2</sub>** : L'oxygène singulet

**PV** : Poudre verte RS.

**PPT** : Polyphénols Totaux.

**RS** : Résidu sec.

**SOD** : Superoxyde dismutase.

**UV** : Ultraviolet.

**%** : Pourcentage.

**E** : Est.

**N** : Nord.

**CM** : Centimètre.

**MIN** : Minutes.

**NIV** : Niveau.

**T°** : Température.

**NM** : Nanomètre.

**ML** : Millilitre.

**H** : Heure.

**FIG** : Figure.

**TAB** : Tableau.

**LEA** : Late embryogenesis abundant proteins.

**ABA** : Acide abscissique.

**NAC** : La N-acétylcystéine.



La valorisation des ressources naturelles est une préoccupation qui devient de plus en plus importante dans de nombreux pays, entre autres l'Algérie qui représente le plus grand pays riverain de la méditerranée (Ozenda, 1997 ; Ould El Hadj et al., 2003 ; Yahy et Benhouhou, 2010). Cette dernière est soumise à un climat xérothermique c'est-à-dire un été très chaud et un hiver très frais (Benabadji et Bouazza, 2000). Il se caractérise par une grande diversité phytionomique constituée de plusieurs zones importantes pour les plantes. Celles-ci sont caractérisées par une diversité floristique élevée et une richesse en espèces endémiques (Quezel et Santa 1962). Cette richesse et cette originalité font que l'étude de la flore de l'Algérie présente un intérêt scientifique fondamental pour la connaissance et le savoir dans le domaine de la valorisation des plantes (Chouaki, 2006).

Parmi les plantes médicinales rencontrées dans le milieu naturel, se trouve l'espèce *Olea europea* L., notamment la sous espèce sauvage l'oléastre ou *Olea europea* subsp *sylvestris*. Une espèce qui a gardé de ses origines sa thermophilie mais aussi sa relative exigence en eau qui l'exclut des zones les plus arides du sud de la méditerranée (Aranda et al., 2011). Entre autres, 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 notamment les polyphénols et les flavonoïdes qui lui procurent des propriétés biologiques (Aouidi, 2012).

Les populations d'oliviers sauvages sont distribuées dans différents environnements sur différentes altitudes (Bouabdallah, 2014), et sont parfois confrontées à des conditions défavorables telles que l'excès de lumière, les attaques des ravageurs, les longues saisons sèches... Ces conditions infligent aux populations, surtout des régions montagneuses et accidentées telle que la région de Tizi-Ouzou des stress biotiques et abiotiques (Belarbi et al., 2011 ; Sofu et al., 2012 ; Gherib, 2015). Ces stress peuvent entraîner la formation des radicaux libres (ROS) qui provoquent un déséquilibre au niveau d'une plante en affectant son intégrité et sa stabilité génétique (Garrett et al., 2006). Pour y faire face, l'oléastre active en l'occurrence, des processus métaboliques visant à répondre aux différents stress afin de s'acclimater et de survivre en synthétisant des substances actives dites métabolites secondaires (Quezel et Médail, 2003 ; Belarbi et al., 2011 ; Sofu et al., 2012 ; Gherib, 2015 ; Saar et al., 2015).

Pour mieux comprendre le rôle de ces métabolites dans la cellule végétale, plusieurs travaux se sont orientés vers l'explication de leur modalité d'action et d'intervention dans une

plante, entre autres, Duarte et *al.* (2012) et Di Fedinando et *al.* (2014). Ces auteurs ont relaté l'interaction entre les changements des facteurs de l'environnement et la biosynthèse des métabolites secondaires en cas de stress.

A cet effet, et dans le cadre de la valorisation de la flore végétale Algérienne, on s'est intéressé dans la présente étude à l'espèce sauvage de l'olivier qui est l'oléastre (*Olea europea L. subsp. europaea var. sylvestrie*) et plus particulièrement à leurs racines.

Dans ce contexte, l'objectif global de cette étude était de déterminer le contenu phénolique et flavonoïdes total des extraits racinaires d'*Olea europea L. subsp. europaea var. sylvestris*.

Notre travail a été divisé en trois chapitres :

- **Le premier chapitre** est réservé à la synthèse bibliographique (présentation générale de l'espèce étudiée, les métabolites secondaires ainsi qu'au stress biotique et abiotique).
- **Le deuxième chapitre** décrit le matériel et les méthodes expérimentales utilisés pour le dosage des polyphénols totaux et flavonoïdes.
- **Le troisième chapitre** est consacré à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus avec des études ultérieures.

Enfin, une conclusion générale résumant les résultats de notre travail, ainsi que quelques perspectives.

## I. Première partie : Synthèse bibliographique sur l'espèce de l'oléastre

### 1. Présentation de l'espèce

L'oléastre (*Olea europaea subsp. europaea var. sylvestris*) est un arbre appartenant à la famille des oléacées et a une population sauvage vraie, c'est-à-dire une lignée *Olea europaea* qui se propage sans l'intervention humaine (Besnard et Bervillé, 2000 ; Breton et Bervillé, 2012). Le genre est appelé *Olea* et comporte 30 espèces différentes réparties sur la surface du globe (Sanna, 2017). L'oléastre est une plante oléagineuse d'où on peut extraire à partir de son fruit une huile de bonne qualité en termes de composés mineurs qui est très utilisée pour ses diverses vertus thérapeutiques (Sidi Mammam, 2011). L'oléastre est particulièrement résistant à la sécheresse, par conséquent, il est très précieux pour l'écologie des pays de l'Afrique du Nord, car il permet de lutter contre la désertification (Maillard, 1975).

Les peuplements d'oléastres ou oliviers sauvages sont climaciques à l'étage thermoméditerranéen et constituent des reliques de la végétation méditerranéenne antique. Ce sont alors pour la plupart d'entre eux des peuplements anciens, contrairement aux vergers de cultivars (Tassin, 2012).

### 2. Origine de l'oléastre

Les origines lointaines de l'olivier sauvage (*Olea europaea subsp. europaea var. sylvestris*) remontent à l'ère tertiaire. En effet, l'olivier domestique a coexisté de tout temps avec sa forme sauvage, l'oléastre (Tissier, 2006). L'étude des noyaux de fruits d'oléastres et des restes de bois carbonisés a permis de mettre en évidence une protoculture et une exploitation de l'olivier avant l'antiquité (cinq millénaires avant notre ère). C'est ainsi que de nombreuses nouvelles variétés provenant de différents endroits de la méditerranée se sont installées suite aux mélanges des techniques et des savoir-faire qui se sont transmis de génération en génération (Terral 1996 ; Terral et al., 2009 ; Terral et al., 2012 ; Ater et al., 2016 ; Boudy et Terral, 2016).

Selon Chevalier, (1948), l'*Olea europaea var. oleaster* proviendrait de noyaux perdus ou d'arbres cultivés antérieurement puis abandonnés, donnant des populations d'individus qui retournent à l'état sauvage.

Actuellement, l'hypothèse de travail révèle que l'oléastre se serait introduit dans le bassin méditerranéen quand le contact s'est établi entre l'Afrique du Nord et l'Espagne, la

Sicile et l'Italie. Des feuilles d'olivier sont datées de 40000 ans dans l'île de Santorin. Puis l'oléastre a colonisé le pourtour méditerranéen d'abord à l'Ouest (Quézel, 1995), là où l'on observe actuellement le maximum de diversité (Breton et *al.*, 2006).

Récemment, des botanistes considéraient que l'olivier avait été domestiqué dans le Croissant fertile, comme les céréales, d'où il fut introduit dans le Bassin méditerranéen (Chevalier, 1948 ; Turril, 1951). L'oléastre de l'Ouest du Bassin méditerranéen ne serait alors qu'une forme échappée de culture qui serait ensauvagée, dite forme férale (Besnard et Bervillé, 2000).

### 3. Aspect botanique

#### 3.1. Classification

Selon Ghedira, (2010), *Olea europaea* subsp *sylvestris* appartient à la famille des oléacées.. L'espèce Méditerranéenne est "*Olea europaea*", dans laquelle on trouve l'oléastre ou l'olivier sauvage, et l'olivier cultivé. Les techniques de la biologie moléculaire ont apporté un positionnement exact de l'olivier sauvage depuis le siècle dernier (Artaud, 2008) (Fig.1)

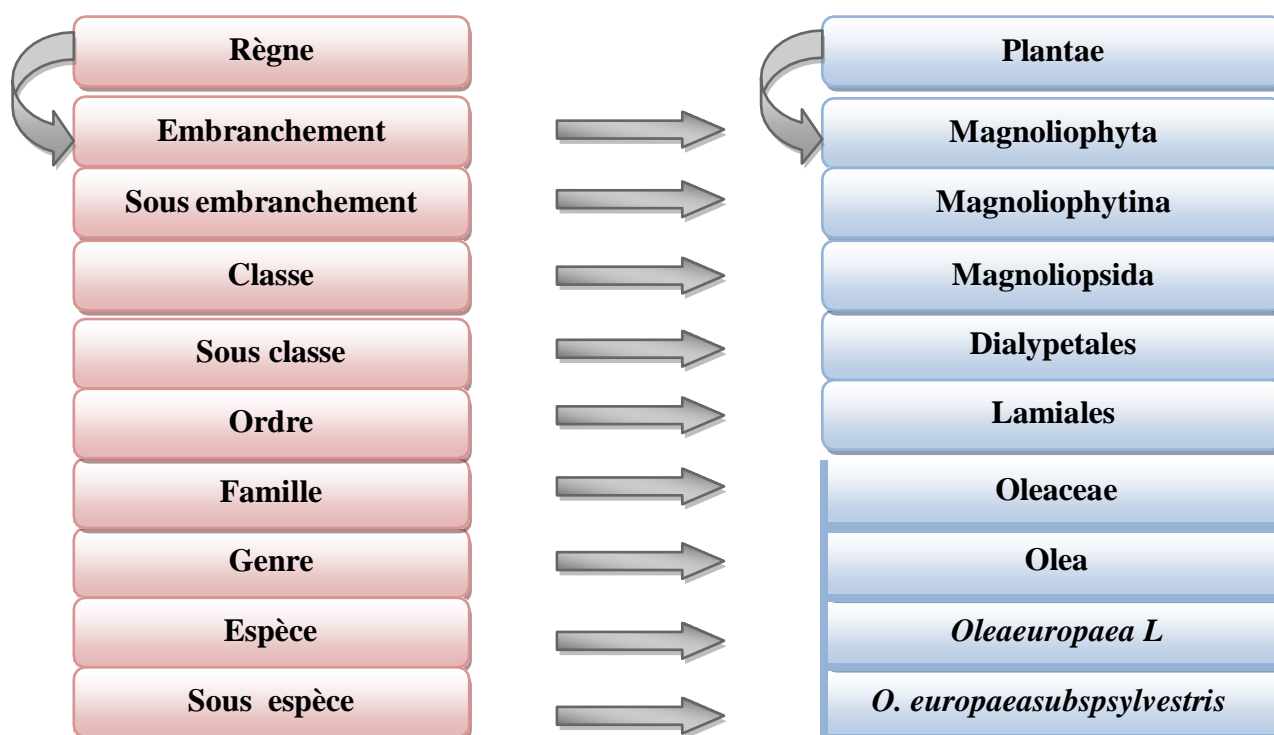


Figure 1. Classification botanique de l'arbre de l'olivier sauvage selon Ghedira, (2008).

### **3.2. Noms vernaculaires**

L'oléastre (olivier sauvage) :

- ❖ Azzemmour, désigné sous cette appellation en Kabylie et dans le haut Atlas au Maroc (Boudribila, 2004).
- ❖ Arabe : zebbouj, berbère : Azemmour (Jacques-Meunié, 1982).
- ❖ Arabe. : zenbotidje, berbère : Tazebboujt (De Candolle, 1883).
- ❖ L'olivier greffé : arabe : zitoun, berbère : Tazemmourt (De Candolle, 1883).
- ❖ Français : oléastre, olivier sauvage.
- ❖ Anglais : Wild olive, oleaster.

### **4. Description de l'oléastre**

L'oléastre est un arbuste buissonnant de 4 à 6 m de hauteur, très rameaux et épineux, à feuilles et fruits ordinairement petits avec un tronc lisse et gris ainsi que des branches quadrangulaires et régulières (Fig.2). Contrairement à l'espèce cultivée où le tronc est bien structuré puis ramifié en plusieurs branches (Beddiar *et al*, 2007 ; Boucher *et al.*, 2011). L'oléastre est une espèce sempervirente (toujours verts), à feuillage persistant avec une longévité généralement de plus de 500 ans (Djeziri , 2012).



**Figure 2. Aspect buissonnant de l'Oléastre de la région de Fréha (Chekini et Harouni, 2021)**

▪ **Feuille**

Selon Quezel et Santa (1962), Bruneton, (1993) et Hannachi et *al.*, (2009), les feuilles de l'oléastre sont courtes, de longueur moyenne d'environ 4-10 cm et de 1-3cm de largeur, ovales ou ovales lancéolées, la face inférieure est pubescente le long des nervures de couleur blanc argenté (A) et la face supérieure verte foncée luisante et lisse (B) (Fig.3). Ces feuilles sont persistantes et opposées avec une durée de vie de 3ans.



**Figure 3. Forme lancéolée des feuilles de l'olivier sauvage de la région de Fréha (Chekini et Harouni, 2021)**

D'après Boudhrioua et *al.*,(2009), c'est grâce à sa feuille que l'oléastre peut survivre en milieu aride. Quand il pleut, les cellules foliaires s'allongent pour emmagasiner l'eau.

▪ **Fleur**

L'oléastre commence à fleurir et à produire le fruit à l'âge de 8 ans, sa période de floraison se situe en Mai-Juin (Boucher et *al.*, 2011). Les fleurs de l'oléastre sont hermaphrodites, petites et blanches, à quatre pétales et réunis en grappes dressées à l'aisselle des feuilles (Bruneton, 1999 et Ghedira, 2008) (Fig.4).



**Figure 4. L'aspect des fleurs de l'olivier sauvage de la région de Fréha (Chekini et Harouni, 2021).**

▪ **Fruit ou drupe**

Le fruit de l'oléastre est petit (Fig.5) avec une faible épaisseur de pulpe donnant ainsi peu d'huile. (Comte, 1990). Les fruits de la plupart des oliviers sauvages ont une forme elliptique, avec un faible poids, ovoïde. La pluie de septembre est importante pour la maturation de son fruit (Pansiot et Rebour, 1961). En effet, à maturité son noyau est fusiforme et noir (Iserin, 2001 ; Artaud, 2008).



**Figure 5. La forme ovoïdale du fruit d'oléastre de la région de Fréha (Chekini et Harouni, 2021).**

Le fruit d'oléastre est composé de trois parties (Fig.6)

- **épicarpe** : c'est la peau de l'olive qui est une cuticule 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.

- **mésocarpe** : c'est la pulpe du fruit ; elle est constituée de cellule qui stocke les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive.
- **endocarpe** : est constitué par un noyau fusiforme, très dur, il contient deux ovaires dont l'un stérile et le second produit un embryon (Loussert et Brousse, 1978).

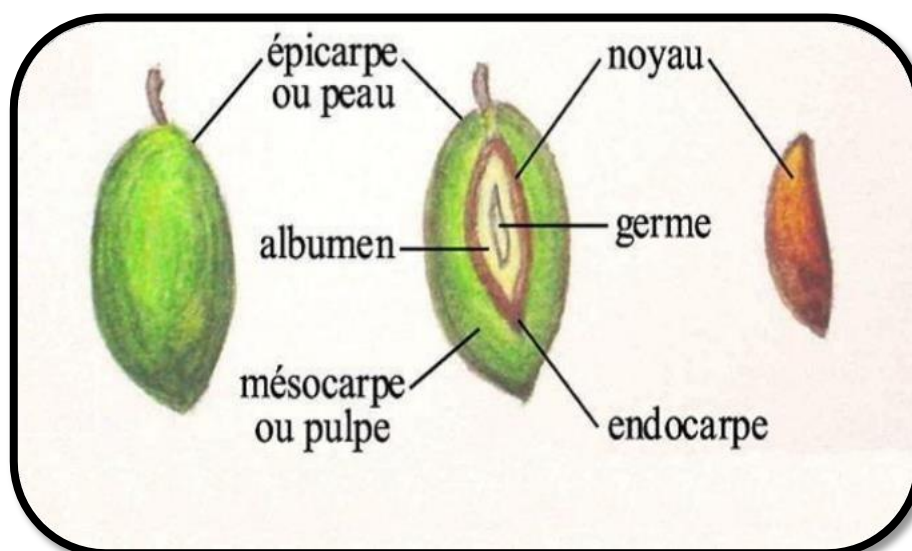


Figure 6. Fruit d'oléastre (Rossini, 1999).

### ▪ Racines :

L'oléastre possède un système souterrain puissant et fasciculé. Le réseau de racines forme une couche ligneuse appelée la matte, dans laquelle s'accumulent des réserves et qui va permettre de puiser une très grande quantité d'eau dans le sol. Grâce au système racinaire traçant et très développé, l'oléastre peut vivre plusieurs années sur ses réserves (Sadki, 1988) (Fig.7).

Les racines d'oléastre sont ordinairement horizontales très allongées, chargées des chevelures se limitent en général au premier mètre du sol selon la disponibilité en eau (Rozier,

2015). En effet, dans les cultures irriguées les racines d'oléastres se trouvent concentrées à une profondeur de 60 à 80 cm. En revanche, dans les régions où la pluviométrie est moyenne (200 mm), les racines peuvent aller jusqu'à 6 m de profondeur à la recherche de l'humidité (Lavee, 1997)

Le développement du système racinaire de l'arbre est surtout en fonction des caractéristiques physiques et chimiques du sol, l'olivier sauvage adaptera son système racinaire à la profondeur du sol, sa texture et sa structure (Kasraoui, 2010). En effet, dans les sols profonds très imperméables, aérés et légers, le système racinaire de l'oléastre est à tendance pivotant, les racines peuvent atteindre donc 6 à 7 m de profondeur. Par contre, dans les sols lourds, peu ou non aérés et peu profonds, le système racinaire est à tendance fasciculé, les racines se développent alors latéralement (superficiellement) et seront très ramifiées et portent un nombre élevé de radicelles (Loussert et Brousse, 1978). Dans les sols à profil non uniforme, l'oléastre développe un système racinaire différencié selon la compatibilité et l'aération des couches du sol. C'est-à-dire, on peut trouver à la fois la forme fasciculée et pivotante (Lavee, 1997).



**Figure 7. Les racines de l'olivier sauvage (Chekini et Harouni, 2021).**

La racine est un organe vital, se forme très tôt dès le début de la germination avec des rôles mécaniques d'encrage et de stabilisation pour la plante, la nutrition, l'accumulation des réserves. Une relation étroite est établie avec l'environnement sol grâce aux exsudats racinaires et les excréments, qui sont un support d'association symbiotique complexe avec les microorganismes (Meyer et Reeb, 2008).

## 5. Répartition géographique

### 5.1. Répartition dans le monde

L'olivier sauvage pousse à une altitude de 1000 à 3000 m dans la zone aride qui s'étend, en arc de cercle, du Tibet au Cap de Bonne-Espérance, en passant par le Cachemire, l'Arabie Saoudite, le Soudan, l'Éthiopie et l'Afrique du Sud-Est (Breton et *al.*, 2006).

L'oléastre occupe les zones les plus chaudes de la région méditerranéenne (Carrion et *al.*, 2010), il pousse abondamment dans une forêt épaisse. Par ailleurs ces populations d'olivier sauvage sont limitées à quelques secteurs isolés des forêts natales de la méditerranée où le pollen peut être distribué par le vent et les oiseaux (Lumaret et *al.*, 2004), ces formes spontanées sont répandues notamment en Espagne, au Portugal, en Afrique du Nord, en Sicile, en Crimée, au Caucase, en Arménie et en Syrie. Il a été également retrouvé en Italie et dans le sud de la France pendant l'Holocène (Boudy et Terral, 2016). Bien qu'il soit originaire d'Asie mineure, l'olivier s'est rapidement étendu à tout le bassin méditerranéen grâce aux Grecs et aux Romains lors de leur colonisation, actuellement il est retrouvé même au Japon (Artaud, 2008). Pour Tassin (2012), les limites géographiques de l'oléastre s'étendent de l'ouest (Maroc, Espagne) vers l'est du bassin méditerranéen (Fig.8).

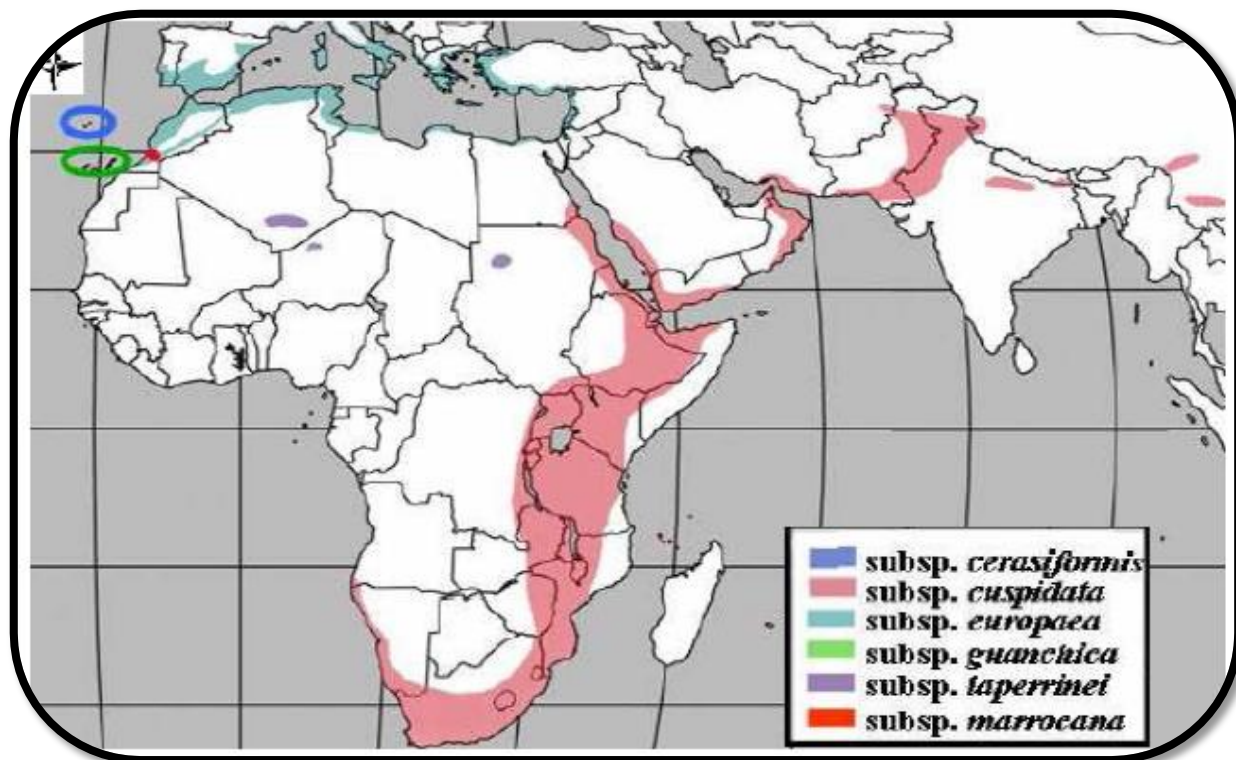


Figure 8. Distribution naturelle d'*Olea europaea* dans le monde (Rubio de Casas et *al.*, 2006).

### I.5.2. En Algérie

En Algérie, l'oléastre se répartit en trois zones importantes :

- La zone de la région ouest, représentant 31 400 Hectares repartis en cinq wilayas qui sont : Tlemcen, Ain-Temouchent, Mascara, Sidi Bel Abbes et Relizane.
- La zone de la région centrale, de loin la plus importante, elle couvre une superficie de 110 200 Hectare, repartis en : Ain Defla, Blida, Boumerdes, TiziOuzou, Bejaia, Bouira.
- La zone de la région Est, représentant 49 900 Hectares, est repartis en : Jijel, Skikda, Mila et Guelma (Khoumeri, 2009).

Il a été également rapporté que *O. sylvestris* est une variété spontanée très répandue au nord de l'Algérie, notamment la région de Kabylie (Battandier et Trabut, 1888) (Fig.9).

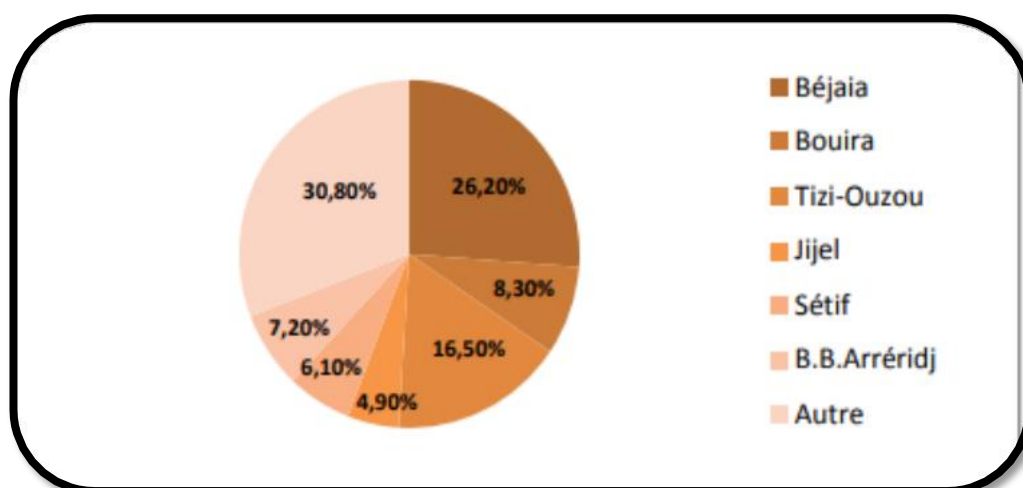


Figure 9. Répartition de l'olivier sauvage en Algérie selon les zones les plus importantes (Khoumeri, 2009).

A ce jour, aucune étude n'a été réalisée pour faire l'inventaire de ce patrimoine et en identifier les populations d'appartenance (Boualem, 2007). D'ailleurs à l'état actuel des choses, personne ne peut affirmer si les oléastres d'Algérie appartiennent aux populations férales, c'est-à-dire, des oléastres issus d'oliviers ayant été cultivés ou aux vraies populations sauvages (Sidi Mammar, 2012).

## **6. Exigences de l'oléastre**

### **6.1. Exigences climatiques**

L'oléastre est une espèce héliophile (organisme ayant besoin de lumière pour se développer). Sa répartition dépend du climat d'où il évite les territoires froids et s'éloigne des climats secs. Malgré son tempérament xérophyte et thermophile, l'aridité extrême et le gel peuvent entraîner une chute des feuilles, des brûlures, ou encore éclatement de l'écorce des arbres (Comte, 1990). Il a besoin d'une température moyenne annuelle comprise entre 16 et 22°C mais il tolère bien de grands écarts de températures. Par ailleurs, en hiver les jeunes plantes peuvent résister à des températures allant de -8 à -10°C et de -12 à -14°C pour les sujets les plus âgés. Les arbres peuvent supporter ces températures à condition que leur chute ne soit pas trop brutale, ni trop tardive (Comte, 1990). En outre, l'oléastre ne craint pas les insulations et ne manifeste pas une grande exigence pluviométrique, en effet une pluviométrie de 500 à 700 mm est suffisante, il peut même s'adapter à des régions arides comme le Sahel ou Jordanie, en effet, l'accumulation du mannitol au niveau racinaire joue rôle majeur en cas de pénurie d'eau (Dichio et *al.*, 2003).

### **6.2. Exigences édaphiques**

Les peuplements à oléastres sont très répandus sur les terrains accidentés. Néanmoins, l'espèce préfère le calcaire et les schistes et présente un meilleur développement sur des sols profonds, perméables, bien équilibrés en éléments fins avec un pH variant entre 6,2 à 7,5. Toutefois, elle nécessite un sol à pH neutre (Loussert et Brousse, 1978 ; Chatzissavidis, 2002; Walali et *al.*, 2003 ; Bendi, 2017).

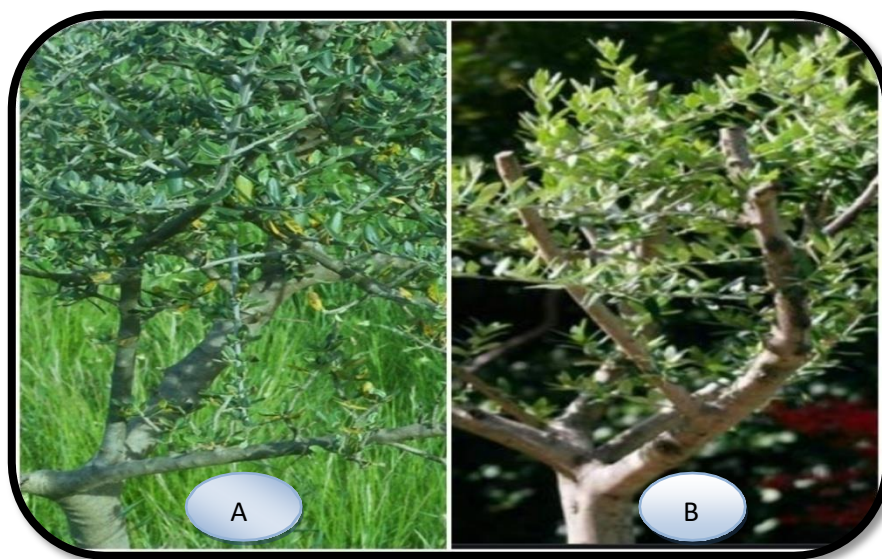
Le sol doit être bien aéré pour permettre l'apport d'oxygène aux racines. En effet, l'oxygène est nécessaire pour une bonne assimilation de l'eau et des éléments minéraux. Les sols filtrants, avec cailloux et graviers, seront donc préférés aux sols asphyxiants, comme les sols argileux. Les terrains humides sont à éviter. Un dicton dit : "l'olivier aime l'eau qui passe sur ses racines et déteste l'eau qui stagne." L'eau stagnante asphyxie le système racinaire et peut entraîner l'apparition de maladies et de parasites (Argenson, 1999).

### **1.7. Différence entre l'olivier cultivé et l'olivier sauvage :**

L'olivier se présente sous deux formes distinguées par les botanistes, un olivier sauvage qui se nomme oléastre « *Olea europaea subsp. europaea var. sylvestris* » (A) (Fig10) et un olivier cultivé « *Olea europaea subsp. europaea var. sativa* » (B) (Fig. 10).

L'oléastre diffère de l'olivier cultivé par la présence des pousses courtes et épineuses, des fruits de petite taille avec moins de mésocarpe, une faible teneur en huile et par un stade juvénile long (Terral et Arnold, 1996). De plus, l'oléastre se reproduit par graine, contrairement à l'olivier cultivé qui a besoin d'être greffé pour retrouver les vertus de l'arbre dont il est issu (Berti, 2005). Or, la différenciation entre ces deux n'est jamais très nette sur le terrain selon la morphologie des feuilles ou des fruits, ni en laboratoire avec les marqueurs de l'ADN car les flux de gènes entre les deux formes sont permanents depuis la domestication de l'olivier (Sanna, 2017). Il existe de nombreuses formes férales issues de noyaux et poussant sur un sol pauvre qui ressemblent à un oléastre. Un olivier, issu d'un noyau féral ou d'oléastre, conserve pendant de nombreuses années, voire plusieurs dizaines d'années, un port juvénile (petites feuilles opposées, rameaux piquants, absence de floraison). Sur le plan génétique, ils sont considérés comme très proches, il n'y a donc que l'analyse moléculaire de l'ADN pour déterminer si les polymorphismes s'apparentent à ceux de l'olivier ou de l'oléastre (Breton et *al.*, 2006).

Le tableau I représente les principaux critères de différenciation entre l'olivier cultivé et l'olivier sauvage.



**Figure 10. Morphologie de l'oléastre et de l'olivier cultivé (Chekini et Harouni, 2021).**

Tableau I : critères d'identification de la forme sauvage et cultivée de l'olivier (Green, 2002).

Olivier / Critères	Architecture de l'arbo	Forme et taille des feuilles	Taille des fruits	Mésocarpe
Sauvage	Arbuste de 4 à 6m, dense, branches minces, courtes et épineuses	-Ovale à elliptique -3 à 8 cm de long	1 cm	Charnu et mince
Cultivé	Arbre qui peut atteindre 15 m avec plusieurs troncs	Lancéolée à elliptique	2 à 4 cm de long	Charnu et dense

## 8. Importance de l'oléastre et ses effets sur la santé

Les populations d'olivier sauvages sont considérées comme source précieuse de variabilité génétique qui constitue une banque de gènes qui permet l'adaptation de l'agriculture en fonction de la variation du milieu. Bien qu'il ait un faible intérêt économique, l'oléastre est utilisé à des fins ornementales. En effet, il constitue une ressource génétique pour l'avenir et un type de paysage oléicole qui représente un réel patrimoine (Hassani, 2014 ; Tissier, 2006). L'oléastre est utilisé comme porte greffe d'olivier (Breton, 2006) mais également comme pare-feu si les terrains sont entretenus périodiquement. Cette espèce permet de maintenir les sols et les restructurer en limitant l'érosion (Tissier, 2006).

L'activité biologique d'un extrait végétale est liée à sa composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leur effets synergiques (Dorman et Deans, 2000). Actuellement, les organes de l'oléastre font l'objet de plusieurs recherches en raison de leurs richesses en composés phénoliques qui sont à l'origine de nombreuses activités (anti-oxydants, anti-inflammatoires, antiviraux et anti cancérogènes) (Visioli et *al.*, 2002). Cette espèce possède également des propriétés médicinales qui sont surtout attribuées aux feuilles (Arab, 2013).

- **Feuilles**

L'oléastre peut être considéré comme une source potentielle dans l'industrie pharmaceutique (Savarese et *al.*, 2007). En effet, grâce aux composés bioactifs des feuilles,

ces dernières ont été largement utilisées dans les remèdes traditionnels des pays européens et méditerranéens sous forme d'extraits, de tisanes et de poudres (Wainstein et *al.*, 2012). En décoction, les feuilles sont diurétiques et agissent contre le refroidissement mais aussi sont très efficaces pour les personnes souffrant de l'hypertension artérielle (Kahouadji, 1995). Cependant, La baisse de la tension artérielle constitue la principale utilisation médicale traditionnelle des feuilles d'oléastre (Bardoulat, 2005).

D'après des études faites par Goodyer, (1959) et Bardoulat, (2005), les feuilles possèdent au moins deux composés actifs capables de traiter le diabète et l'hypercholestérolémie surtout au cours de la grossesse ou en cas d'obésité. Elles sont d'une nature astringente et sont capables de limiter l'érysipèle (Infections cutanées streptococciques), l'Herpès, escarboucles (tumeurs malignes) et ulcération gangreneuse. Elles sont également utilisées contre les diarrhées (Tahraoui et *al.*, 2007).

Les feuilles fraîches, aussi bien les jeunes que les plus âgées, sont mâchées pour désinfecter et aider à cicatriser les lèvres et les gencives, ainsi que pour rafraîchir l'haleine puisque leur emploi élimine la mauvaise odeur (Ait Youssef, 2006).

- **Fruits**

Le fruit de l'oléastre représente une source connue de plusieurs composants naturels qui ont une bio activité importante tels que les anti-oxydants (Bouaziz et *al.*, 2005). L'amande du fruit est comestible et s'emploie en poudre contre les maladies de l'estomac (Bianco et Uccella, 2000).

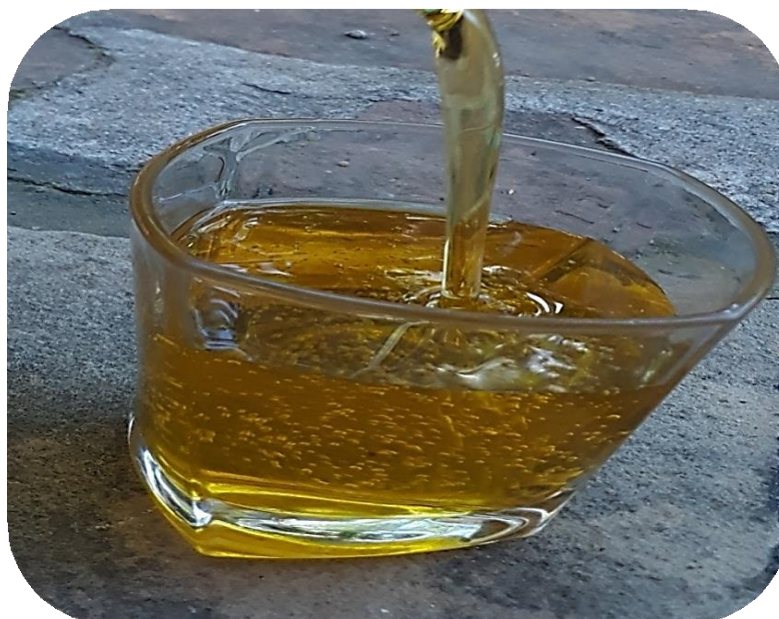
D'autres parts, la feuille et le fruit de l'oléastre sont connus pour leur résistance naturelle aux microorganismes (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Candida utilis*, et *Aspergillus niger*) ainsi qu'aux insectes grâce aux composés aromatiques qu'ils contiennent (Kubo et *al.*, 1995).

- **L'huile d'olive sauvage**

La consommation de l'huile d'oléastre a un intérêt indiscutable dans la médecine préventive (Jacotot, 1996). Cette huile a été utilisée dans un large spectre depuis l'antiquité. Elle a été destinée aux soins du corps et dans la fabrication des baumes. Au cinquième siècle cette huile était utilisée comme un remède contre les courbatures mais également dans le cas d'ulcère ou de choléra. Au moyen âge les écoles de médecines en Italie, utilisaient l'huile d'oléastre comme solvant médicamenteux (assouplie et réchauffe les blessures). Les romains

l'utilisaient en particulier pour se protéger contre le froid et le soleil (Moreaux, 1999).

L'huile d'oléastre comme l'huile d'olive possède les mêmes usages thérapeutiques (Boukef, 1986), en effet sa consommation limite des maladies cardiovasculaires, des désordres neurologiques, les cancers du sein et du colon (Gimeno et *al.*, 2002). Elle est commode contre les maux de tête, la chute des cheveux (alopécie) et les maladies cutanées parasitaires, mais elle est également utilisée pour la cicatrisation des blessures (Ait Youssef, 2006 ; Goodyer, 1959) (Fig. 11).



**Figure 11. L'huile de l'oléastre (Harouni et Chekini, 2021).**

- **Racines :**

Les racines de l'oléastre sont utilisées pour traiter les maladies urinaires, coliques, rhumatisme et d'autres maladies (Tahraoui et *al.*, 2007).

## **II. Deuxième partie : Synthèse bibliographique sur les métabolites secondaires**

### **1. Introduction :**

Dans la nature, les plantes sont parfois confrontées à des conditions défavorables ou par des facteurs environnementaux incluant des stimulants biotiques et abiotiques qui exercent une pression sur le végétal (Zhi et *al.*, 2007). Celle-ci est exprimée non seulement par des changements morphologiques et anatomiques mais aussi par leur physiologie et productivité (Kofidis et *al.*, 2003 ; Alonso et *al.*, 2004 ; Alonso et *al.*, 2007 ; Duarte et *al.*, 2012 ; Bernal et *al.*, 2013). Les végétaux perçoivent les signaux environnementaux et les transmettent à la machinerie cellulaire pour activer des mécanismes de réponses. Les plantes développent dans ce cas des mécanismes pour prévoir les dommages causés par les facteurs du milieu par la synthèse et l'accumulation de certains métabolites secondaires. Ces derniers exercent un rôle majeur dans l'adaptation des végétaux à leur environnement, ils participent également à la résistance aux contraintes biotiques (phytopathogènes, insectes, herbivores, etc...) et abiotiques (température, lumière, des UV, etc...). Par conséquent, leur quantité et qualité vont être influencées par les facteurs environnementaux et génétiques (Kofidis et *al.*, 2003 ; Alonso et *al.*, 2004 ; Alonso et *al.*, 2007 ; Duarte et *al.*, 2012 ; Bernal et *al.*, 2013)

### **2. Stress oxydatif**

Le stress oxydatif est un déséquilibre dans la balance pro-oxydants / antioxydants, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction de radicaux libres (Favier, 2003) et la capacité du corps à les neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs. Il correspond à une perturbation du statut oxydatif intracellulaire (Morel et barouki, 1999) causant des dommages aux lipides, aux protéines et à l'ADN (Black et *al.*, 2017)(Fig.12).

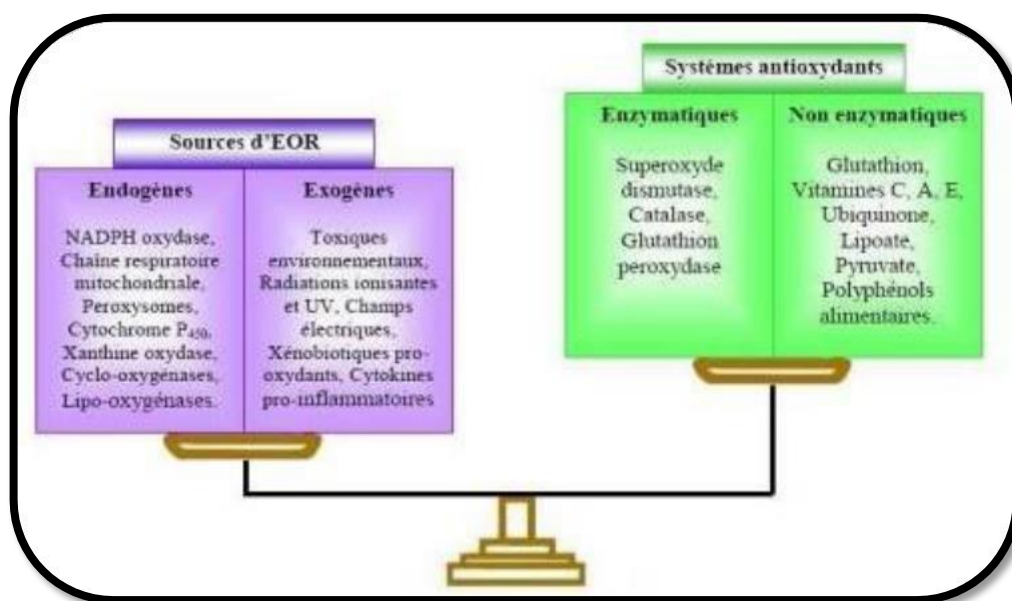


Figure 12. Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant (Nkhili, 2009).

### 3. radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, morceau de molécule ou simple atome, capable d'avoir une existence indépendante «libre» en contenant un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié sur une orbitale). Ces molécules ont souvent une courte durée de vie en raison de leur électron impair (Ebrahimzadeh et *al.*, 2011) et peuvent semer le désordre dans la structure des protéines cellulaires, des lipides membranaires et des acides nucléiques. En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable (Goudable et Favier, 1997).

### 4. Facteurs responsables du stress chez les végétaux

Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress : les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et les stress abiotiques (qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux) (Levitt, 1980, Zhu, 2002).

#### 4.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont ceux liés à l'action du non-vivant sur le vivant. Ils sont dus principalement à des facteurs environnementaux susceptibles de déclencher des modifications dommageables, provoquant ainsi chez une espèce végétale une augmentation du taux de mortalité de la population (Lezzar et Meziani, 2015).

• **Stress hydrique**

L'eau est une molécule clé dans les activités physiologiques des plantes. Le stress hydrique affecte de nombreuses fonctions, ce qui nuit au métabolisme de la plante (Kumar et al., 2018).

La sécheresse entraîne chez les végétaux des réponses morphologiques (surface foliaire réduite, longueur de tige réduite, moulage des feuilles...etc), physiologiques (transpiration, efficacité de l'utilisation de l'eau...etc). Les réponses biochimiques (accumulation de proline, polyamine, tréhalose...etc) sous stress de sécheresse, ce qui en fait un phénomène plus complexe à élucider (Kumar et al., 2018)(Fig.13).

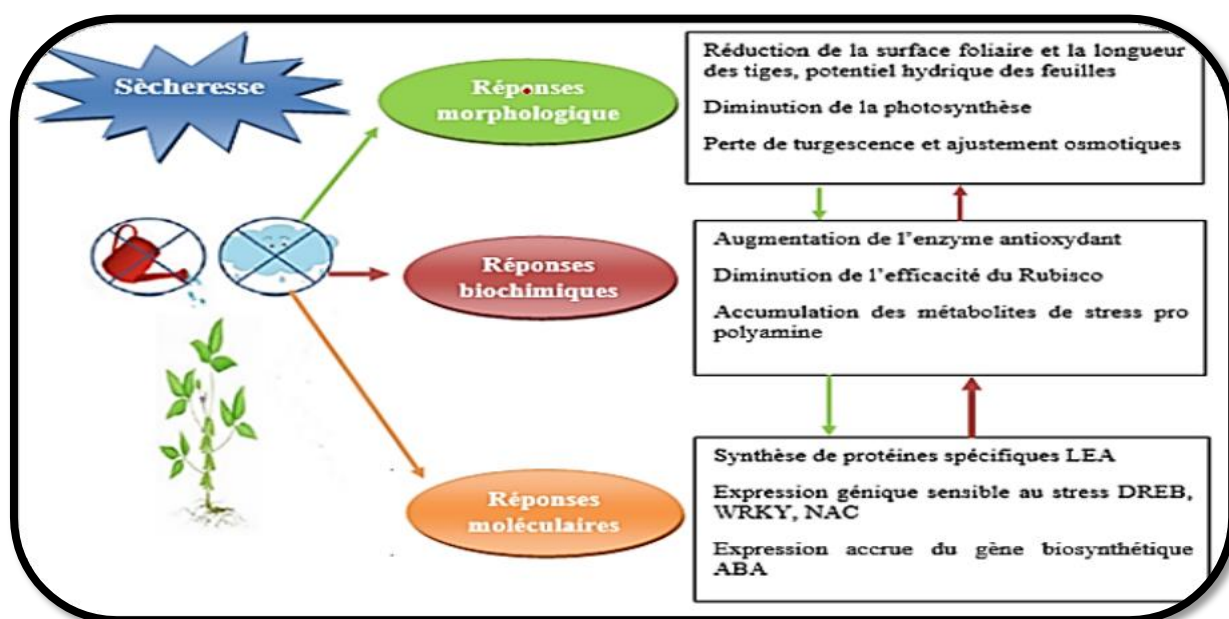


Figure13. Réponses des plantes au stress de la sécheresse (Kumar et al., 2018, modifié).

De plus, la sécheresse induit une diminution de la photosynthèse, principalement attribuée à la diminution de la conductivité CO<sub>2</sub> à travers les stomates et les cellules mésophiles. La fermeture des stomates en réponse aux conditions de sécheresse empêche la perte d'eau augmentant ainsi l'efficacité d'utilisation de l'eau des plantes et diminuant le taux de transpiration (Ashraf et Harris, 2013).

• **Température**

Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement. Des températures plus élevées et plus basses que la température optimale ont un effet négatif

sur la croissance et le développement des plantes. En effet, les changements saisonniers affectent la composition et la synthèse des métabolites secondaires (Yadav, 2010).

Le stress des températures élevées (= 40° C) (Stavroula et Rahul, 2016) peut provoquer une sénescence prématurée des feuilles (Hajiboland, 2012) ; Production de l'acide abscissique (ABA) dans la racine qui est transporté vers les pousses et régule le comportement des stomates (Singh et Thakur, 2018).

Une basse température peut imposer une série de contraintes sur les plantes. Pendant l'hivernage, le métabolisme des plantes tempérées est redirigé vers la synthèse de molécules cryoprotectrices telles que les alcools de sucre (sorbitol, ribitol, inositol), les sucres solubles (saccharose, raffinose, stachyose, tréhalose) et des composés azotés de faible poids moléculaire (proline, glycine bêtaïne) (Akula, 2011).

- **Sol**

Les caractéristiques physiques et chimiques des sols tels que pH, argiles et nutriments peuvent jouer un rôle important dans l'activité anti oxydante des composés phénoliques (Castells et Peñuelas, 2003). Par ailleurs, pour Akula et Ravishankar (2011) et Hajiboland (2012), une faible productivité en raison de l'apport limité en nutriments minéraux est courante dans diverses conditions environnementales. Les troubles micro-nutritifs créent un déséquilibre nutritionnel commun chez les plantes et affecte grandement leur performance et leur réponse à l'environnement. Le stress nutritionnel a un effet marqué sur les plantes par des changements dans le modèle de croissance, la composition chimique et les teneurs phénoliques constituant les systèmes de défense dans les tissus végétaux.

#### **4.2. Facteurs biotiques**

Les plantes sont physiquement attaquées par de nombreux agents biologiques comme les insectes, les champignons, les virus, les bactéries, les nématodes. Un stress engendré par des attaques d'agents pathogènes induit une synthèse accrue de métabolites secondaires et un stockage important au niveau des zones attaquées (Brunet, 2008).

#### **5. Interaction plantes- environnement**

Au cours de leur croissance les plantes interagissent avec leur environnement, une action simultanée des facteurs biotiques et abiotiques est notée chez les végétaux. Ces facteurs sont étroitement liés, une plante soumise à un stress abiotique (climatique) s'affaiblit et

devient sujette aux attaques d'agents pathogènes (bactéries et champignons) et infestation de ravageurs. Pour cela, les végétaux doivent affronter les contraintes (prédateurs, microorganismes pathogènes, conditions climatiques et édaphiques) de leur environnement en faisant appel à leur propre métabolisme (Dantec, 2014). Autrement dit, les métabolites secondaires chez les plantes jouent un rôle principal pour les protéger dans des conditions défavorables. Par ailleurs, des insectes peuvent utiliser des substances d'origine végétale comme protection par rapport au prédateur exemple: la chenille du papillon *Danaus plexippus* se nourrit sur une Asclepiadaceae (*Asclepias curassavica*) contenant des cardénolides cardiotoxiques, les prédateurs de ces insectes, des oiseaux, évitent alors ceux qui se sont nourris sur cette plante. Dans ce cas, les terpènes tels que les gibbérellines jouent un rôle essentiel dans la défense des plantes car ils présentent une toxicité pour les insectes et les mammifères (Harborne, 1988 cité par Sévenet, 1994).

La transduction de signaux de stress constitue la première étape physiologique par laquelle la plante met en place sa machinerie d'adaptation ou de réponse aux différents stress environnementaux. Ainsi, il est connu que la voie de transduction d'un signal commence par la perception de ce signal au niveau de la membrane par des récepteurs, suivie par la production de seconds messagers dans la cellule pour activer une multitude de gènes sensibles au stress formant un réseau de signalisation afin d'assurer la médiation de la tolérance à ce phénomène (Benhamou, 2009 ; Lattanzio et al.,2012)(Fig.21).

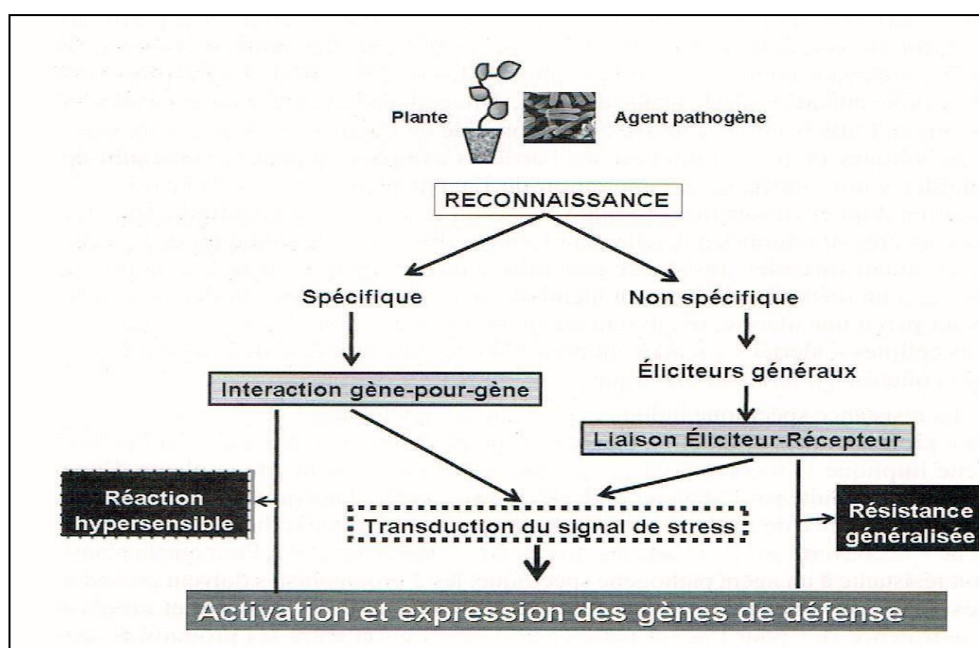


Figure21. Réaction de défense d'une plante après une attaque par un agent pathogène (Benhamou et Rey, 2012).

Lors d'un stress, certaines molécules à l'instar du surtout H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peuvent diffuser jusqu'aux vacuoles où ils peuvent être dégradés dans des réactions impliquant les composés phénoliques (Edreva, 2005). Ces composés sont présents de façon constitutive chez le végétal. Cependant, ils peuvent être utilisés comme indicateur de stress (Achakzai et al., 2009). Leur concentration peut augmenter fortement en conditions de stress oxydants comme lors d'excès de radiations lumineuses, de basses températures, des carences nutritives, d'absorption de métaux lourds ou d'attaque par des herbivores ou des pathogènes. Cette accumulation en conditions de stress suggère que les composés phénoliques peuvent détoxifier les radicaux libres qui arrachent des électrons aux molécules organiques, détruit les composantes de la cellule tels que les pigments photosynthétiques et engendrent également des dommages oxydants en cascade et peuvent aussi dégrader les lipides membranaires, les protéines et l'ADN. Ceci pourra donc entraîner la destruction des cellules. De plus, ces composés phénoliques accumulés lors de ces stress ont un pouvoir antioxydant particulièrement élevé en raison de leurs propriétés à réduire l'oxygène singulet (Huang et al., 2009 ; Naghiloo et al., 2012) et leur facilité à céder un électron (Edreva, 2005).

### **6. Métabolites secondaires**

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protéides, lipides, acides nucléiques), ils synthétisent et accumulent en petites quantités des métabolites dits secondaires (Lutge et al., 2002 ; Jeun et al., 2005). Une grande variété de ces métabolites sont synthétisées par les plantes supérieures à partir des métabolites primaires, et sont considérés comme étant le résultat d'une co-évolution entre les plantes et leur environnement (Ramakrishna et Ravishankar 2011; Murthy et al. 2014).

#### **6.1. Définition**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques à structure chimique souvent complexes et à faible masse moléculaire, ils sont très dispersés et très différents selon le type d'espèce. Ces molécules biologiques ne sont pas, par définition, nécessaires et vitales pour la cellule ou l'organisme mais elles ont la particularité d'avoir des effets biologiques sur d'autres organismes (Gravot, 2008).

## 6.2. Classification

Actuellement, plusieurs milliers de composés ont été décrits et caractérisés chez les végétaux. Cette diversité est le résultat d'une variabilité intra et interspécifique à laquelle s'ajoute une forte influence environnementale. Par ailleurs, grâce à leur variabilité, les métabolites secondaires ont la particularité d'être spécifiques à une espèce, une famille ou encore un genre (Bennett et Wallsgrove, 1994 ; Gallet et Pellissier, 2002). Ainsi, plus de 200 000 métabolites secondaires ont été déterminés et classés selon leur appartenance chimique et leurs structures (Vermerris, 2006). Les polyphénols et les flavonoïdes feront l'objet des prochains paragraphes.

On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes dont chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés (Fig.22).

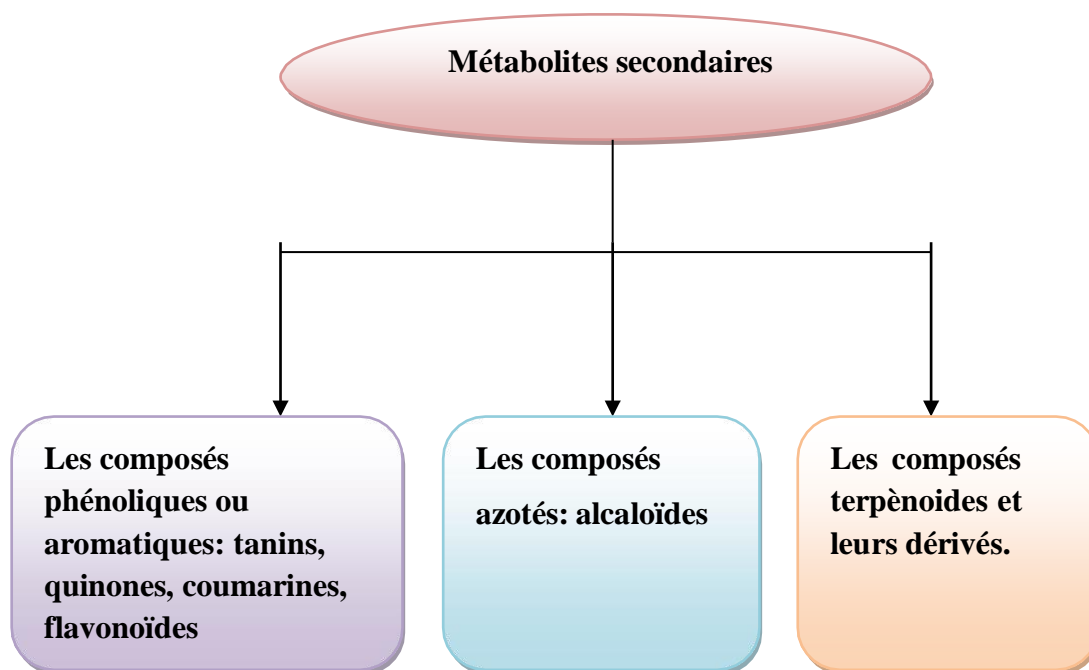


Figure22. Classification des métabolismes secondaires en plusieurs groupes.

### 6.2.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques également dénommés polyphénols sont des métabolites secondaires qui constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal (fleuriet, 1982 ; yusuf, 2006), ils sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux (Macheix et *al.*, 2005). Se sont des composés

hydrosolubles avec un poids moléculaire compris entre 500 et 3000 daltons (Kratchanova et *al.*, 2010).

Les polyphénols constituent un groupe de substances ubiquistes et variées allant de molécules simples (acides phénoliques simples) jusqu'à des structures très complexes ou hautement polymérisées (tanins condensés), à l'heure actuelle, plus de 10 000 molécules sont isolées et identifiées (Marouf et Reynaud, 2007 ; Tao et Lambert, 2014).

- **Structure**

Les polyphénols se caractérisent par la présence au moins d'un cycle aromatique à 6 carbones dans leur structure, lui-même porteur d'un nombre variable de fonction hydroxyles OH libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, méthylique, ester, sucre...). La structure et le nombre de noyaux aromatiques sont la base de la classification des composés phénoliques (Bruneton, 2009 ; Hennebelle et *al.*, 2004 ; Macheix et *al.*, 2006) (Fig.23).

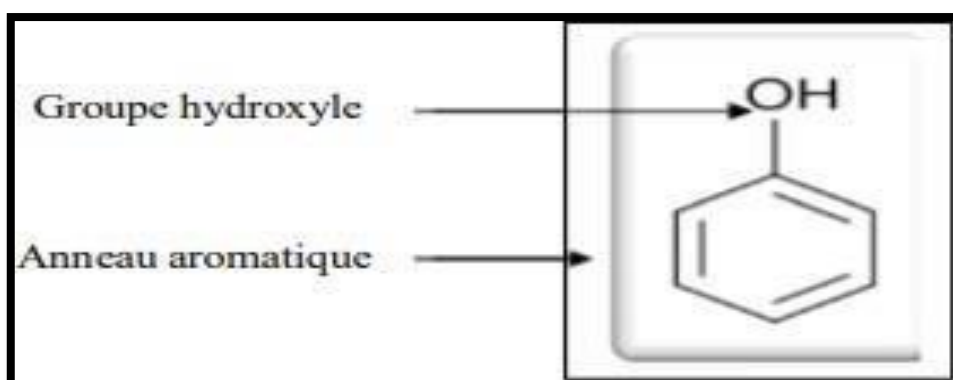
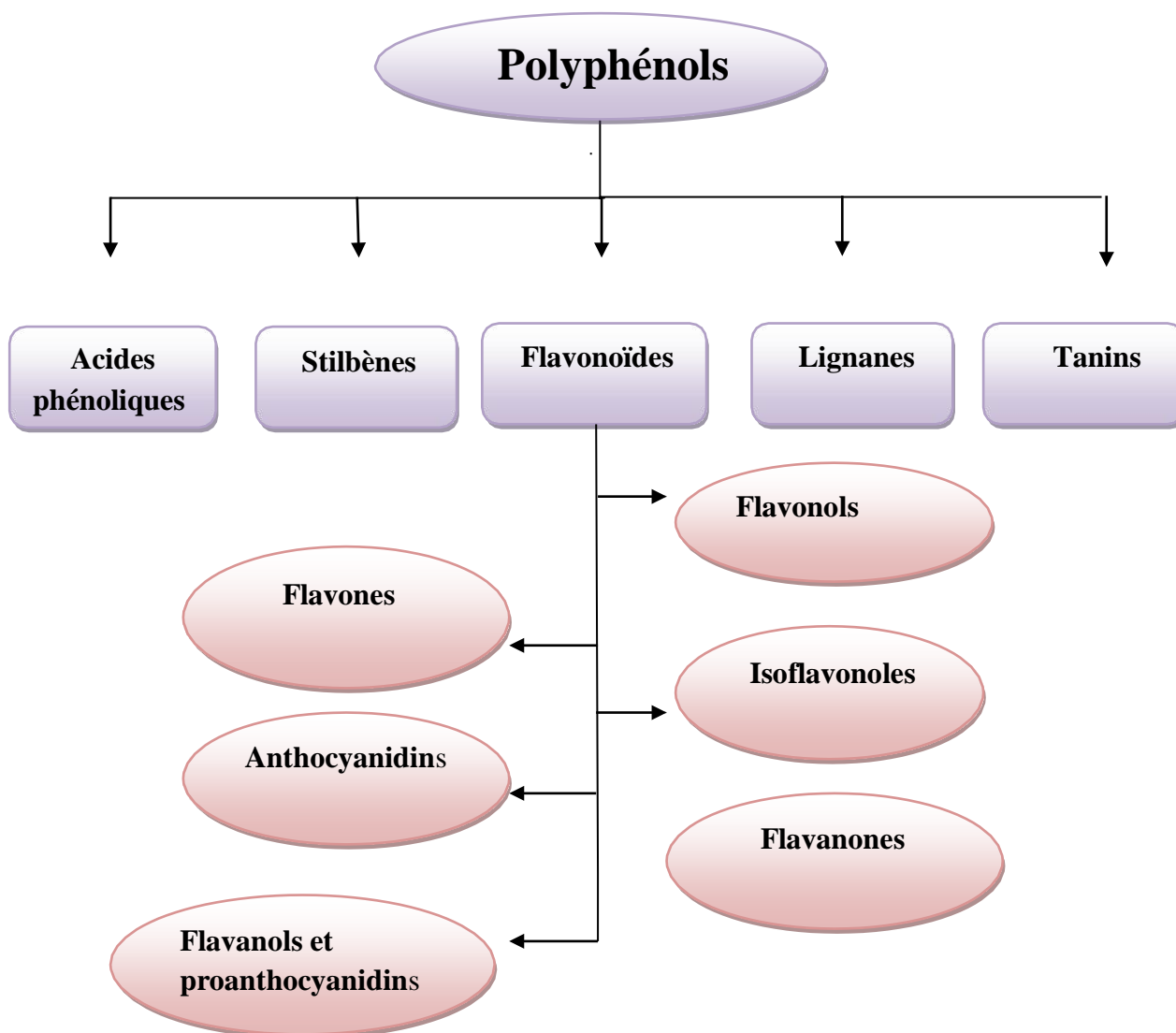


Figure 23. Structure de base des polyphénols (Manallah, 2012)

- **Classification des composés phénoliques**

Les composés phénoliques des plantes forment un très vaste ensemble de substances chimiques qui peuvent être regroupés en de nombreuses classes (Fig.24) qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modifications de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation ...etc.), enfin par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides et protéines) (Bruneton, 1999 ; Macheix et *al.*, 2005).

Les composés phénoliques forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes. D'un point de vue structural les flavonoïdes forment le plus grand groupe des composés phénoliques naturels (Harborne, 1998). Les polyphénols et les flavonoïdes feront l'objet des prochains paragraphes.



**Figure24. Principales classes de polyphénols (Oliver et al., 2016).**

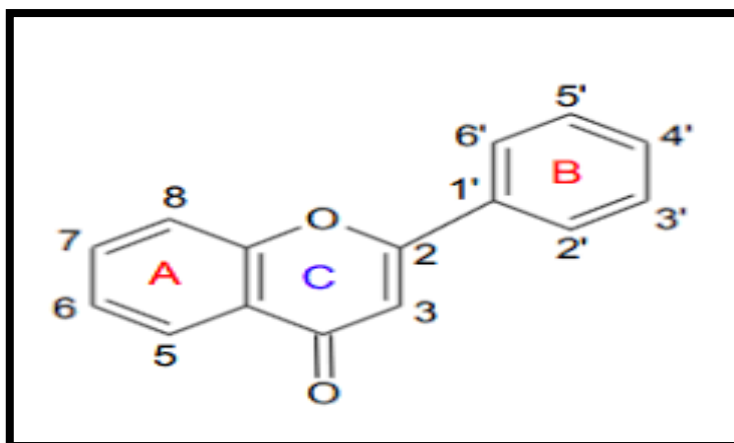
### **6.2.1.1. Les flavonoïdes**

Le terme flavonoïde a été introduit en 1952 par Geissman et Hinreiner pour désigner les pigments ayant un squelette (C6-C3-C6), provenant du latin du mot flavus qui signifie jaune (Wilson, 1987). C'est la classe la plus représentative et la plus diversifiée dans le groupe des phénols (Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006).

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires ubiquistes presque hydrosolubles qui sont rarement rencontrés en composés uniques, ils sont trouvés généralement sous forme d'un mélange de composés (jusqu'à dix pigments) (Harborne, 1998 ; Bruneton, 2009 ; Aba Toumou, 2013)

La qualité et la quantité de ces substances varient selon l'espèce ainsi que le stade de développement du végétal (Fritch et Griesbach, 1975). En effet, ils sont fréquents chez les Bryophytes, Ptéridophytes, Gymnospermes, alors que leur diversité structurale est maximale chez les Angiospermes (Bruneton, 2009). Selon Harborne (1998), Harborne et Williams (2000) et Guignard (2004), en revanche, ces composés sont pratiquement absents chez les algues et apparaissent chez les mousses.

Cette famille est composée de différentes sous-classes avec une origine biosynthétique commune qui partagent un même squelette de base à quinze atomes de carbones « 2-phényl-1-benzopyrane ». Ce dernier est constitué de deux unités aromatiques (deux cycles en C6 (A et B)), reliés par un cycle pyranique central (C) en C3 (Nkhili, 2009) (Figure. 25).



**Figure 25.** Structure de base des flavonoïdes (Abedini, 2013).

En basant sur leur squelette, les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes : flavones, flavonols, anthocyanidines, flavanones, flavanols et isoflavones (Tsao et *al.*, 2010). En effet, Certaines de ces classes présentent une distribution plus large que d'autres; les flavones et flavonols sont universels alors que les isoflavones et biflavonyls sont spécifiques à certaines familles de plantes (Kim et *al.*, 2000 ; Harchaoui, 2007).

## **7. Biosynthèse et localisation des métabolites secondaires**

Les composés phénoliques s'accumulent principalement au niveau de deux compartiments, dans les vacuoles où les polyphénols sont présents en faibles quantités et sont gardés sous forme réduite, et dans les parois végétales (cas de la lignine ou de certains flavonoïdes). La synthèse de ces composés n'est pas spécifique seulement aux feuilles, elle peut se dérouler également au niveau des racines (Dixon et Paiva, 1995 ; Macheix et *al.*, 2003 ; Uren, 2007 ; Dai et Mumper, 2010).

Au niveau des organes végétaux, les flavonoïdes sont synthétisés au niveau des chloroplastes, certains d'entre eux quittent ce compartiment pour s'accumuler dans les vacuoles. Ces composés sont présents dans la cuticule foliaire et les cellules épidermiques des feuilles ou se répartissent entre l'épiderme et le mésophylle. (Bruneton 1999 ; Elicoh Middleton et *al.*, 2000 ; Guignard, 2004).

Différents facteurs externes (lumière, rayonnement U.V, température, agents pathogènes) et internes (hormones végétales, stade physiologique de la plante, la nature du tissu végétal et de la cellule) sont impliqués dans la régulation spatio-temporelle de l'expression du métabolisme phénolique, se traduisant par des différences qualitatives et quantitatives considérables entre les variétés, les tissus, les cellules ainsi que les organes de la plante (Dixon et Paiva, 1995).

Les composés phénoliques des végétaux peuvent être issus bio-génétiquement de deux voies synthétiques principale (Lugasi et *al.*, 2003) :

**La voie de Shikimate** : C'est la voie principale de la biosynthèse des composés aromatiques dans les plantes et les micro-organismes, y compris les acides aminés aromatiques. Ce sont des métabolites primaires qui servent de précurseurs pour de nombreux produits naturels (secondaires) tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques...etc. (Bruneton, 2009).

**La voie issue de l'acétate** : C'est une voie secondaire qui conduit à l'élaboration des composés mixtes ou polycycliques par cyclisation des chaînes polycétoniques de longueur variables, dont les représentants les plus importants de ces composés sont les flavonoïdes et les tanins, (Guignard, 2000).

## **8. Rôles des polyphénols :**

Les composés phénoliques ont été considérés comme des déchets de la biosynthèse et des substances n'ayant aucun intérêt ni rôle précis pour la plante. Cependant, l'importance de ces derniers a surgit avec les progrès de l'écologie chimique qui a permis d'apporter une profonde connaissance et explication sur le comportement de l'espèce végétale vis-à-vis de son environnement. En effet, certains de ces métabolites jouent un rôle clé dans la plasticité et l'habilité de certaines plantes à ajuster leurs métabolismes primaires et secondaires pour s'acclimater et s'adapter aux différentes conditions stressantes (les radiations UV (ultraviolet), le stress oxydatif (Bennett et Wallsgrove, 1994 ; Berenbaum, 1995; Rösch et al., 1999 ; Pan et al., 2010; Di Ferdinando et al. 2014 ; Bagnères et Hossaert, 2017).

Les composés phénoliques des végétaux sont responsables de plusieurs phénomènes tels que la morphogenèse, la détermination sexuelle, la photosynthèse et la régulation des hormones de croissance des plantes (Di Carlo et al.,1999 ; pietta,2000). Comme ils interviennent également dans un grand nombre de processus physiologiques (croissance cellulaire, différenciation, dormance des bourgeons, floraison et tubérisation, lignification, interactions symbiotiques) (Desjardin, 2008).

Une autre propriété intéressante des composés phénoliques est un pouvoir antioxydant supérieur qui permet l'élimination et le piégeage des radicaux libres afin de les rendre non dommageables. Il a d'ailleurs été montré qu'il existe une relation linéaire entre le pouvoir antioxydant des végétaux et la concentration en composés phénoliques (Rice, 2001 ; Cai et coll. 2004).

Les composés phénoliques jouent un rôle majeur dans la bio-transformation des matières organiques au niveau des sols pollués par le contrôle de la mise en disponibilité des nutriments, assurant par ce biais une étape fondamentale dans la régulation de la vie des sols qui leur offrent la possibilité de la résistance contre l'érosion, la stimulation et la protection de différentes phases de la vie animale, bactérienne et fongique qui sont les principales responsables de la pédogénèse (formation d'un sol stable et fertile) (Lemieux et Germain,2002)(Fig.26).

## **9. Rôles des flavonoïdes**

Une des fonctions majeures des flavonoïdes est de contribuer à la couleur des plantes notamment à celle des fleurs. Or, c'est par la couleur de ses fleurs que la plante exerce un

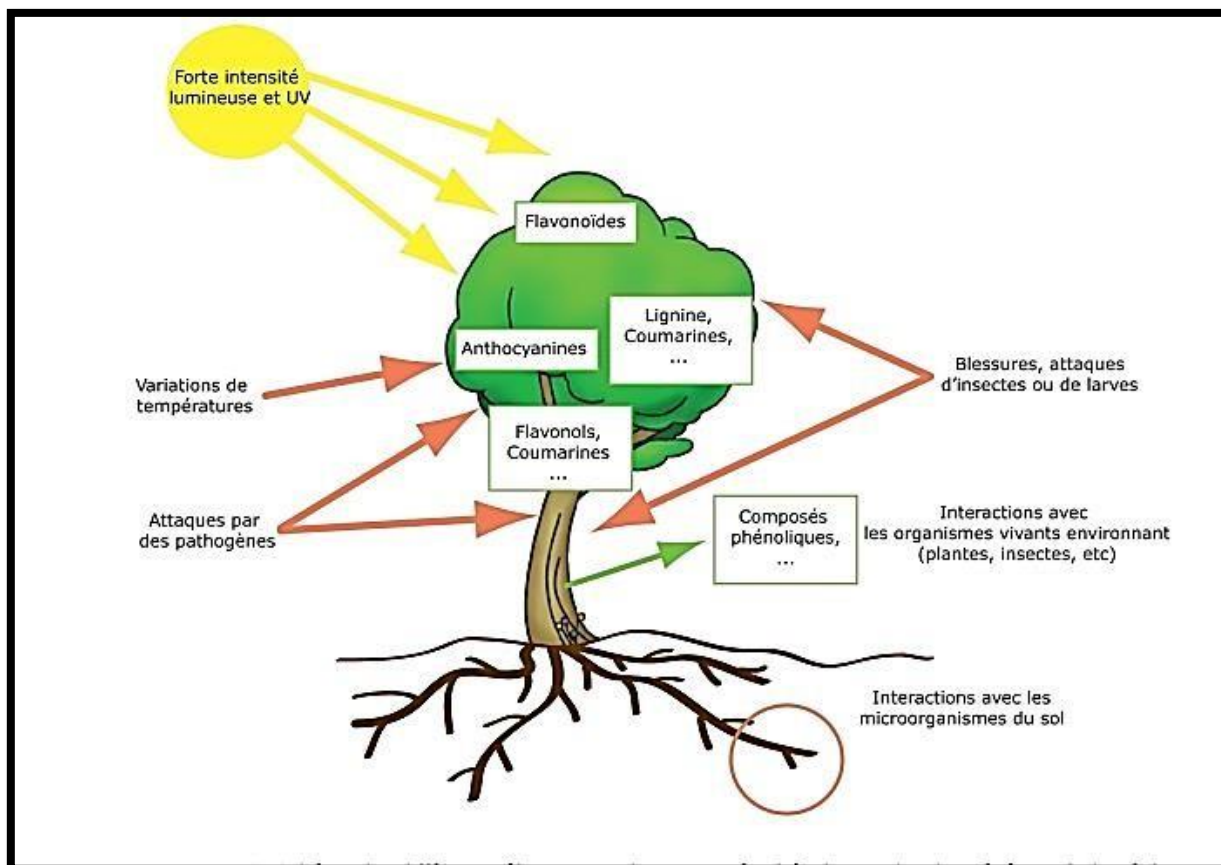
effet attracteur avec une action néfaste sur l'activité testiculaire de certains prédateur (insectes, oiseaux pollinisateurs), assurant par ce biais une étape fondamentale de sa reproduction. Grâce au goût désagréable des flavonoïdes, les plantes sont capable de repousser les insectes, les pathogènes ainsi que les attaques des herbivores (Wang L et *al.*,2006).

Les flavonoïdes jouent un rôle important dans la résistance des végétaux face aux différents stress environnementaux tels que la sécheresse (Walton et Brown, 1999) et interviennent dans la protection des plantes en agissant comme filtres contre les radiations UV pouvant endommager les tissus photosynthétiques, ce qui explique ainsi leur localisation dans les tissus externes (Harborne et Williams, 2000 ; Gould et Lister, 2006 ; Bruneton, 2009 ; Achat, 2013 ; Di Fedinando et *al.*, 2014).

D'après Agati et *al.* (2013), ces métabolites secondaires jouent un rôle de photo-protecteurs par leur capacité à neutraliser et à piéger les espèces réactives de l'oxygène ROS ainsi que l'inactivation et la stabilisation des radicaux libres grâce à leur groupement hydroxyle (C3-OH) fortement réactif. cette particularité permet ainsi l'indication de la vigueur du végétal

Les flavonoïdes montrent d'autres fonctions intéressantes dans le contrôle de la croissance et le développement des plantes en interagissant d'une manière complexe avec les diverses hormones végétales de croissance. Ces derniers, jouent un rôle dans la phase lumineuse de la photosynthèse comme transporteurs d'électrons, (Wilson, 1987 ; Havsteen, 2002 ; Lhuillier, 2007 ; Abedini, 2013)

Certains d'entre eux jouent également un rôle de phytoalexines, c'est-à-dire de métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons pathogènes ou par des bactéries (Wang L et *al.*,2006). Par ailleurs, les flavonoïdes peuvent avoir un rôle de signal où ils permettent par exemple la mise en place de la symbiose entre des Fabacées et des bactéries permettant ainsi à ces plantes la fixation directe de l'azote atmosphérique (Macheix et *al.*, 2005 ; Treutter, 2006). Une autre particularité des flavonoïdes est l'augmentation de la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol qui permettent aux plantes la survie sur des sols riches en métaux toxiques comme l'aluminium (Agati et *al.*, 2013) (Fig.26).



**Figure 26.** Schéma des différents rôles connus des composés phénoliques chez les végétaux vis-à-vis de leur environnement (*Dixon et Paivai, 1995*).

## 1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1. Situation géographique

La station choisie pour l'étude est localisée au centre de la wilaya de Tizi-Ouzou à 300 m d'altitude, entre les latitudes ( $36^{\circ}47'8,56''$  et  $36^{\circ}47'9,79$  Nord) et les longitudes ( $4^{\circ}19'17,09''$  et  $4^{\circ}19'18,8''$  Est) (Fig.27)



Figure27. Situation géographique du site de Fréha. (Google earth, 2019).

Tableau II. Situation géographique de la zone d'étude (Chekini et Harouni, 2021).

Nom de Station	Altitude (m)	Latitude	Longitude (°)	Pente (°)	Superficie	orientation
Fréha	300 m	$36^{\circ}47'8,56''$ " et $36^{\circ}47'9,79$ Nord	$4^{\circ}19'17,09''$ et $4^{\circ}19'18,8''$ Est	0	100m <sup>2</sup>	E-N

## 1.2. Description du site d'étude

Pour saisir un maximum d'homogénéité stationnelle, la population étudiée s'étale sur environ 100 m<sup>2</sup> et occupe l'adret d'un versant. L'aspect physionomique relève une formation végétale complexe pluristrate. Les oléastres choisis représentent la strate ligneuse haute dominante (Fig.28) ; ces derniers ne dépassent pas 2,5 m de haut avec un recouvrement assez clair d'environ 60%.



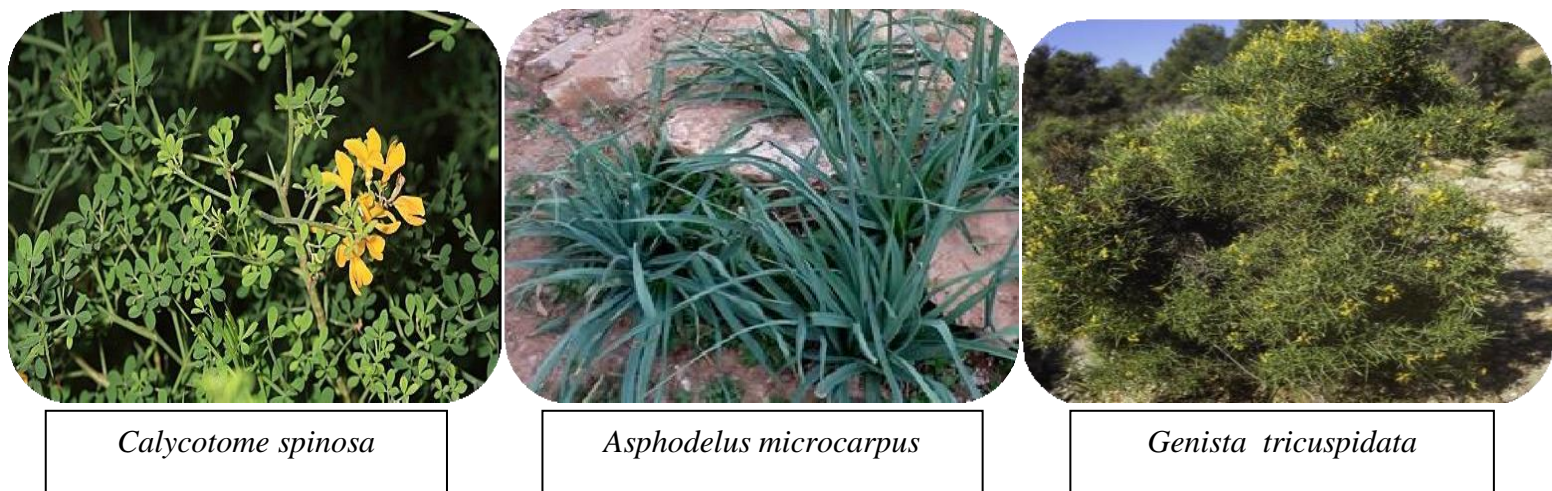
**Figure28. Aspect physionomique du peuplement d'oléastre dans le site de Fréha (Chekini et Harouni, 2021).**

Les individus touffus et très ramifiés sont accompagnés d'une strate ligneuse basse (arbustive), héliophile à recouvrement très dense, ne dépassant pas 2 m de haut. L'espèce dominante de ce niveau végétal est *Pistacia lentiscus* (le lentisque), caractéristique de l'association *Oleo lenticetum*. Mais la présence d'autres espèces sylvatiques de l'étage thermoméditerranéen, n'est pas à négliger dans cette population (Fig.29). Parmi elles, *Myrtus communis* (le myrte), et *Erica arborea* (la bruyère).



**Figure 29. Les espèces composant le cortège floristique sylvatique de l'oléastre (Chekini et Harouni, 2021).**

Une flore épineuse, des formations secondaires ou des maquis méditerranéens est également recensée, nous citons *Calycotome spinosa* et *Genista tricuspidata*, témoignant d'un état de dégradation des peuplements d'oléastre. Une strate herbacée dense, parfois recouvrant la totalité d'un sol à texture argileuse, est décrite. Celle-ci est représentée pour sa majorité, par une flore indicatrice des milieux très anthropisés par le surpâturage, comme la géophyte *Asphodelus microcarpus* (Fig.30). Les types biologiques les plus fréquents au niveau du site sont pour la plupart des thérophytes, hémicryptophytes et chaméphyte.



**Figure 30. Espèces témoins de l'état dégradé du site (Chekini et Harouni, 2021).**

## 2. Echantillonnage des racines

Dans cette étude, Le site d'échantillonnage a été choisi en fonction du type de sol et de la roche mère. Le prélèvement des racines a été fait en saison printanière (mois de mai 2021). D'abord, nous avons choisi 10 arbres d'*O. europaea* subsp *sylvestris*, puis à l'aide d'une pioche nous avons creusé le sol sur deux profondeurs 10Cm pour le niveau 1 (H1) et 20Cm pour le niveau 2 (H2) (Fig.31).



Figure 31. Labourage du sol à l'aide d'une pioche.

Ensuite, les racines de l'oléastre ont été fraîchement récoltées et immédiatement mises dans des pochettes d'abord en papiers pour éviter toute sorte de contamination, puis dans des sacs en plastiques étiquetés (Boudiaf Nait kaci, (2014) (Fig.32).



Figure 32. Ramassage des racines d'oléastre.

Au laboratoire les échantillons sont triés soigneusement afin d'éliminer les autres racines d'autre végétaux. En suite, les racines d'oléastre ont été séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière pendant 10 jours, puis elles ont été nettoyées sans prélavage à l'aide d'une brosse à dents (Fig. 33, 34).

Après cette période, les racines sont broyées dans un mortier (Fig.35) puis réduite en poudre fine grâce à un broyeur électrique (moulinette) (Figure.36). La poudre obtenue est conservée individuellement à l'abri de l'air, l'humidité et de la lumière dans des flacons en verre stériles et fermés pour éviter toute détérioration de l'échantillon (Fig.37).



Figure 33. Nettoyage des racines.



Figure 34. Séchage des racines.



Figure 35. Broyage des racines.



Figure 36. Obtention d'une poudre fine.

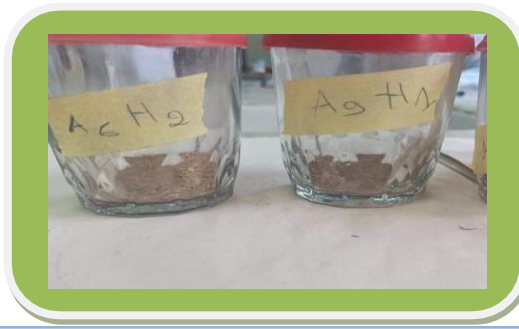


Figure 37. Conservation de la poudre.

### 3. Extraction éthanolique

La poudre des racines d'oléastre du niveau 1 ainsi que le niveau 2 de tous les arbres ont été mélangé séparément dans le but de préparer des échantillons moyens pour chaque niveau pour une étude à l'échelle de la population. Ensuite de chaque échantillon moyen (H1 et H2) on pèse 1,6g auxquels on ajoute 16ml d'éthanol (70%), les extrait obtenus vont être agités pendant 30mint et macérés pendant une durée de 24h à une température ambiante. Après cette période, les solutions vont subir une étape de centrifugation à 4000 tours pendant 15mint, cette opération est répétée 3 fois afin de s'assurer de la séparation du surnageant et du culot. Enfin par évaporation le solvant va être éliminé et le résidu sec va être gardé (Ouzid et *al.*, 2017 modifié) (Fig.38).

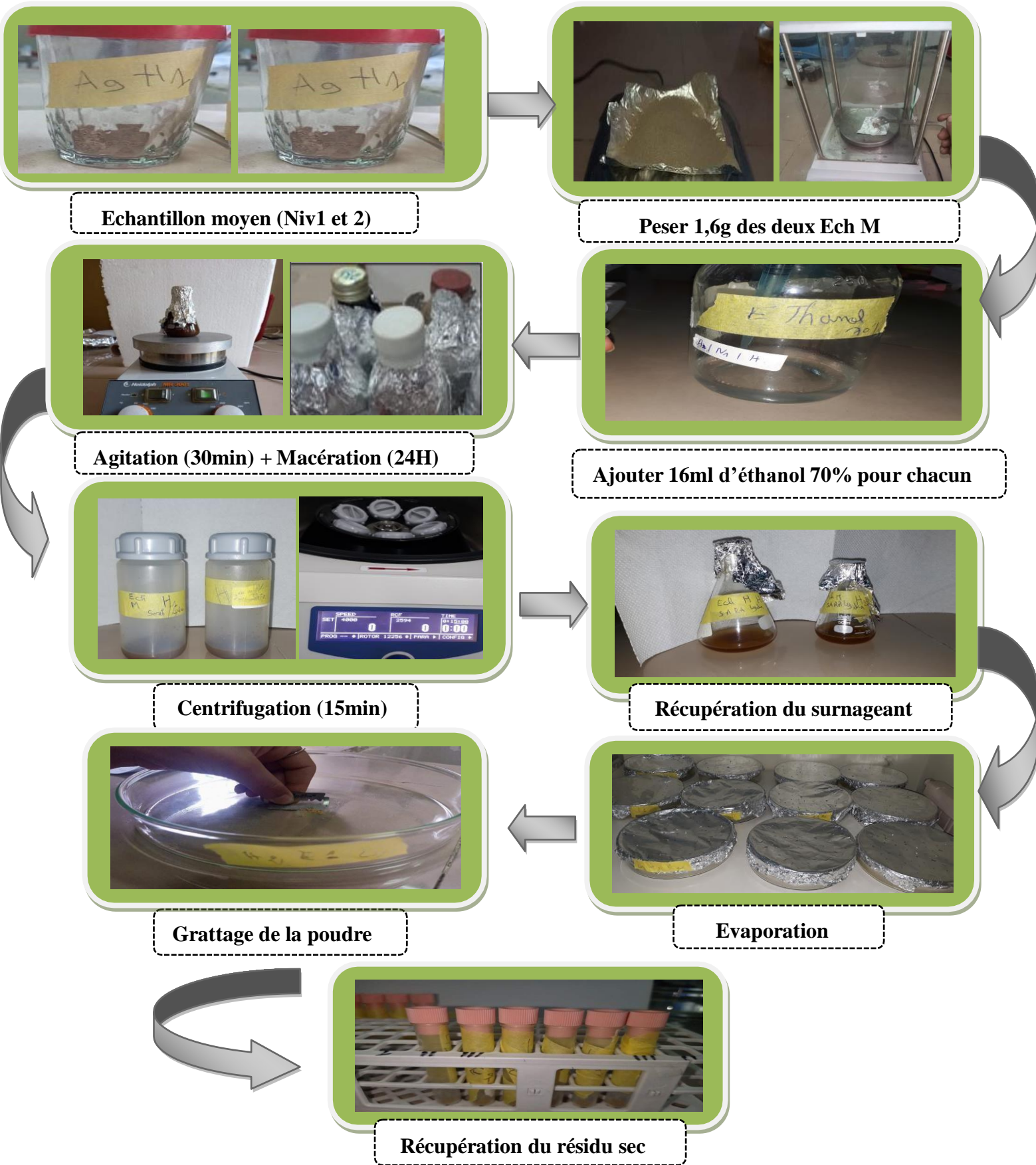


Figure 38. Protocole d'extraction éthanolique des racines de l'oléastre

#### 4. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé en suivant la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium de Ibrahim et *al.* 2015. Les flavonoïdes en été exprimés en mg équivalent quercétine par gramme de résidu sec (mg EQ /g RS).

100µl ont été prélevés de chaque extrait (0,01g/ml), puis mélangés avec 1,5ml d'éthanol, 0,1 ml de AlCl<sub>3</sub> à 10%, 0,1 ml de CH<sub>3</sub>COOK et 2,8 ml d'eau distillée. Une incubation de 30min a été réalisée où les tubes ont été conservés à l'abri de la lumière et à une température ambiante. Une lecture à l'aide d'un spectrophotomètre a été effectuée à 415nm. Une courbe d'étalonnage de la quercétine a été réalisée en utilisant une concentration de (10-100µg/ml) (Fig.39).

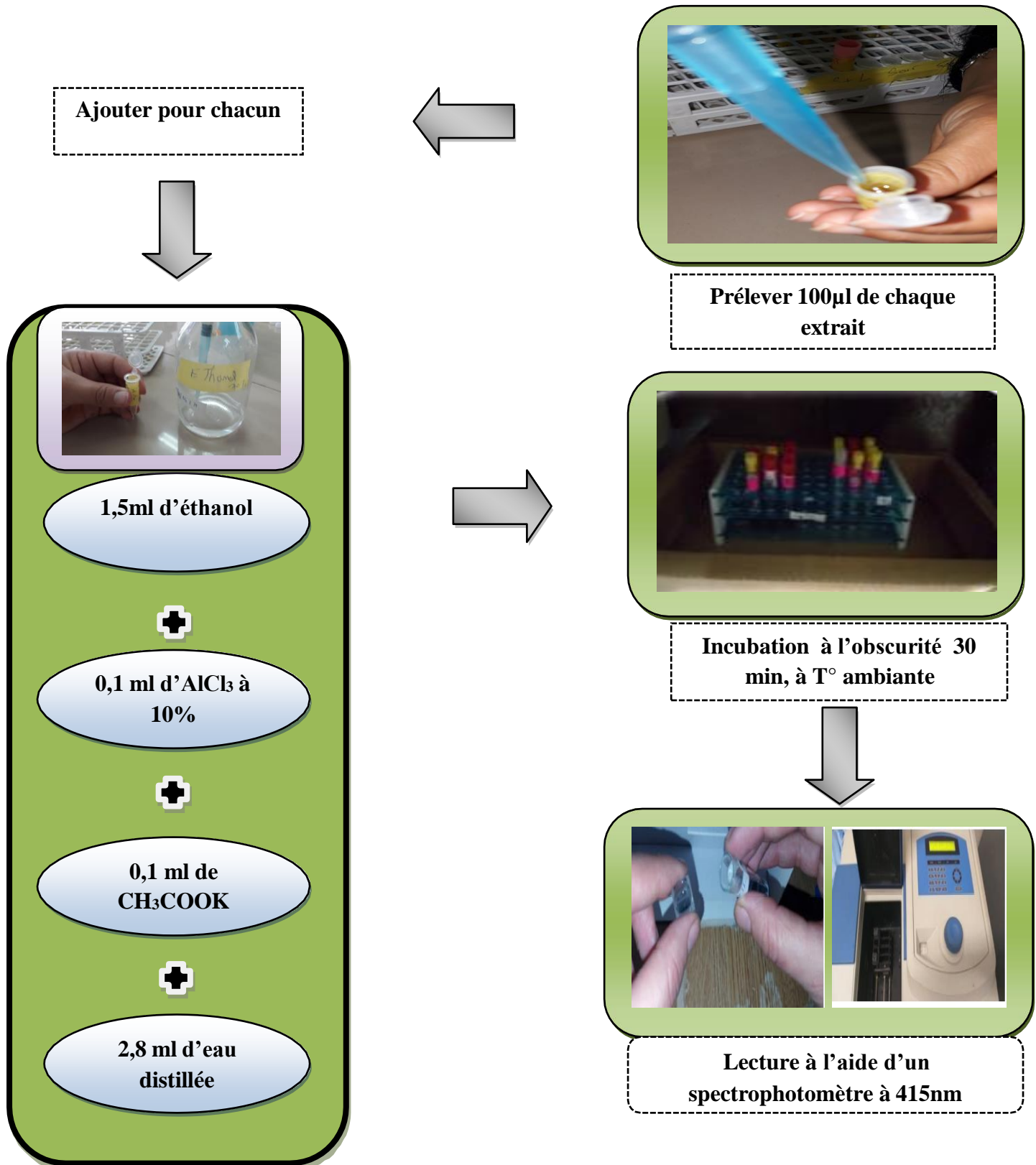


Figure39. Protocole de dosage des flavonoïdes

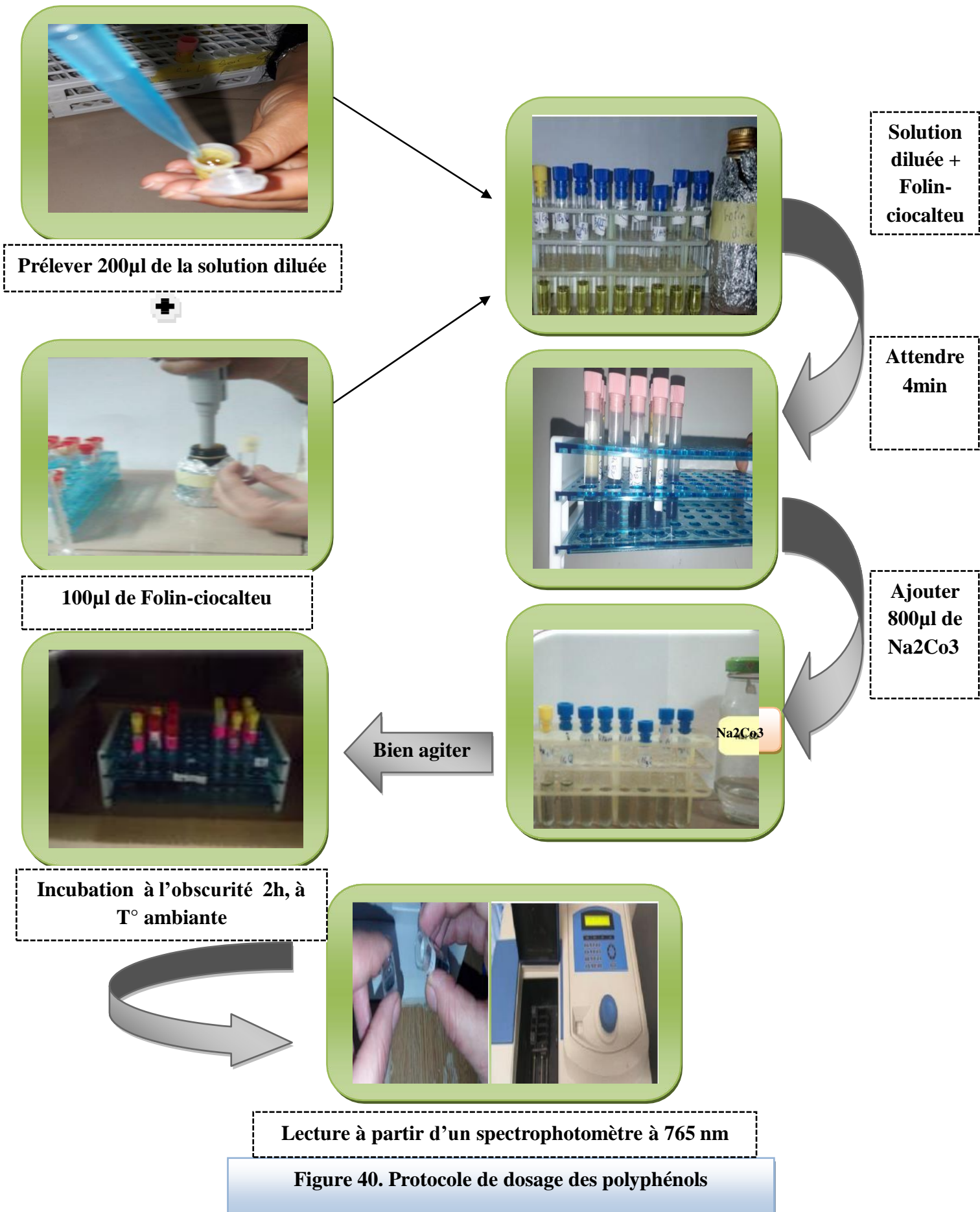
### 5. Dosage des polyphénols totaux

Selon le protocole de Li et *al.* (2007), la détermination des composés phénoliques a été estimée en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. Cette méthode est considérée utilisée est comme la meilleure pour la détermination du taux des polyphénols totaux des extraits de plantes (Djeridane et al., 2010).

200µl sont prélevé d'un échantillon dilué au préalable ont été ajouté à 1ml de réactif Folin – Ciocalteu dilué au 1/10. Après une durée de 4min, 800µl de carbonate de sodium (75mg/ml) ont été ajouté. L'absorbance a été mesurée à 765 nm juste après une incubation de 2h à l'obscurité et à une température ambiante. La courbe d'étalonnage standard a été préparée en utilisant l'acide gallique (10-100µg/ml). Les résultats obtenus ont été exprimés en mg d'acide gallique par g de résidu sec (mg EAG/g RS) (Fig.40).

#### Analyses statistiques

Les données établies pour les dosages sont soumises à une analyse de la variance (ANOVA) au risque de 5% avec le logiciel Minitab.



### 1. Détermination des polyphénols et flavonoïdes totaux :

Parmi l'ensemble des métabolites secondaires, il nous a semblé intéressant de déterminer les teneurs en polyphénols et flavonoïdes totaux. La raison principale pour le choix de ces substances réside dans le fait que la majorité des propriétés antioxydantes des plantes leur sont attribuées (Li et *al.*, 2007).

L'extraction réalisée dans cette étude est une extraction solide-liquide, par macération d'une quantité de poudre des racines dans l'éthanol (Cowan, 1999).

Les teneurs en ces composés phénoliques des extraits racinaires sont illustrées dans l'histogramme suivant :

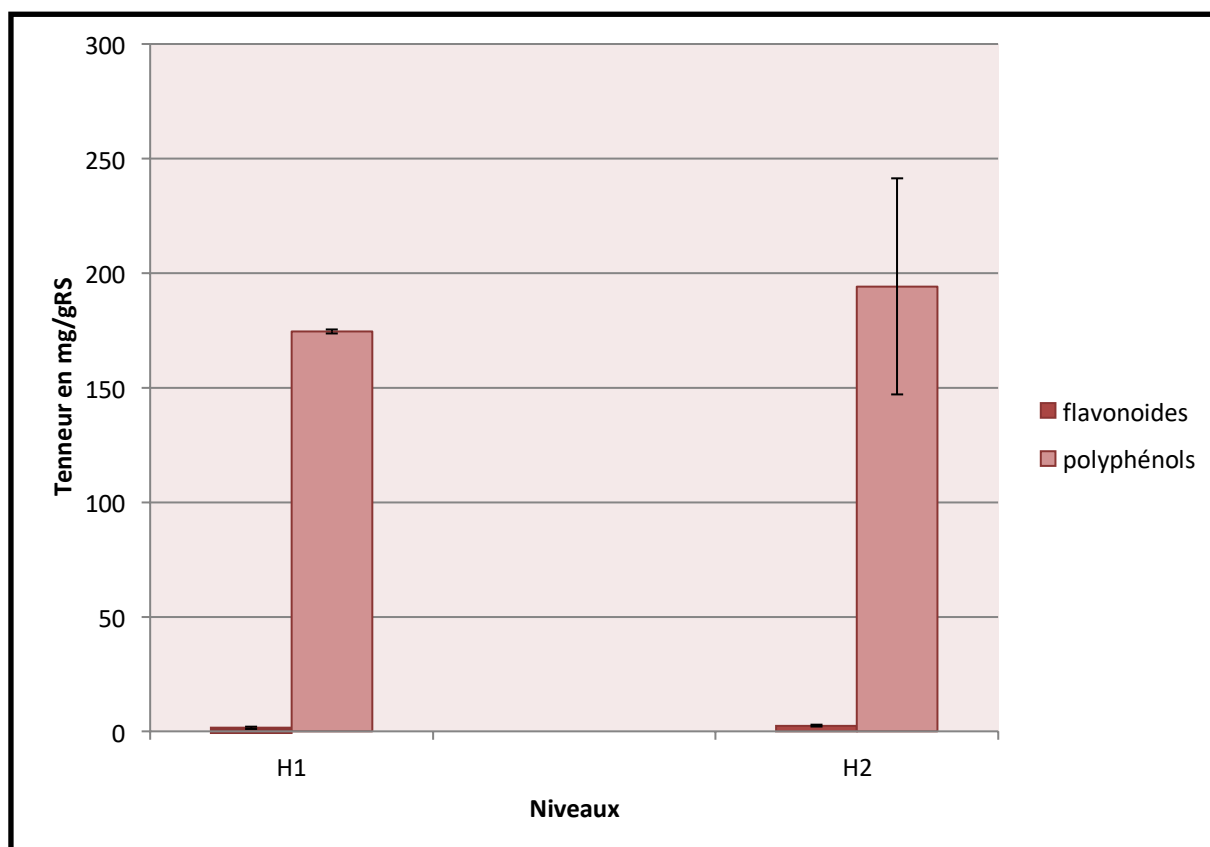


Figure 41. Distribution des teneurs en (PPT), (FT) des extraits d'*O. europaea subsp sylvestris*.

Les valeurs obtenues expriment une richesse en polyphénols avec une teneur de l'ordre de  $174,45 \pm 0,88$  mg EAG/g RS pour l'horizon 1 (H1) et  $194,16 \pm 47,17$  mg EAG/g RS pour l'horizon 2. Par ailleurs, nous remarquons que la teneur en flavonoïdes est faible avec une valeur de  $1,47 \pm 0,50$  mg EQ/g RS et  $2,43 \pm 0,43$  mg EQ/gRS respectivement pour H1 et H2. Ceci suggère que les polyphénols présents ne sont pas tous des flavonoïdes (Tab. III).

Ces valeurs montrent qu'il existe une différence significative qui est vérifiée par Fobs qui est égale à 0.35 pour (PPT) et 4.22 Pour (FT) au risque de 5%.

La richesse en polyphénols pourrait s'expliquer par la présence d'une durée d'ensoleillement longue au niveau du site de Frèha caractérisé par une orientation sud. Ces observations corroborent avec celles de Arya et *al.* (2015) qui ont signalé un accroissement des (PPT) chez les végétaux très exposés aux rayonnements solaires.

D'après Ravel et *al.* (2005) et Locatelli et *al.* (2010), les teneurs en flavonoïdes sont fortement affectées lors de l'exposition des plantes à la lumière ainsi que les méthodes de leur conservation. D'ailleurs Macheix et *al.*, (2005) ont corrélé positivement la lumière avec la teneur de ces composés.

**Tableau III : concentration des polyphénols et des flavonoïdes totaux de l'extrait éthanolique des racines d'*O. europaea* subsp *sylvestris*.**

Niveau	H1	H2
Teneur en polyphénols totaux (mg E AG/ g RS)	174,45 ± 0,88	194,16 ± 47,17
Teneur en flavonoïdes totaux (mg EQ/g RS)	1 ,47 ± 0,50	2,43 ±0,43

En raison du manque de travaux sur les extraits racinaires d'oléastre, nous avons été contraint d'évoquer un éventuel rapprochement entre nos résultats et ceux enregistrés pour les extraits de feuilles et des olives d'oléastre (Tab. IV) ainsi qu'à d'autres résultats d'extraits de racines de différentes espèces (Tab. V).

D'après les études menées par Mestar, (2019) à Fréha sur les extraits aqueux foliaires de l'oléastre, une différence est observée entre les valeurs en PPT et en FT des racines et des feuilles. Les teneurs des extraits foliaires sont d'une supériorité remarquable comparant à nos résultats avec des valeurs de 851,95 mg EAG/g RS pour les PPT et 394,16 mg EQ/g RS pour les FT. Par cela, nous pouvons déduire que la feuille est considérée comme étant l'organe le plus riche en composés phénoliques. Contrairement aux études réalisées par (Benlagma et Khelil, 2019) à Biskra, (Izza, 2020) à Relizane et (Labane et Tadala, 2015) à Boumerdes par différentes extractions: aqueuse, méthanolique et éthanolique selon l'ordre, les résultats trouvés sont inférieurs par rapport à nos valeurs d'après le tableau V.

D'une autre part, quatre régions ont été étudiées par Aissani et *al.* (2014) dans le but d'analyser la teneur en polyphénols totaux dans les olives d'oléastre, les quatre échantillons présentent des valeurs variables entre  $477.15 \cdot 10^{-3}$  mg/ml et  $1172.32 \cdot 10^{-3}$  mg/ml (Tab.V). Par comparaison à nos valeurs, ces résultats présentent des concentrations plus basses en polyphénols.

La répartition inégale des composés phénoliques dans les différents organes de l'oléastre nous a permis de déduire que les teneurs en PPT et en FT peuvent varier selon l'organe analysé, la région étudiée, le solvant utilisé, le temps et la méthode d'extraction suivie. Ces facteurs, entre autres, peuvent avoir un impact direct sur la composition chimique des racines, des feuilles ainsi que des olives. (Teasiola et Okogeri, 2001 ; Arab et *al.*, 2014 ; Boudechiche et *al.*, 2014 ; Rimawi et *al.*, 2014).

**Tableau IV** : Comparaison des teneurs en PPT et des FT des organes végétaux d'*O. europaea* subsp *sylvestris*.

Auteurs	Organe végétatif	Teneur en PPT	Teneur en FT
Mestar (2019)	Feuille	58,61 ± 3,85 mg EAG/ g RS	2,17 ± 0,08 mg EQ/g RS
Benlagha Et Khelil, (2019)	Feuille	123,91± 0.010005µg EQ/mg d' Extrait	59 ± 0.005µg EQ/mg d'Extrait
Izza (2020)	Feuille	89.41 µg EQ/mg extrait	66.06 µg EQ/mg extrait
Labane et Tadala, (2015)	Feuille	20.7±0.5 mg EAG/g	
Aissani et <i>al.</i> , (2009)	Olive	199.39.10 <sup>-3</sup> (mg/ml)	
		141.12.10 <sup>-3</sup> (mg/ml)	
		54.31 .10 <sup>-3</sup> (mg/ml)	
		199.39.10 <sup>-3</sup> (mg/ml)	
Chekini et Harouni, (2020)	Racines	174,45 ± 0,88 mg EAG/gRS	1 ,47±0,50 mgEQ/gRS
		194,16±47,17 mg EAG/gRS	2,43±0,43 mg EQ/gRS

Nguyen et *al.* (2020), ont effectué une extraction méthanolique et acétonique sur les racines de *Polyscias fruticosa* pour analyser les teneurs en PPT et en FT. Les données rapportées en ces métabolites mentionnés dans le tableau sont inférieures comparant à ceux

que nous avons obtenus (Tab.V). Nos résultats viennent donc confirmer l'efficacité de l'extraction éthanolique des composés phénoliques, comme il a été déjà signalé par (Naczka et Shahidi., 2004) qui ont précisé que les solvants d'extractions les plus recommandés en cas de vouloir extraire les composés phénoliques sont les alcools (méthanol, éthanol). L'éthanol étant un solvant polaire permet d'extraire une teneur importante de composés phénoliques des racines d'oléastre, contrairement aux solvants non polaires.

D'autres expériences ont été réalisées par Nguyen et *al.* (2020) afin de fixer d'autres paramètres tels que la température, le temps d'extraction et la concentration du solvant. Les valeurs enregistrées pour les PPT et les FT étaient différentes. Par conséquent, la température ainsi que le temps d'extraction présentent un effet significatif sur l'extraction des polyphénols, car des températures élevées et des périodes d'extractions plus importantes provoquent des pertes importantes en polyphénols ce qui affecte automatiquement leur quantification (Hagermann et *al.*, 2000 ; Moure et *al.*, 2001 ; Kiassos et *al.*, 2009).

Dans les travaux réalisés par Aissaoui et Guellal (2020), l'effet des variations saisonnières (hiver et été) sur les teneurs en polyphénols totaux des racines du chêne liège a été étudié. Les valeurs en PPT sont inférieures par rapport à celles que nous avons enregistrées (Tab.V). Au contraire, l'analyse que (Krol et *al.*, 2014) ont effectués sur les racines de la vigne, a permis de déduire que leurs résultats étaient considérablement supérieurs et importants (Tab.V). Cependant, une accumulation remarquable en PPT a été observée en été qu'en hiver. L'exposition de ces espèces à une longue et forte radiation solaire conduit à un stress hydrique et thermique chez la plante, ce qui conduit à la rétention de la masse totale de la plante et la perturbation de l'activité respiratoire des racines. Ces conditions provoquent, alors, une augmentation conséquente d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) entraînant ainsi une augmentation de la production de métabolites secondaires (antioxydants naturels) pendant la saison sèche. Ceci, étant un mécanisme de défense contre la sécheresse (Gunn et Farrar, 1999 ; Verdaguer et *al.*, 2003 ; Chaves et *al.*, 2011; Chemielewska et *al.*, 2016 ; Gargallo et *al.*, 2018 ; Almeida et *al.*, 2020 ).

Contrairement aux études menées par Bentabet et *al.* (2014) et Rached et *al.* (2010) qui ont travaillé sur les racines de la même espèce *Fredolia aretioides* pendant la période d'été et d'hiver. Le contenu phénolique était supérieur en période hivernale qu'en été (Tab.V). Ces résultats sont semblables à ceux d'Esra et *al.* (2010) qui ont constaté qu'une baisse de

température (froid) chez *C. annuum* se traduit par une augmentation de la teneur en PPT et en FT. Ceci, indique l'influence du froid sur la teneur en ces composés.

D'après ces résultats, on peut également assurer la forte influence de la période de récolte sur le contenu phénolique d'une plante (Miliauskas et al., 2014), puisque la récolte des échantillons a été effectuée pendant différentes périodes.

Le bilan racinaire de *Tamus communis*, *Myrtus communis*, *Paullinia pinnata*, *Voacanga africana* en composés phénoliques révèle que la teneur en FT est largement supérieure à celle que nous avons obtenu (Tab.V). Ces rapports permettent de supposer que ces plantes ont peut être été exposées à un stress salin. Gogbeu et al. (2019) et Haghghi et al. (2012) et ont confirmés que les teneurs en flavonoïdes augmentaient chez *Plantago ovata* et *Oryza sativa* L. afin de s'acclimater au stress salin.

Le contenu polyphénoliques des racines de *Thymelaea Hirsuta*, et *Cassia sieberiana* a été étudié, cependant, les valeurs étaient différentes pour chacune (Tab.V). Les variations entre les teneurs en PPT et en FT chez ces espèces peuvent être expliquées par la nature du sol qui caractérise chacune d'elles. Charles et al. (1990) et Loussert et Brousse, (1978) ont démontré que le développement du système racinaire est dépendant de la composition du sol ainsi que ses caractéristiques physiques et chimiques. Ces dernières jouent un rôle primordial dans l'augmentation ou la diminution de la teneur en métabolites secondaires dans les plantes.

De plus, nous remarquons que les teneurs en composés phénoliques enregistrées pour les racines d'oléastre sont supérieures à la plupart des résultats déjà interprétés (Tab. IV, V). A ce propos on peut annoncer que l'augmentation des teneurs en PPT et en FT dans nos extraits de racines d'oléastres est probablement due au phénomène de la mycorhization, si on doit se référer aux travaux réalisés par Benjelloun et al. (2014). Ces derniers ont montré que les valeurs de ces composés augmentaient chez les racines de maïs mycorhizées et diminuaient chez les racines non mycorhizées. D'autres parts, il a été démontré que la symbiose endomycorhizienne concerne les plantes résistantes à la sécheresse comme l'olivier, particulièrement l'oléastre (Roldán et Barea, 1986 ; Briccoli et al., 1992 ; Saad et al., 2008 ; Meddad et al., 2011; Anonyme, 2016 ). D'après Daguelou, (2016) ; le champignon endomycorhizien colonise fortement les racines d'oléastre qui sont très dépendantes de cette symbiose.

Selon plusieurs auteurs, les mycorhizes sont plus abondants en printemps (López et Honrubia, 1992 ; Lugo et Cabello, 2002), et vu que notre échantillonnage a été réalisé en mois de mai donc cela confirme que l'augmentation des teneurs en PPT et en FT est peut être due à la symbiose entre nos racines et ceux des champignons.

**Tableau V** : tableau récapitulatif des espèces comparées.

Espèce	Mois	Station	Taux en PPT	Taux en FT	Auteurs
<i>Polyscias fruticosa</i>	Mars	Viet Nam	28,56µgGAE/mg	26,26 µgQE/mg	Nguyen et al., (2020)
<i>Quercus suberL</i>	Janvier Et juillet	Ait Hamad	54,41± 0.713 µg EAG/mg de PV (été) ; 13,225± 0.264µg EAG/mg de PV(hiver)		Aissaoui et Guellal, (2020)
<i>Fredolia aretioides</i>	Décembre	Béchar	971,05 ± 0,83 mg E AG/g		Bentabet, et al. (2014)
<i>Tamus communis L.</i>	Mai	Batna	69,786±0.10 mg EAG/g E	8,080±0.07 mg EQ/g E	Zerargui (2015)
<i>Myrtus communis L.</i>	Janvier	Tunisie (Ain Drahem)	20 mg E AG/g E	14,22 mg Q/g	Snousi et al., (2013)
<i>Cassia sieberiana</i>	Septembre	Togo (Danyi)	327,16 ± 3,990 mg EAG/g	37,270 ±2,216 mg EQ/g	Evenamede et al., (2017)
<i>Thymelaea hirsuta</i>	Décembre	Oued nini	de 54,681 ± 0,56µg EAG/mg d'extrait à 149,5015 ± 0,747 µg EAG/mg d'extrait.	1,825 ± 0,118 µg EQ/mg ; 7,745 ± 0,07 µg EQ/mg E	Ilihoum et Boukalmouna, (2018)
<i>Paullinia pinnata</i>		Songon	146,67 ± 25,17 mg EqAG/g d'extrait	88,67 ± 1,15 mg EQ/g d'E	Kaci et al., (2020)
<i>Voacanga africana</i>		Songon	166,67 ± 11,55 mg EqAG/g d'extrait	55,00 ± 1,00 EQ/g d'E	Kaci et al., (2020)

Les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus indiquent que le profil polyphénolique varie quantitativement d'une espèce à une autre, cela peut être dû aux certains facteurs extrinsèques comme les conditions climatiques, l'origine de la plante, la granulométrie du sol ainsi que le pH du milieu. Mais également, à certains facteurs intrinsèques (génétiques) comme le stade de développement de la plante (Claire Ferret, 2008 ; Falleh et *al.*, 2008).

Ces rapports permettent de conclure que les conditions défavorables entraînent des perturbations perçues comme étant des stress au niveau de la physiologie de la plante, alors cette dernière suscite des réactions de défense se traduisant par la biosynthèse et l'augmentation des teneurs des métabolites secondaires (Djeridane et *al.*, 2013).





Les dernières décennies sont marquées par l'intérêt particulier porté à la mise en valeur des plantes à intérêt médicinale comme source de substances bioactives naturelles. De ce fait, ces plantes ont fait l'objet de différentes études.

Faisant partie des formations sclérophylles méditerranéennes typiques, l'oléastre (*Olea europaea subsp sylvestris*), joue un rôle très important dans l'écologie et la biodiversité de ces dernières.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à l'évaluation des teneurs en polyphénols et flavonoïdes totaux des racines d'*Olea europaea subsp sylvestris* récoltées en mois de mai dans la wilaya de Tizi Ouzou, commune Fréha.

L'analyse quantitative des extraits éthanoliques a montré que le taux des polyphénols et flavonoïdes totaux dans la partie souterraine de l'oléastre est important, avec une teneur de l'ordre de  $174,45 \pm 0.88$  (H1) ;  $194,16 \pm 47.17$  (H2) **mg E AG/gRS** pour les (PPT) qui est très importante par rapport à celle des (FT) avec une teneur de  $1,47 \pm 0,50$  (H1) ;  $2,43 \pm 0.43$  (H2) **mg EQ/gRS**.

A la lumière des résultats obtenus, nous avons pu déduire qu'il existe une différence significative entre les teneurs des composés phénoliques étudiés (polyphénols et flavonoïdes) sur les deux niveaux (1 et 2). Or, les racines d'oléastre ont révélées une richesse en polyphénols par rapport aux flavonoïdes. Cette différence significative est vérifiée par Fobs qui est égale à 0.35 pour (PPT) et 4.22 Pour (FT) au risque de 5% par l'analyse de la variance (ANOVA).

L'oléastre comptent parmi les espèces qui ont une forte capacité d'adaptation aux divers aléas physiques (froid, sécheresse, salinité) et biologiques (maladies, insectes ravageurs). Enfin, on peut dire que l'induction de la production des composés phénoliques chez les racines d'oléastre est liée à sa résistance face aux stress variés de son environnement.

Cependant, malgré leurs importances, ces résultats restent partiels et d'autres travaux sur cette plante s'imposent aux niveaux pharmacologiques et chimiques, il serait intéressant à l'avenir :

- Etudier la composition chimique de toutes les parties de la plante : tiges, feuilles, fleurs, fruits et racines tout en incluant différents variables (tel que : le temps de collecte des organes d'oléastre, l'âge des organes et des arbres, les conditions climatiques, l'origine géographique...)

- d'étudier les activités biologiques des extraits (activité antioxydant, activité, antifongique, etc.) ;
- D'utiliser d'autres méthodes d'extraction avec différents solvant tel que le méthanol et autres ;
- d'étendre cette étude à d'autres régions dans lesquelles de nouveaux vergers d'oléastres ont été récemment créés notamment dans les zones semi-arides et arides d'Algérie ;
- Réaliser le dosage des saponines, des terpènes totaux et des tanins.

## 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 Anta diop de Dakar. 163p.
- **Abedini A. (2013).** Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Thymus atrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes ; diplôme de doctorat ; université de Lille ; France.
- **Achakzai A.K.K., Achakzai P., Masood A., Kayani S.A., Tareen R.B., others. (2009)** Response of plant parts and age on the distribution of secondary metabolites on plants found in Quetta. *Pak J Bot* 41, 2129– 2135.
- **Achat S. (2013).** Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interaction avec des ions métalliques. Thèse en co-tutelle de doctorat en Sciences filière : Biologie, option : Sciences Alimentaires. Université A. MIRA-Bejaia et Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse– Avignon. 211p.
- **Agati G., Brunetti C., Di Ferdinando M., Ferrini F., Pollastri S. & Tattini M. (2013).** Functional roles of flavonoids in photoprotection: new evidence, lessons from the past. *Physiology and Biochemistry*, 72(1): 35-45.
- **Aissani Meriem., Chériguene Amina., Hadeef Sawsen. (2019).** Mémoire, La variété sauvage de l'olivier « Oléastre » : qualité des olives, de l'huile d'olive et évaluation des effets nutritionnels de l'huile chez le rat Wistar, 59p.
- **Aissaoui Lydia., Guellal Méliissa. (2020).** Mémoire, Contribution à l'étude de la teneur en polyphénols totaux racines du chêne liège « domaniale d'Azzouza, 39p.
- **Ait youssef M. (2006).** Plantes médicinales de Kabylie. Ed. IBIS Press, Paris, 349p.
- **Akula R., Ravishankar G.A. (2011).** Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signal. Behav.* 6, 1720–1731.
- **Almeida T., Pinto G., Correia B., Gonçalves S., Meijón M. & Escandón M. (2020).** In-depth analysis of the *Quercus suber* metabolome under drought stress and recovery reveals potential key metabolic players. *Plant Science*, 299, 110606.
- **Alonso-Amelot M.E., Oliveros A. & Calcagno-Pisarelli M.P. (2004).** Phenolics and condensed tannins in relation to altitude in neotropical *Pteridium* spp: A field study in the Venezuelan Andes. *Biochemical systematics and Ecology*, 32(11): 969-98.

## Références bibliographiques

---

- **Alonso-Amelot M.E., Oliveros-Bastidas A. & Calcagno-Pisarelli M.P. (2007).** Phenolics and condensed tannins of high altitude *Pteridium arachnoideum* in relation to sunlight exposure, elevation, and rain regime. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(1): 1-10.
- **Anonyme. (2016).** Rôle des mycorhizes dans l'alimentation des végétaux ligneux de zone arides. [Mediterraneanagroquimicos.cat/wordpress\\_2/](http://Mediterraneanagroquimicos.cat/wordpress_2/) p=632.
- **Aouidi F. (2012).** Etude et valorisation des feuilles d'olivier *Olea europaea* dans l'industrie agroalimentaire. Thèse de doctorat en Génie Biologique. Université de Carthage, Tunisie. 140 p.
- **Arab K., Bouchenak O., Yahiaoui K. (2013).** Evaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé. *Afrique science*. pp : 159-166.
- **Arab K., Bouchnak O., Yahiaoui K. (2014).** Etude phytochimique et évolution de l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés phénoliques du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L). *Journal of Fundamental and applied Science* 6(1): 79-93.
- **Aranda B., Blankenburg H., Kerrien S., Brinkman F. S., Ceol A., Chautard E. & Hermjako H. (2011).** PSICQUIC and PSISCORE: accessing and scoring molecular interactions. *Nature methods*, 8(7), 528-529.
- **Argenson C. (1999).** L'olivier. -Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), p : 204.
- **Artaud M. (2008).** L'olivier sa contribution dans la prévention et le traitement du syndrome métabolique. Ed. C.O.I., 30 p.
- **Arya J.S., Singh N., Rinchen T., Maurya S.B. & Korekar G. (2015).** Genotypes, geographical regions and solvents dependent antioxidant activity of *Rumex patientia* L. in cold desert of trans-Himalaya Ladakh, India. *Australian Journal of Crops Science*, 9(2): 98- 104.
- **Ashraf M. H. P. J. C. & Harris P. J. (2013).** Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica*, 51(2), 163-190.
- **Ater M., Essalouh L., Ilbert H., Moukhli A. & Khadari B. (2016).** L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratique, diversité, adaptation, usage, commerce et politique. *CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*. (118). 215p.

## Références bibliographiques

---

### B

- **Bagnères A.G. & Hossaert-Mckey M. (2017).** L'écologie chimique. Collection Ecologie. ISTE Editions. 240 p.
- **Bardoulat M. (2005).** L'olivier, trésor de santé. Alpen Edition S.A.M, 81-87.
- **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.
- **Beddiar A., Mekahlia M.N. (2007).** Infectivité et efficacité de 4 morphotypes de spores de champignons endomycorhiziens à arbuscules extraits de sols Algériens et inoculés à l'oléastre (*Olea oleaster* « HOOFG. Et LINK. »). Colloque international sur les BioTech World. 24-25 Novembre. Oran, Algérie. 18.
- **Belarbi M., Bendimerad S., Sour S., Soualem Z., Baghdad C., Hmimed S., Chemat F. & Visioli F. (2011).** Oleaster oil positively modulates plasma lipids in humans. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(16): 8667-8669.
- **Benabadji N. & Bouazza M. (2000).** Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie-occidentale). *Rev. Energ. Ren*, 3, 117-125.
- **Bendi Djelloul M.C.E. (2017).** Influence du sol, de l'altitude et de la variété sur la qualité de quelques huiles d'olive dans l'Ouest Algérien. Thèse de Doctorat en Agronomie, spécialité : Amélioration de la Production végétale et Biodiversité. Université Aboubeker Belkaid de Tlemcen. 128p.
- **Benhammou N. (2012).** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques.
- **Benjelloun S., El Harchli E. H., Amrani Joutei K., El Ghachtouli N., Benbrahim F. & El Yamani J. (2014).** Etude De L'importance De La Mycorhization Dans La Synthèse Des Composés Phénoliques Chez Le Maïs En Condition De Stress Hydrique. *Int J Eng Sci*, 4(12), 43-49.
- **Benlagha Rania. et Khelil Yasmine. (2019).** Mémoire Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux obtenus par trois méthodes d'extractions à partir des feuilles d'*Olea europaea*, 22-24p.
- **Bennett R.N. & Wallsgrove R.M. (1994).** Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New phytologist*, 127(4): 617-633.

## Références bibliographiques

---

- **Benhamou N., Atik Bekkara F. & Coustard J-M. (2009).** Antioxidant activity of methanolic and water extracts from *Marrubium deserti* (de Noë) and *Thymelaeae microphylla* from Algerian Sahara. *Advances in Food Sciences*, 31(4): 194-201.
- **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.
- **Berenbaum M.R. (1995).** The chemistry of defense: theory and practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. 92(1): 2-8.
- **Bernal M., Llorens L., Julkunen-Tiitto R., Badosa J. & Verdaguer D. (2013).** Altitudinal and seasonal changes of phenolic compounds in *Buxus sempervirens* leaves leaf structural features in *Origanum* (*Origanum vulgare* L.). *Annals of Botany*, 92(5): 635-645.
- **Berti F., Fambrini M., Turi M., Bertini D. & Pugliesi C. (2005).** Mutations of corolla symmetry affect carpel and stamen development in *Helianthus annuus*. *Canadian Journal of Botany*, 83(8), 1065-1072.
- **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., Khadari B., Baradat P. & Bervillé A. (2002).** *Olea europaea* phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 1353-1361.
- **Bianco A., Uccella N. (2000).** Biophenolic components of olives. *Food Research International*. 33, 475-485.
- **Black C.N., Bot M., Revesz D., Scheffer P.G., Brenda Penninx B. (2017).** The association between three major physiological stress systems and oxidative DNA and lipid damage. Amsterdam The Netherlands.
- **Bouabdallah A., Rault T. & Challal Y. (2014).** Energy efficiency in wireless sensor networks: A top-down survey. *Computer networks*, 67, 104-122.
- **Boualem B. (2007).** Béjaia: l'olivier sauvage délaisse. *El Watan*. 5.
- **Bouaziz M., Grayer R.J., Simmonds M.S., Damak M., Sayadi S. (2005).** Identification and antioxidant potential of flavonoids and low molecular weight

## Références bibliographiques

---

- phenols in olive cultivar Chemlali growing in Tunisia, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53, 236-241.
- **Boucher C.H., Yves D., Chaux D. and Nestle S. (2011)**. Guide des arbres et arbustes de méditerranée. Ed. Delachaux, Paris, 291p.
  - **Boudechiche M.L., Cherif M., Boudechiche L., Sammar F. (2014)**. Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie. *Revue Méd. Vét*, 165(11-12), 344-352.
  - **Boudhrioua N., Bahloul N., Slimen I. B. & Kechaou N. (2009)**. Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. *Industrialcrops and products*, 29(2-3), 412-419.
  - **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
  - **Boudribila M.M. (2004)**. Les anciens Amazighs avant les phéniciens : Mode de vie et Organisation sociale. *AWAL*. 29, 17-31.
  - **Boudy L. & Terral J.F. (2016)**. Archéobiologie et agrobiodiversité de l'olivier : domestication et diffusion dans l'Ouest de la Méditerranée. Montpellier : CIHEAM (Options Méditerranéennes : série A : Séminaires Méditerranéens, (118). - L'Oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques. 17-27.
  - **Boukef M.K. (1986)**. Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne, médecine traditionnelle et pharmacopée. Ed. Agence de coopération culturelle et technique, Paris, 350p.
  - **Breton C., Médail F., Pinatal C., Beroillé A. (2006)**. De l'olivier à l'oléastre: origine et domestication de l'*olea europaea* L. dans le bassin méditerranéenne. *Cah.Agr.* 15: 329- 336
  - **Breton C., Pinatel C., Médail F., Bonhomme F., Berville A. (2008)**. Comparison between classical and Bayesian methods to investigate the history of olive cultivars using SSR-polymorphisms. 524-200.
  - **Breton C. & Bervillé A. (2012)**. Histoire de l'olivier. L'arbre des temps. Quae Editions. Versailles. 223p.
  - **Briccoli-Bati C., Rinaldi R., Tocci C., Sirianni T., Iannotta N. (1994)**.

## Références bibliographiques

---

Influence of salty water irrigation on mycorrhizae of young olive trees in containers. *Acta Hort.*, 356: 218-220.

- **Brunet S. (2008).** Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestifs des ruminants. Thèse de doctorat, spécialité : Pathologie et Nutrition. Université de Toulouse, Université ToulouseIII-Paul Sabatier. 215p.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie-Phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition, revue et augmentée, Paris, Lavoisier. Tec & Doc-Editions, 4e éd. revue et augmentée médicales internationales. 1269 p.
- **Bruneton J. (1993).** Isothermic heats of sorption of olive leaves (Chemlali variety). Experimental and mathematical investigations. *Food and Bioproducts Processing* .86, pp : 167-175. Pharmacognosie. Technique et documentation-Lavoisier. France .278 p.
- **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie - Phytochimie – Plantes médicinales. 3ème édition. France : Tech et Doc – Lavoisier. Technique & Documentation, Paris.

### C

- **Cai Y., Luo Q., Sun M. & Corke H. (2004).** Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life sciences*, 74(17): 2157-2184.
- **Carrion 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: 952-968.
- **Castells E. & Peñuelas J. (2003).** Is there a feedback between N availability in siliceous and calcareous soils and *Cistus albidus* leaf chemical composition? *Oecologia*, 136(2): 183- 192.
- **Chatzissavidis C. & Therios I. (2002).** Response of four olive (*Olea europaea* L.) cultivars to six B concentrations: Growth performance, nutrient status and gas exchange parameters. *Scientia Horticulturae*, 127(1), 29-38.
- **Charles D. J. & Simon J. E. (1990).** Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(3), 458-462.

## Références bibliographiques

---

- **Chaves I., Passarinho J.A.P., Capitão C., Chaves M.M., Fevereiro P. & Ricardo C.P. (2011).** Temperature stress effects in Quercus suber leaf metabolism. *Journal of plant physiology*, 168(15), 1729-1734.
- **Chevalier A. (1948).** L'origine de l'olivier et ses variations. *Rev. IBot.Appl.Agric. Tropicale* . 28: 1-25.
- **Chmielewska K., Rodziewicz P., Swarczewicz B., Sawikowska A., Krajewski P., Marczak L. & Stobiecki M. (2016).** Analysis of drought-induced proteomic and metabolomic changes in barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves and roots unravels some aspects of biochemical mechanisms involved in drought tolerance. *Frontiers in plant science*, 7, 1108.
- **Chouaki S., Bessedik F., Chebouti A., Maamri F., Oumata S., Kheldoun S., Hamana M.F., Douzene M., Bellah F. et Kheldoun A. (2006).** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques. INRA Algérie/ juin 2006. Pp : 74-75.
- **Claire Ferret C., Sterckeman T., Cornu J. Y., Gangloff S., Schalk I. J. & Geoffroy V.A. (2008).** Siderophore-promoted dissolution of smectite by fluorescent *Pseudomonas*. *Environmental microbiology reports*, 6(5), 459-467.
- **Clerivet A., Alami I., Breton F., Garcia D. et Sanier C. (2013).** Les composés phénoliques et la résistance des plantes aux agents pathogènes. *Acta Botanica Gallica*. 2166-3408.
- **Comte H. (1990).** Le tour de l'olivier. Régine Vallée, 2ème ed, p : 116.
- **Cowan M.M. (1999).** Plant products as antimicrobial agent. *Clinical Microbiology Reviews* 12, 568-571

## D

- **Daguelou Imane. (2016).** Approche des symbioses racinaires de l'oléastre sous un sol dégradé dans la région de Tizi Rached (Wilaya de Tizi Ouzou) (mémoire) UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU.
- **Dai J. & Mumper R.J. (2010).** Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10): 7313-7352.
- **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.

## Références bibliographiques

---

- **De Candolle A. (1883).** Origines des plantes cultivées. Ed., Librairie Germer Bâillière, paris. 372.
- **Di Carlo G., Mascolo N., Izzo A.A. and Capasso F. (1999).** Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sciences* 65(4), 337-353.
- **Dichio, B., Xiloyannis, C., Angelopoulos, K., Nuzzo, V., Bufo, S. A., & Celano, G. (2003).** Drought-induced variations of water relations parameters in *Olea europaea*. *Plant and Soil*, 257(2), 381-389.
- **Di Ferdinando M., Brunetti C., Agati G. & Tattini M. (2014).** Multiple functions of polyphénols in plants inhabiting unfavorable Mediterranean areas. *Environmental and Experimental Botany*, 103: 107-116.
- **Dixon R. & Paiva N. (1995).** Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell*, 7(7):1085-1097.
- **Djeridane A., Yousfi M., Brunel J. M. and Stocker P. (2010).** Isolation and characterization of a new steroid derivative as a powerful antioxidant from *Cleome arabica* in screening the in vitro antioxidant capacity of 18 Algerian medicinal plants. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2599-2606.
- **Djeridane A., Yousfi M., Nedjemi B., Boutassouna D., Stocker P. et Vidal N. (2013).** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *J. Food Chem.* 97 : 654-660.
- **Djeziri F.Z. (2012).** étude de l'activité hypolipémiante de l'huile d'*Olea europaea* var *oleaster* chez le rat « wistar ». Thèse de magister.
- **Duarte A.R., Santos S.C., Seraphin J.C. & Ferri P.H. (2012).** Influence of spatial, edaphic and genetic factors on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* fruits. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23 (4): 737-746.

## E

- **Ebrahimzadeh M.A., Nabavi S.M., Nabavi S.F. & Dehpour A.A. (2011).** Antioxidant activity of hydroalcoholic extract of *Ferula gummosa* Boiss roots. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 15(6): 658-664
- **Edeas M. (2007).** Les polyphénols et les polyphénols de thé. *Phytothérapie*, 5(5), 264-270.

## Références bibliographiques

---

- **Edreva A. (2005).** The importance of non-photosynthetic pigments and cinnamic acid derivatives in photoprotection. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 135-146.
- **Elicoh-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.
- **Esra K., İŞLEK C., Üstün A.S. (2010).** Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annum L.*) varieties. *Gazi Univ. J. Sci.* 23, 1–6.
- **Evenamede K. S., Kpegba K., Simalou O., Boyode P., Agbonon, A. & Gbeassor M. (2017).** Etude comparative des activités antioxydantes d'extraits éthanoliques de feuilles, d'écorces et de racines de *Cassia sieberiana*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6), 2924-2935.

### F

- **Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M. and Abdely C. (2008)** Phenolic composition of *Cynara cardunculus L.* organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331, 372-379.
- **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.
- **Fleuriet A. & Deloire A. (1982).** Aspects histochimiques et biochimiques de la cicatrisation des fruits de Tomate blessés: Histochemical and Biochemical Aspects of Cicatrization of Tomato Fruit Lesions. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, 107(3), 259-268.
- **Fritch H., Griesbach H. (1975).** Biosynthesis of cyaniding in cell cultures of *Haplopappus gracilis*. *Phytochem.*14: 2437-42.

### G

- **Gallet C. & Pellissier F. (2002).** Interactions allélopathiques en milieu forestier. La végétation forestière : gestion, enjeu et évolution. *Revue forestière française*, 54(6): 567- 576.

## Références bibliographiques

---

- **Garett J. & Schneider W. J. (2006).** Intelligence, Human Capital, and Economic Growth. *Journal of Economic Growth*, 11(1), 71-93.
- **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.
- **Gherib A. (2015).** Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait d'Olea europea var.oleaster et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. Doctorat 3ème cycle (LMD) en Biochimie, option : Biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar – Annaba. 120 p.
- **Ghedira K. (2008).** L'olivier. *Phytothérapie*. 6, 83-89.
- **Ghedira K. (2010).** *Phytothérapie* 4. Les flavonoïdes et propriétés . pp : 162
- **Gimeno E., Fit M., Lamuela-Raventós 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, 114-120.
- **Gogbeu S.J., Dogbo D.O., Zohouri G.P., N'Zué B. and Bekro-Mamyrbekova J.A. (2012).** Induction of polyphenoloxidases activities and phenolic compounds accumulation in cells and plants elicited of cassava (*Manihot esculenta* Cranz). *Journal of Scientific Research and Reviews*, 1(1): 7-14.
- **Goodyer J. (1959).** The greek herbal of Dioscorides. Ed. Hafner Publishing Company, New York, 701p.
- **Goudable J. & Favier A. (1997).** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme* 11. p 115-120.
- **Gould K.S., Lister C. (2006).** Flavonoïd functions in plants. Flavonoids: Chemistry, biochemistry and applications. Andersen, O MMarkham, K R, CRC Press. 8:397-441.
- **Gravot A. (2008):** Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2.
- **Guignard J.L. (2000).** Les composés aromatiques In : *Biochimie végétal*. Ed : Dunod. pp : 161-217.
- **Guignard J. (2004).** *Biochimie végétale*. Masson. Dunod 2ème édition. Paris. 274p
- **Gunn S. et Farrar J.F. (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. *Écologie fonctionnelle*, 13, 12-20.

## Références bibliographiques

---

### H

- **Hagerman A.E., Muller-Harvey I. et Makkar H.P.S. (2000).** Quantification of tannins in tree foliage. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture .Vienna. 26p.
- **Haghighi Z., Modarresi M., Mollayi S., others. (2012).** Enhancement of compatible solute and secondary metabolites production in *Plantago ovata* Forsk. By salinity stress. *J. Med. Plants Res.* 6, 3495–3500.
- **Hannachi H., Sommerlatte H., Breton C., Msallem M. et El Gazzah M. (2009).** Oleaster (var. *sylvestris*) and subsp. *cuspidata* are suitable genetic resources for improvement of the olive (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *europaea*). *Genet ResourCropEvol.*56. pp :393–403.
- **Hennebelle T., Sahpaz S., Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1: 3-6p.
- **Harborne, J. B. & Grayer, R. J. (1988).** The anthocyanins. In *The flavonoids* (pp. 1-20). Springer, Boston, MA.
- **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. & Williams C.A. (2000).** Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6) : 481-504.
- **Harchaoui Ouafi M.S. (2007).** Contribution à l'étude biochimique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Analyse des polyphénols des folioles de cultivars dans un but chimiotaxinomique. Thèse de doctorat en Sciences de la Nature, spécialité : Biologie végétale. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene d'Alger. (USTHB). 125p.
- **Hassani A., Seddiki D., Kouadria M., Bouchenafa N., Negadi M., Labdaoui D. (2014).** Effet de la salinité sur le comportement physiologique et biochimique de l'oléastre (Olivier spontané) et l'olivier cultivé (Variété sigoise). *Revue Ecologie Environnement*(10). 24p.
- **Havsteen, B. H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology. & therapeutics*, 96(2-3), 67-202.
- **Huang W.Y., Cai Y.Z., Zhang Y. (2009).** Natural phenolic compounds from medicinal herbs and dietary plants: potential use for cancer prevention. *Nutr. Cancer* 62,1–20.

## Références bibliographiques

---

### I

- **Ibrahim, H. M. (2015).** Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using banana peel extract and their antimicrobial activity against representative microorganisms. *Journal of radiation research and applied sciences*, 8(3), 265-275.
- **Ilihoum Rayhana. et Boukalmouna Ilham. (2018).** Comparaison des activités biologiques des feuilles et racines de *Thymelaea hirsuta*, (mémoire), Université l'Arbi Ben Mhidi-Oum el Bouaghi, 51p.
- **Iserin P. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres Pp : 143 et 225-226.
- **Izza Samira. (2020).** Activité antioxydante des feuilles de l'olivier *Olea europea L. subsp europaea var. sylvestris*, mémoire. 27-28p.
- 

### J

- **Jacotot B. (1996).** Huile d'olive et prévention. *Nutrition Clinique Et Métabolisme*. 10, 7S9S.
- **jacques-Meunié D. (1982).** Le Maroc saharien des origines à 1670, Klincksieck, Paris.
- **Jeun J.M., Annie F., Chrystian J.L. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. 203- 204p.

### K

- **Kahouadji M.S. (1995).** Contribution à une étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Maroc oriental. Thèse de troisième cycle. Université Mohammed I. faculté des sciences, Oujda. 206p.
- **Kasraoui F., Med. (2010).** L'olivier. Le site officiel de l'Ing. Med. 2-5p.
- **Kassi, a. b. b., ballo, d., kabran, a. f., Sissouma, d. & Adjou, a. (2020).** Evaluation du pouvoir antioxydant et de la teneur en polyphénols totaux de six plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires. *Journal of Applied Biosciences*, 153, 15788-15797.
- **Khoumeri L. (2009).** Influence de la photopériode, des milieux de culture et des hormones de croissance sur le développement in-vitro des embryons et des micro boutures de l'olivier (*Olea europaea L.*) Var Chemlal. Thèse. Ing . 100p.

## Références bibliographiques

---

- **Kiassos E., Mylonaki S., Makris D.P., Kefalas P. (2009).** Implementation of response surface methodology to optimise extraction of onion (*Allium cepa*) solid waste phenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 10, 246-252.
- **Kim M.H., Park J.H., Won H. & Park C.W. (2000).** Flavonoid chemistry and chromosome numbers of *Fallopia* section *Pleuropterus* (*Polygonaceae*). *Canadian Journal of Botany*, 78(9): 1136-1143.
- **Kofidis G., Bosabalidis A.M. & amp., Moustakas M. (2003).** Contemporary seasonal and altitudinal variations of leaf structural features in *Origanum vulgare* L.). *Annals of Botany*, 92(5): 635-645.
- **Kratchanova M., Denev P., Milan Ciz M., Lojek A., Mihailov A. (2010).** Evaluation of antioxidant activity of medicinal plants containing polyphenol. Comparison of two extraction systems. *Biochimica polinica*. 57: 229–234.
- **Król A., Amarowicz R. & Weidner S. (2014).** Changes in the composition of phenolic compounds and antioxidant properties of grapevine roots and leaves (*Vitis vinifera* L.) under continuous of long-term drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(6), 1491-1499.
- **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.
- **Kumar, S., Sachdeva S., Bhat K. V. & Vats S. (2018).** Plant responses to drought stress: Physiological, biochemical and molecular basis. In *Biotic and abiotic Stress tolerance in plants*. Springer, Singapore. 1-25p.

### L

- **Labane. et Tadala. (2015).** Evaluation de l'activité antibactérienne et dosage des polyphénols des extraits bruts des feuilles de l'olivier sauvage (*Olea europaea subsp sylvestris*). 31p.
- **Lattanzio V., Cardinali A. & Linsalata V. (2012).** A biochemical and physiological perspective. In *Recent Advances in Polyphenols Research*; Cheynier, V., Sarni-Manchado, P., Quideau, S., Eds.; *Wiley-Blackwell Publishing*: Oxford, UK, 2012; Volume 3:1-39.
- **Lavee, S. & May, P. (1997).** Dormancy of grapevine buds-facts and speculation. *Australian Journal of grape and wine research*, 3(1), 31-46.

## Références bibliographiques

---

- **Lavee S. (2012).** Evaluation of the need and present potential of olive breeding indicating the nature of the available genetic resources involved. *Scientia Horticulturae*. 161, 333–339.
- **Lemieux G. & Germain D. (2002).** Le bois Rameal Fragmenté, la clé de la fertilité durable du sol. Ed. Groupe de coordination sur les bois Rameaux, Université Laval.
- **Levitt. J. (1980).** Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt and others stresses. Academic Press, New York, 2: 365- 406.
- **Lezzar H. et Meziani A. (2015).** Recherche in silico et conception d’amorce des gènes de tolérance au stress abiotique chez le blé. Mémoire .Université des Frères Mentouri Constantine1.P :3-10.
- **Lhuillier A. (2007).** Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia* Hook. *f ex Oliver*, *Agauria polyphylla* Baker (*Ericaceae*), *Tambourissa trichophylla* Baker (*Monimiaceae*) et *Embelia concinna* Baker (*Myrsinaceae*). Thèse de Doctorat, spécialité : Sciences des Agroressources, Institut National Polytechnique de Toulouse. Université Paul Sabatier - Toulouse III.214p.
- **Li, M., Cha, D. J., Lai, Y., Villaruz, A. E., Sturdevant, D. E. & Otto, M . (2007).** The antimicrobial peptide-sensing system aps of *Staphylococcus aureus*. *Molecular microbiology*, 66(5), 1136-1147.
- **Locatelli M., Travaglia F., Coisson J.D, Martelli A., Stevigny C. & Arlorio M. (2010).** Total antioxidant activity of hazelnut skin (Nocciola Piemonte PGI): Impact of different roasting conditions. *Food Chemistry*, 119: 1647-1655.
- **López-Sánchez M.E., Honrubia M. (1992).** Seasonal variation of vesicular arbuscular mycorrhizae in eroded soils from southern Spain. *Mycorrhiza*, 2: 33-39.
- **Loussert R and Brousse G. (1978).** L’olivier. Coll. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Ed. Maisonneuve et Larousse, Paris, 480p.
- **Lugasi A., Hovari J., Sagi K.V., Biro L. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegedientis*, 47 : 119-125.
- **Lugo M.A., Cabello M.N. (2002).** Native arbuscular mycorrhizalfungi (AMF) from mountain grassland (Córdoba, Argentina) I. Seasonal variation of fungal spore density. *Mycologia*, 94: 579-586.

## Références bibliographiques

---

- **Lumaret R., Ouazzani N., Michaud H., Vivier G., Deguilloux M.F., Di Giusto F. (2004).** Allozyme variation of oleaster populations wild olive tree *Olea europaea* L. in the Mediterranean Basin. *Heredity*. 92, 343–351.
- **Lutge U ; Kluge M, Bauer G. (2002).** Botanique 3<sup>ème</sup> Ed : Technique et documentation. Lavoisier, Paris. p.211.

### M

- **Macheix J.J., Fleuriet A. et Sarni-Manchado P. (2003).** Composés phénoliques dans la plante-Structure, biosynthèse, répartition et rôles. Dans Les polyphénols en agroalimentaire; Sarni-Manchado P. et Cheynier V., Eds.; Lavoisier: Paris: 1-28p.
- **Macheix J.J., Fleuriet A. & Jay-Allemand C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR Presses polytechniques.
- **Macheix J.J., Fleuriet A. et Manchado P.S. (2006).** Composés phénoliques dans la plante-structure, biosynthèse, répartition et rôles; in: «Les Polyphénols En Agroalimentaire». Edition Tec et Doc., Lavoisier., Paris: 3-26p.
- **Maillard, D., Allavena, M. & Perchard, J. P. (1975).** Spectres vibrationnels du dioxyde de soufre dans une matrice d'argon, d'azote et de xénon. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy*, 31(9-10), 1523-1531.
- **Manallah I. (2012).** Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de Magister. Université Ferhat Abbas–SETIF. 20p .
- **Marouf A and Reynaud J. (2007).** La botanique d'A à Z : 1662 définitions. Dunod, Paris. 352p.
- **Meddad-Hamza., Beddiar A., Gollotte A et Gianinazzi S. (2001).** Management des mycorhizes chez l'olivier.
- **Mestar Ghechaoui, N. (2019).** Effet des facteurs de l'environnement sur les activités antioxydante et bioinsecticides d'un extrait végétal aqueux de l'espèce *Olea europea* subsp *sylvestris* dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, Université Chadli Bendjedid El-taref. 68p.
- **Meyer, S., Reeb, C. & Bosdeveix, R. (2008).** Botanique. *Biologie et physiologie végétales, 2<sup>e</sup> édition, Maloine.*

## Références bibliographiques

---

- **Miliauskas G., Venskutonis PR., Van Beek TA. (2004).** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract. *Food Chem* 85: 231–7.
- **Moreaux S. (1999).** L'olivier. Ed. Actes Sud, Arles, 92p.
- **Morel Y., Baroukl R. (1999).** Repression of gene expression by oxidative stress *Biochem.* 342, 481–496.
- **Moure A., Cruz J.M., Franco D., Dominguez J.M., Sineiro J., Dominguez H., Nunez M.J., Parajo J.C. (2001).** Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry* 72, 145- 171.
- **Murthy H.N, Lee E.J., Paek K.Y. (2014).** Production of secondary metabolites from cell and organ cultures: strategies and approaches for biomass improvement and metabolite accumulation. *Plant Cell Tissue Organ Cult PCTOC* 118:1–16. doi: 10.1007/s11240- 014-0467-7.

### N

- **Naczk, M. & Shahidi, F. (2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography A*, 1054(1-2), 95-111.
- **Naghiloo S., Movafeghi A., Delazar A., Nazemiyeh H., Asnaashari S., Dadpour M.R. (2012).** Ontogenetic variation of total phenolics and antioxidant activity in roots, leaves and flowers of *Astragalus compactus* Lam. (Fabaceae). *BioImpacts* BI 2, 105.
- **Nkhili E. (2009).** Polyphénols de l'Alimentation: Extraction, interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, oxydation et pouvoir antioxydant ; diplôme de doctorat; Montpellier ; France.
- **NQ Nguyen., MT Nguyen., VT Nguyen., VM Le4, LH Trieu4, XT Le5, TV Khang., NT LGiang., NQ Thach., TT accroché. (2020).** Les effets de différentes conditions d'extraction sur le polyphénol, les composants flavonoïdes et l'activité antioxydante de *Polyscias fruticosa* les racines. Département de génie chimique, Université de technologie de HCMC, VNU-HCM, Ho Chi Minh Ville, Vietnam 6 Centre d'application du progrès technologique, province de Ninh Thuan, Vietnam Institut d'agrobiologie Tat Thanh. Université Nguyen Tat Thanh, Ho Chi Minh-Ville, Vietnam: 10.1088/1757-899X/736/2/022067.

## Références bibliographiques

---

### O

- **Oliver, J. E. & Rahn, W. M. (2016).** Rise of the Trumpenvolk: Populism in the 2016 Election. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 667(1), 189-206.
- **Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahammed M. & Zabeirou H. (2003).** Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional est). *Courrier du savoir*, N° 3: 47-51.
- **Ouzid, S. (2017).** *Mesure des polluants atmosphériques générés par la société des ciments de Tébessa* (Doctoral dissertation, UMMTO).
- **Ozenda P. (1997).** Flore et végétation du Sahara. Edition CNRS.680 p

### P

- **Pan S.Y., Pan S., Yu Z.L., Ma D.L., Chen S.B., Fong W.F., Han Y.F. & Ko K.M. (2010).** New perspectives on innovative drug discovery: an overview. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 13(3): 450-471.
- **Pansiot, F. P. & Rebour, H. (1961).** Improvement in olive cultivation. *Improvement in olive cultivation*.
- **Pietta P. (2000).** Flavonoids as Antioxidants. *Journal of Natural Products* 63(7), 1035-1042.

### Q

- **Quezel P., Santa S. (1962)** .Nouvelle flore de l'Algérie et de la région désertique méridionale. Edi Centre national de la recherche scientifique. France. Tome 1.p739.
- **Quézel P. (1995).** La flore de bassin méditerranéen: origine mise en place, et endémisme. *Eco. Mediterranea*. 21:13-39.
- **Quézel P. & Médail F. (2003).** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS. 572 p.

### R

- **Rached W., Benamar H., Bennaceur M., Marouf A. (2010).** Screening of the antioxidant potential of some Algerian indigenous plants. *J Biol Sci* 10: 316–24.

## Références bibliographiques

---

- **Ramakrishna A, Ravishankar GA. (2011).** Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signal Behav* 6:1720–1731. doi: 10.4161/psb.6.11.17613
- **Ravel, B. & Newville, M. (2005).** ATHENA and ARTEMIS: interactive graphical data analysis using IFEFFIT. *Physica Scripta*, 2005(T115), 1007.
- **Raven H., Evert R.F. & Eichhorn S.E.(2000).** Biologie végétale. 6e édition. Traduit par Jules Bouharmont avec la collaboration scientifique de Charles-Marie Evrard. De Boeck Université Paris. 944p.
- **Rice-Evans C. (2001).** Flavonoid antioxidants. *Current Medicinal Chemistry* 8: 797-807.
- **Rimawi, F. (2014).** Development and validation of a simple reversed-phase HPLC-UV method for determination of oleuropein in olive leaves. *Journal of food and drug analysis*, 22(3), 285-289.
- **Roldán- Fajardo B.E., Barea J.M. (1986).** Mycorrhizal dependency in the olive tree (*Olea europaea* L.) Physiological and genetical aspects of the mycorrhizae. Proc. of the 1<sup>st</sup> Europ. Symp. on Mycorrhizae, Dijon, INRA, Paris, France, pp. 323-326.
- **Rösch D., Krumbein A and Kroh L.W. (2004).** Antioxidant gallocatechins, dimeric and trimeric proanthocyanidins from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) pomace. *European Food Research and Technology*, 219(6), 605-613.
- **Rubio De Casas R., Besnard G., Schönswetter P., Balaguer L. & Vargas P. (2006).** Extensive gene flow blurs phylogeographic but not phylogenetic signal in *Olea europaea* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 113(4): 575-583.
- **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.

## S

- **Saad D., Bellahcene M., Fortas Z. (2008).** Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances face à des stress biotiques et abiotiques. XIes Journées Scientifiques du réseau Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire de l'Agence universitaire de la Francophonie. Agrocampus Rennes. Rennes, France.215p.

## Références bibliographiques

---

- **Sadki, D. (1988).** Les genres *Bradfordia* et *Praeoppelia* (Ammonitina, Haplocerataceae) dans l'Aalénien supérieur et le Bajocien inférieur du Haut-Atlas marocain et du Portugal. In *International symposium on Jurassic stratigraphy*. 2 (pp. 225-242).
- **Rozier, P. & Tarascon, J. M. (2015).** Li-rich layered oxide cathodes for next-generation Li-ion batteries: chances and challenges. *Journal of The Electrochemical Society*, 162(14), A2490.
- **Sarr SO, Fall AD, Gueye R, DIOP A, Diatta K, DIOP N, Ndiaye B, Diop YM. (2015).** Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(3): 1263-1269.
- **Sanna A. (2017).** Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea*. L dans la région des Aurès, Thèse Doctorat, Université de Batna.
- **Savarese T.M., Strohsnitter W.C., Low H.P., Liu Q., Baik I., Okulicz W et al. (2007).** Correlation of umbilical cord blood hormones and growth factors with stem cell potential: implications for the prenatal origin of breast cancer hypothesis. *Breast Cancer Res.* 9, 29.
- **Sévenet T. (1994).** Plantes, molécules et médicaments. CNRS Édition, Paris.
- **Sidi Mammar Mohamed. (2011).** Elixir, une huile d'oléastre thérapeutique.
- **Sidi Mammar Mohamed. (2012).** Procédé de fabrication d'une huile thérapeutique dérivée de l'oléastre qu'est la forme sauvage de l'olivier. INAPI. 110528.
- **Singh J & Thakur J. K. (2018).** Photosynthesis and abiotic stress in plants. In *Biotic and abiotic stress tolerance in plants*. 27-46p.
- **Snoussi, A., Kachouri, F., Chaabouni, M. M. & Bouzouita, N. (2013).** Antioxidant activity and content of different polyphenols fruit extracts from roots and buds floral *Myrtus communis* L. *Acta horticulturae*.
- **Sofo A., Palese A.M., Casacchia T., Dichio B. & Xiloyannis C. (2012).** Sustainable fruit production in Mediterranean orchards subjected to drought stress. In: Ahmad P, Prasad MNV, 'Abiotic Stress Responses in Plants: Metabolism, Productivity and Sustainability'. Science and Business Media, LLC, Springer, New York, USA: 105-129.
- **Stavroula M. & Rahul J. (2017).** Mediterranean climate affects the biosynthesis of secondary metabolites in common medicinal plants. *Int. J. Bot.* 6, 17-28.

## Références bibliographiques

---

### 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.
- **Tao and Lambert J.D. (2014).** Polyphenols in the Prevention and Treatment of Vascular and Cardiac Disease, and Cancer. *Polyphenols in Human Health and Disease.*, 2: 1191-1198.
- **Tasiola M., Okokerio. (2001).** Simultaneous determination of phenolic compounds and tocopherols in virgin olive oil using HPLC and U.V detection. *Food chemistry* . pp: 144-151.
- **Treutter D. (2006).** "Significance of flavonoids in plant resistance: a review." *Environment and Chemistry Letter* 4: 147-157.
- **Tsao et al. (2010).** Exploring the impact of personality traits on online shopping behavior, *African Journal of Business Management*, 4(9), pp. 1800-1812.
- **Tassin C. (2012).** Paysages végétaux du domaine méditerranéen : Bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale. IRD éditions. Institut de recherche pour le développement. Collection : Référence Marseille. 421p.
- **Turril W.B. (1951).** Wild and cultivated olives. *Brit.Kewbull.* 3:473-480.
- **Terral J.F. (1996).** Wild and cultivated olive (*Olea europaea* L.): a new approach to an old problem using inorganic analyses of modern wood and archaeological charcoal. *Review of palaeobotany and Palynology*, 91(1): 383-398
- **Terral J.-F., Durand A., Newton C. & Ivorra S. (2009).** Archéo-biologie de la domestication de l'olivier en Méditerranée occidentale : de la remise en cause d'une histoire dogmatique à la révélation de son irrigation médiévale. In : *Le retour de l'olivier, l'olivier de retour.* Numéro hors série de la revue *Études sur l'Hérault* (éditée par le conseil général de l'Hérault, Montpellier) 233: 13-27.
- **Tissier M. (2006).** L'olivier témoin de la sage humain .CNRS. FRB. 1-2.
- **Tsimogiannins D.I., Oreopoulou V. (2006).** The contribution of flavonoid C-ring on dpphfree radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-hydroxy substituted members. *Innovat Food Sci Emerg Tech*, 7: 140-146.

## Références bibliographiques

---

### U

- **Uren N. (2007).** Types, Amounts, and Possible Functions of Compounds Released into the Rhizosphere by Soil-Grown Plants, *The Rhizosphere: Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*, Books in Soils, Plants, and the Environment R. Pinton, Z. Varanini and P. Nannipieri, eds CRC Press:1-21.

### V

- **Vermerris W. (2006).** Phenolic compound biochemistry, Springer, Dordrecht. ISBN-10 1 : 4020-5163-8 (HB).
- **Visioli F., Poli A., Galli C. (2002).** Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Med Res Rev.* 22, 65–75.

### 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.
- **Walton N.J., Brown D.E. (1999).** Chemicals from plants : Perspectives on secondary products. London, World Scientific. 425.
- **Wang L., Weller C.L. (2006).** *Trends Food Sci. Tech.*, 17, 300-312
- **Wilson A. (1987).** Flavonoid pigments in chalkhill blue (*Lysandra coridon* Poda) and other lycaenid butterflies. *Journal of Chemical Ecology*, 13(3): 473-493.

### Y

- **Yadav S.K. (2010).** Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agron.Sustain. Dev.* 30, 515–527.
- **Yahi N. & Benhouhou S. (2010).** Zones importantes pour les plantes en Méditerranée méridionale et orientale : sites prioritaires pour la conservation (sous la direction de Radford E.A., Catullo G. et De Montmollin B.). Chapitre III: Rapports Nationaux et études de cas : pour l'Algérie : 27-30.
- **Yusuf Y. (2006)** .Novel uses of catechins in foods. *Trends in Food Science &Technology*, 17(2), 64-71.

## Références bibliographiques

---

### Z

- **Zerargui Fatima. (2015).** Activité antioxydante des extraits de racines *Tamus communis* L. et caractérisation des substances bioactives, (Thèse doctorat), Université Ferhat Abbas Sétif 1, 85p.
- **Zhi-lin, Y., Chuan-chao, D., Lian-qing, C. (2007).** Regulation and accumulation of secondary metabolites in plant-fungus symbiotic system. *Afr. J. Biotechnol.* 6
- **Zhu J-K. (2002).** Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* Volume 53, pp 247–273.



