

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département des sciences : Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

Présenté en vue d'obtention d'un diplôme de Master

Spécialité : Culture pérenne

Importance du facteur génétique dans la détermination des propriétés antioxydante des extraits du fruit d'olivier (*Olea europaea L*)

Présenté par :

M^{elle} Ait Oufella Hafidha

M^{elle} Belkahla Chafia

Devant le jury:

M^{me} Louni Président

M^{me} Hedjal Mariem Promotrice

M^r Faci Massinissa Co-promoteur

M^{me} Ait mouloud Examinatrice

Années 2020-2021



Remerciements

En premier lieu, on tient à remercier Dieu tout puissant qui nous a donné la force de continuer et d'achever ce travail

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre promotrice **Mme Hedjal Mariam**, de nous avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien notre travail.*

*Et notre Co-promoteur **Mr Faci Massinissa** pour son aide, ses conseils et sa disponibilité durant toute la période de notre projet*

Notre respect aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail, on les remercie vivement.

Nous tenons à remercier l'ingénieur de laboratoire d'entomologie appliqué au niveau de département biologie qui nous a apporté une aide efficace et précieuse durant toute la période de la pratique.

Nos remerciements sont adressés à nos parents, nos familles de nous avoir soutenu et encouragé durant nos études.

Sans oublier nos camarades en master « culture pérenne » et toute personne qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail...

A ma très chère mère

Qui représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mon père

Aucune dédicace ne serait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement, et le respect que j'ai toujours eu pour lui Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices qui ont consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes très chères sœurs

Ouahiba, Souhila, Nadira, Lila

Je leur souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite. J'exprime ainsi mes sentiments de fraternité et d'amour.

A mes deux frères

Zohir et Hocine

Je leur souhaite la réussite dans leur vie privé.

A mon Co-promoteur

Je le remercie infiniment pour son aide durant toute la période de notre travail.

A mon binôme

Chère Chafia, je la remercie infiniment pour ses efforts pour ce modeste travail.

A mes ami(e)s

Mouhamed, Nadjet, Nesrine, Massy, Ghnima et Hayet

Hafidha

Dédicaces

Je remercie dieu

Je dédie ce travail à mes chers parents. Ma mère, aucune expression ne peut traduire le noble sentiment que j'ai à ton égard, pour tous les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, je te dédie ce travail parce que tu m'as appris à être une guerrière comme toi, tu m'as donné toutes les armes dont j'ai besoin pour pouvoir être autonome et m'en sortir après chaque soucis, tu m'as appris à me battre jusqu'au bout pour réussir. Je n'ai été guidée jusqu'à présent que par le désir de t'honorer et te rendre fière.

Cher papa, je te dédie mon travail à toi exceptionnellement, toi qui étais et tu es toujours là pour moi, pour me soutenir et me protéger, je suis heureuse de t'offrir ma réussite espérant que ça soit le premier pat pour te rendre une partie de bien que tu m'as offert.

J'offre ce travail à mon petit frère Lounes, mes sœur Djidji et Dalyda, vous êtes mes amours et je serai toujours là pour vous.

Je le dédie aussi à ma binôme et ma chère copine Hafidha, je la remercie pour ses efforts qu'elle a consacré pour ce modeste travail, sans oublier mes copine Nawel, Zina, Doudou, Samira, Yasmine, Mélissa, Katia, Kamélia, ainsi que tous mes camarades de classe et mes profs, exceptionnellement Mr FACI je le remercie infiniment.

A la mémoire de mon petit chat AXEL qui est parti et qui a pris la moitié de mon cœur.

Chafia

Liste des abréviations

ITAF : Institut Technicien de l'arboriculture fruitière.

Cm : Centimètres

ha : hectare

C : Carbone

V : Volume

ANOVA : Analyse de la variance

Ppm : Partie par millions

P-value : La probabilité pour un modèle statistique donné

MS : La matière sèche

UV : Ultraviolet

T° : Température

g : Gramme

Min : Minutes

AFIDOL : Association française interprofessionnelle de l'olive

D.S.A. : Direction des Services Agricoles

AG : Acide gallique

H2O : Eau distillée

mg QE/g : Milligramme équivalent Quercétine par gramme de matière sèche

mg AG/g : Milligramme équivalent acide gallique par gramme de matière sèche

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

J.C : Jésus Christ

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficies des principaux pays producteurs d'olive dans le monde.....	03
Tableau 2 : Caractéristiques des variétés algériennes.....	15
Tableau 3 : Composition chimique des composants de l'olive mûre.....	17
Tableau 4 : Présentation de la composition chimique de l'olive.....	17
Tableau 5 : Classification des flavonoïdes.....	22
Tableau 6 : Résultats d'analyse ANOVA pour les phénols totaux.....	35
Tableau 7 : Résultats d'analyse ANOVA pour les ortho-diphénols.....	37
Tableau 8 : Résultats d'analyse ANOVA pour flavonoïdes.....	39
Tableau 9 : Résultats d'analyse ANOVA pour chlorophylles A.....	41
Tableau 10 : Résultats d'analyse ANOVA pour chlorophylles B.....	42
Tableau 11 : Résultats d'analyse ANOVA pour chlorophylles totales.....	43

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de l'olivier dans le monde	02
Figure 2 : Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne.....	04
Figure 3 : L'olivier	05
Figure 4 : Les feuilles de l'olivier	06
Figure 5 : La fleur et sa morphologie	07
Figure 6 : Les fruits de l'olivier	07
Figure 7 : Cycle de développement de l'olivier	10
Figure 8 : Coupe longitudinale du fruit de l'olivier	16
Figure 9 : Structure d'un phénol	18
Figure 10 : Structure chimique des polyphénols et leur classification.....	19
Figure 11 : Les principaux acides phénoliques	21
Figure 12 : Structure générale de flavonoïdes.....	22
Figure 13 : Tanin condensé	23
Figure 14 : Structure chimique de la lignine	24
Figure 15 : bain ultrason	30
Figure 16 : Centrifugeuse.....	31
Figure 17 : Les échantillons avant l'ajout de bicarbonate de sodium	32
Figure 18 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols	34
Figure 19 : Histogramme de concentration en phénol totaux de la pulpe d'olive de différentes variétés	35
Figure 20 : Courbe d'étalonnage de tyrosol	36
Figure 21 : Histogramme de concentration en ortho-diphénols de la pulpe d'olive de différentes variétés	37
Figure 22 : Courbe d'étalonnage de la quercétine	38
Figure 23 : Histogramme de la concentration en flavonoïdes de la pulpe d'olive de différentes variétés	39
Figure 24 : Histogramme de concentration en chlorophylle A de la pulpe d'olive de différentes variétés	40

Figure 25 : Histogramme de concentration en chlorophylle B de la pulpe d'olive de différentes variétés42

Figure 26 : Histogramme de concentration en chlorophylle totale de la pulpe d'olive de différentes variétés43

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

Synthèse bibliographique

1. L'olivier.....	2
I.1 Historique.....	2
I.2 Répartition de la culture de l'olivier dans le monde	2
I.3 Répartition de la culture de l'olivier en Algérie	3
I.4 L'importance de l'olivier	4
I.4.1 Dans le monde.....	4
I.4.2 En Algérie	4
I.5 Description de l'olivier	5
I.6 Classification botanique.....	8
I.7 Cycle de développement de l'olivier	8
I.8 Les exigences de l'olivier	10
I.8.1 Le climat.....	10
I.8.1.1 Température	10
I.8.1.2 Pluviométrie.....	11
I.8.1.3 L'altitude.....	11
I.8.2 Le sol.....	12
I.8.3 Les besoins de l'olivier en éléments majeurs.....	12
I.8.4 Le choix des variétés.....	12
I.8.5 La densité	13
I.8.6 La plantation.....	13
I.9 Les variétés endémiques d'Algérie	15
1.10. Le fruit de l'olivier	16
1.10.1 Description de fruit l'olivier.....	16
1.10.2 La composition chimique de différents composants de l'olive.....	17
1.10.3 Composition chimique du fruit de l'olivier.....	17

1.11. Les polyphénols.....	18
1.11.1 Définition	18
1.11.2 Structure chimique des polyphénols et classification.....	19
1.11.3 Phénols simples	20
1.11.4 Phénols complexes	23
1.11.5. Activité biologique des polyphénols	24
1.11.5.1. Polyphénols en tant qu'antioxydants.....	24
1.11.5.2. Intérêts thérapeutiques des polyphénols	25
1.11.5.2.1. Polyphénols et cancer	26
1.11.5.2.2. Polyphénols et maladies cardiovasculaires.....	26
1.11.5.2.3. Polyphénols et inflammation	27
1.11.6 Influence des facteurs génétique et édapho-climatique sur la composition phénolique	27
1.11.6.1 Les facteurs génétiques	27
1.11.6.2 Les facteurs agronomiques.....	28
1.11.6.2.1 La maturation des olives	28
1.11.6.2.2 L'irrigation	28
1.11.6.3 Les facteurs environnementaux	28
1.11.6.3.1 Le climat et la saison de récolte	28
1.11.6.4 L'origine géographique	29
1.11.6.5 Infestation par les ravageurs.....	29

Partie expérimentale

2. Matériel et méthodes d'analyse.....	30
2.1 Matériel végétal.....	30
2.2 Extraction des composés phénoliques.....	30
2.3 Détermination spectrophotométrique des composés phénoliques totaux.....	31
2.4 Détermination spectrophotométrique des ortho-diphénols	32
2.5 Détermination spectrophotométrique des flavonoïdes	32
2.6 Détermination spectrophotométrique des chlorophylles	33

3. Résultats et Discussion	34
3.1 Teneur en polyphénols totaux	34
3.2 Teneur en ortho-diphénols	35
3.3 Teneur en flavonoïdes	39
3.4 LA teneur en Chlorophylle.....	38
Conclusion.....	47

Références bibliographique

Annexes

Résumé

Abstract

The background features a white page with three purple spheres of varying sizes. Each sphere is composed of several concentric circles with a gradient from light to dark purple. Two thin purple lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the spheres. The word 'INTRODUCTION' is centered in a bold, italicized, yellow-to-brown gradient font with a drop shadow.

INTRODUCTION

L'olivier (*Olea europaea L.*) est une espèce cultivée dans le bassin méditerranéen depuis la haute antiquité. En effet, l'olivier connaît une extension progressive à travers le monde. Durant les dernières années, plusieurs pays non méditerranéens ont tendance à développer cette culture dans certaines régions spécifiques de leur territoire, les pays méditerranéens restent prédominants avec plus de 95% de la production d'huile et avec environ 90% de sa consommation (FAO, 2003).

L'Algérie est l'un des pays méditerranéens dont l'oléiculture représente la principale essence arboricole et l'une des plus importantes activités agricoles des populations rurales du pays. Elle possède une flore végétale riche et diversifiées. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre « *Olea europaea L.* » ; ce dernier est largement distribué surtout dans le centre du pays (Anonyme, 2006).

La production oléicole a une grande importance nutritionnelle, économique et sociale dans cette région du monde. L'essentielle de sa production est constituée principalement d'huile d'olive, utilisée particulièrement à des fins alimentaires, cosmétiques et thérapeutiques (Bisghano et al., 1999). Par ailleurs, les propriétés médicinales de cette plante sont également attribuées à ses fruits (les olives) qui font aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches scientifiques. Par ailleurs, certains composés identifiés dans les extraits de certaines variétés d'olive tel que les polyphénols, prennent une importance croissante, notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé. En effet, leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires (He et al., 2008).

Cette étude a été menée dans but d'évaluer la teneur en antioxydants naturelles de certaines variétés d'olives algérienne, notamment en polyphénols totaux, en flavonoïdes et ortho-diphénols. Ainsi, des extraits de fruits de différentes variétés endémiques, tel que *Azaradj*, *Aberkane*, *Takesrit*, *Boughenfous*, *Bouchouk*, *Tabelout*, *Chamlal* et *Agraraz* ont été analysés.

Notre travail est présenté en trois parties. La première comporte une synthèse bibliographique, la deuxième comprend matériel et méthode et la troisième partie est résultats et discussion. Enfin on conclue le document avec une conclusion.

The background features a white page with three purple circles of varying sizes. Each circle is composed of several concentric, slightly offset lines, creating a 3D effect. Two thin purple lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the circles. The text 'Synthèse Bibliographique' is centered in a stylized, italicized font.

Synthèse Bibliographique

1.9. Les variétés endémiques d'Algérie :

Tableau2 : caractéristiques des variétés algériennes (ITAF catalogue)

Variété	Arbre			Feuillage			Autre caractéristiques		
	Vigueur	Port	Densité de feuillage	Forme	Largeur	Longueur	Surface oléicole	Origine	Utilisation
Aberkane	Moyenne	Dressé	Moyenne	Lancéolé	Moyenne	Longue	-	Akbou	Double aptitude
azeradj	Faible	Etalé	Compacte	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	10%	Bejaïa(Seddouk)	Double aptitude
Bouchouk	Moyenne	Etalé	Moyenne	Lancéolé	Moyenne	Longue	-	Bejaïa (Sidi-Aich)	Double aptitude
Chemlal	Forte	Dressé	Moyenne	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	40%	Kabylie	Huile
Agraraz	Faible	Etalé	Moyenne	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	-	Bejaïa (Tazmalt)	Double aptitude
Aharoun	Moyenne	Etalé	Compacte	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	-	Soummam (Bejaïa)	Double aptitude
Aimel	Forte	Dressé	Lâche	Lancéolé	Moyenne	Moyenne	-	Ait Aimel (Bejaïa)	Huile
Limli	Moyenne	Etalé	Moyenne	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	8%	Sidi-Aich (Bejaïa)	Huile
Sigoise	Moyenne	Dressé	Moyenne	Elliptique encéolé	Longue	Moyenne	25%	Mascara (sig)	Double aptitude
Souidi	Moyenne	Dressé	Lâche	Lancéolé	Moyenne	Moyenne	-	Khenchla	Huile
Tefah	Forte	Dressé	Moyenne	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	-	Bejaïa	Double aptitude
Rougette	Moyenne	Etalé	Moyenne	Elliptique encéolé	Moyenne	Moyenne	-	Mitidja	Huile

1. L'olivier

1.1. Historiques

L'olivier est attachée à une image forte, celle de paysages méditerranéens, cet arbre accompagne les mythes fondateurs des cultures méditerranéennes, bible, coran, grands textes classiques grecs, arbres des dieux symbole de force et de victoire, de sagesse et de fidélité, d'immortalité et d'espérance, de richesse, d'abondance, de longévité et de paix (Breton *et al.*, 2006). D'après Amouretti et Comet (2000), il existe deux théories se rapportant aux premiers cultivateurs de l'olivier : certains mentionnent la Phénicie, d'autres la Crète, ou des amphores appelés *pithoi*, datant de 3500 avant J.C. ont été découvertes. L'huile d'olive y faisait l'objet d'un commerce important, puisqu'on y a retrouvé des tablettes de comptes et des amphores à huile mesurant près de deux mètres de haut.

1.2. Répartition de la culture de l'olivier dans le monde

Bien que l'olivier soit présent dans les quatre continents, environs 98% de la production mondiale de l'huile d'olive provient du bassin méditerranéen. Cet arbre est considéré comme une espèce caractéristique de a région (Figure 1). On le rencontre surtout entre le 25^{ème} et 45^{ème} degré de latitude, dans l'hémisphère nord aussi bien que sud. Les implantations des oliveraies en Europe méditerranéenne sont limité en nord au 45^{ème} degré de latitude, limite imposée par les froids hivernaux et les fréquentes gelés printanières. Dans la rive sud de la méditerrané en Afrique du nord, l'olivier n'est plus cultivé au-delà du 25^{ème} degré de latitude, limite imposé par les rigueurs du climat présaharien vers le sud (Nasles, 2006).



Figure1 : Répartition de l'olivier dans le monde (Nemetsy, 2014).

L'oléiculture joue un rôle prépondérant dans cette région tant sur le plan agro-économique, que sociale et environnemental (Nasles, 2006). La surface oléicole mondiale est estimée à 8. 600 000 ha pour une production d'environ 17.3 millions de tonnes d'olives, sur laquelle sont plantés plus de 800 millions d'oliviers. Les quatre premiers pays producteurs (Espagne, Italie, Grèce et Turquie) représentent 80% de la production mondiale d'olives et dix premiers, tous situés dans la zone méditerranéenne (Nasles et Argenson, 2008) (tableau1)

Tableau1 : Superficies des principaux pays producteurs d'olives dans le monde (Argenson, 2008).

Année 2006	Superficie en ha	Oliviers cultivés en ha	Prévision 2010-2012 en ha	Plantation annuelle en ha
Espagne	2 476 000	2 300 000	2 500 000	4 000
Italie	1 378 000	1 278 000	1 390 000	2 000
Grèce	1 157 000	1 017 000	1 165 000	1 333
Turque	815 000	660 000	855 000	6 667
Syrie	547 000	385 000	571 000	4 000
Tunisie	1 698 000	1 460 000	1 722 000	4 000
Maroc	625 000	540 000	850 000	37 500
Egypte	60 000	45 000	65 500	917
Algérie	245 000	190 500	315 000	11 583
Portugal	369 000	335 000	375 000	1 000

1.3. Répartition de la culture de l'olivier en Algérie

L'olivier occupe une place de choix dans le processus de relance économique de notre pays. L'olivier, de par ses fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terrains agricoles et de fixation des populations dans les zones de montagnes, constitue une des principales espèces fruitières cultivées en Algérie. L'oléiculture à base de l'olivier (*Olea europaea L.*) est une des cultures caractéristiques du bassin méditerranéen. En effet, l'olivier occupe à l'échelle nationale environ 45% de la surface arboricole avec plus de 245.500 ha

répartis sur tout le territoire national en particulier au nord de l'Algérie (Maas et Hoffman, 1977). En outre, la production nationale de l'huile d'olive est estimée à 28.595 t/an (Argenson, 2008).

L'oléiculture algérienne est constituée d'une gamme diversifiée de variétés d'olivier. Dans la région centre, la variété *Chemlal* est la plus représentative, elle occupe environ 55% de la superficie oléicole du pays (Figure2) (Beddiar et al., 2007).

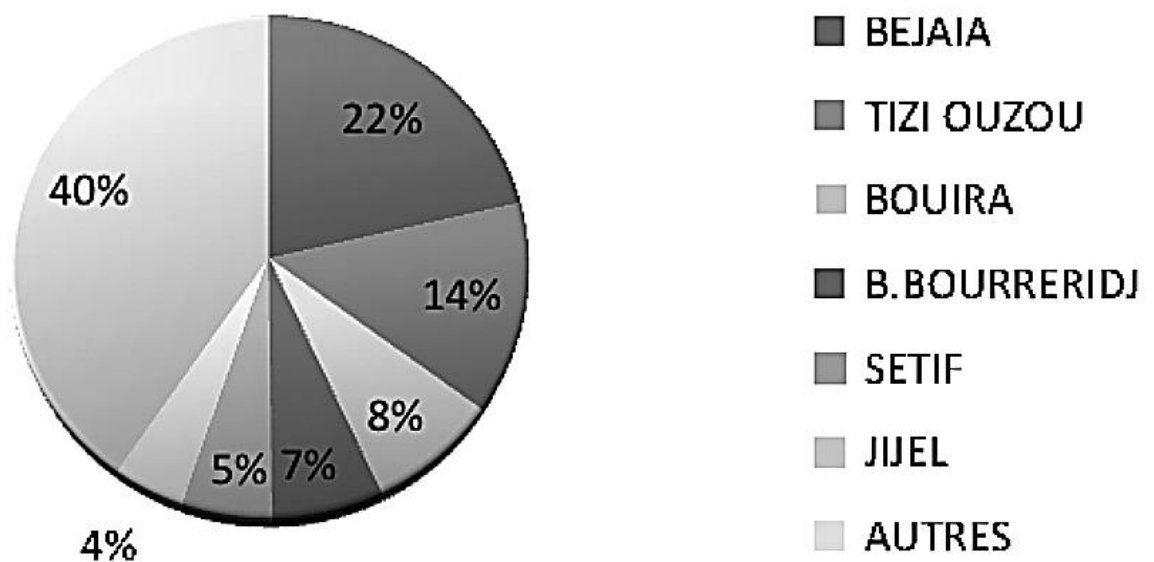


Figure2 : Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne (Lamara Hadjou, 2013).

1.4. L'importance de l'olivier

1.4.1. Dans le monde

La surface oléicole mondiale totale est environ 11 millions d'hectares, comptabilisant près de 1.5 milliards de pieds, 98% de la production d'huile se concentre dans le bassin méditerranéen (Paris, 2018).

1.4.2. En Algérie

L'Algérie reste loin, derrière la Grèce, l'Espagne, l'Italie, la Syrie, le Portugal, la Tunisie et le Maroc qui sont les plus grands producteurs et consommateurs d'olivier dans le monde (Paris, 2018).

En Algérie, la superficie est passée de 165 000 hectares en 2000 à 400 000 hectares en 2012. Selon les statistiques agricoles du ministère de l'agriculture et du développement rural, la production d'olive de table augmente chaque année de 5 à 6 % en moyenne. Sur une production totale de 3.9 millions de quintaux, la récolte de l'olive de table représente 1.4 millions de quintaux (DSA, 2015).

1.5. Description de l'olivier

L'olivier est un arbre ligneux, très rameux, de taille moyenne au tronc noueux, au bois dur et dense, il peut atteindre quinze à vingt mètres de hauteur, et vivre très longtemps. Il s'adapte aux fluctuations du climat méditerranéen connu par son automne froid et pluvieux en général et son été chaud et sec (Ghedira, 2008). De même, la répartition géographique de cette espèce arboricole n'est pas limitée par la nature du sol. Ceci fait de lui le végétal riche des sols pauvres et le classe ainsi parmi les grands protecteurs de de l'environnement. Son pouvoir d'adaptation aux zones montagneuses dont le relief est accidenté constitue un moyen efficace pour fixer le sol et pour lutter contre les facteurs de l'érosion (Oumkeltoum krimi Bencheqroun, 2020).



Figure3 : L'olivier

Le fruit de l'olivier, l'olive, est parmi les rares essences fruitières destinées à la production d'huile. (Figure4)

L'olivier possède un tronc court, gros et tordu des fois tortueux, une tête large et des branches de 4 à 5 mètres de hauteur (Corderipo *et al.*, 2008).

- Les feuilles de l'olivier : sont opposées persistantes et coriaces entières et d'une forme élitique très étroite et pointue, le limbe est lancéolé et se termine par un mucron. Les bords de limbe s'enroulent sur eux-mêmes. La face supérieure de la feuille est vert grisâtre, lisse et brillante (Figure5) (Argenson *et al.*, 1999).



Figure4 : les feuilles de l'olivier (Pascale, 2016).

- Les fleurs : blanches et très petites, se présentent comme des grappes Axillaires, constituées de quatre sépales soudés, quatre pétales, deux étamines aux deux anthères volumineuses et un ovaire renfermant deux ovules (J.marie les pinasse et E.le terme, 2001). (Figure6 et 7)

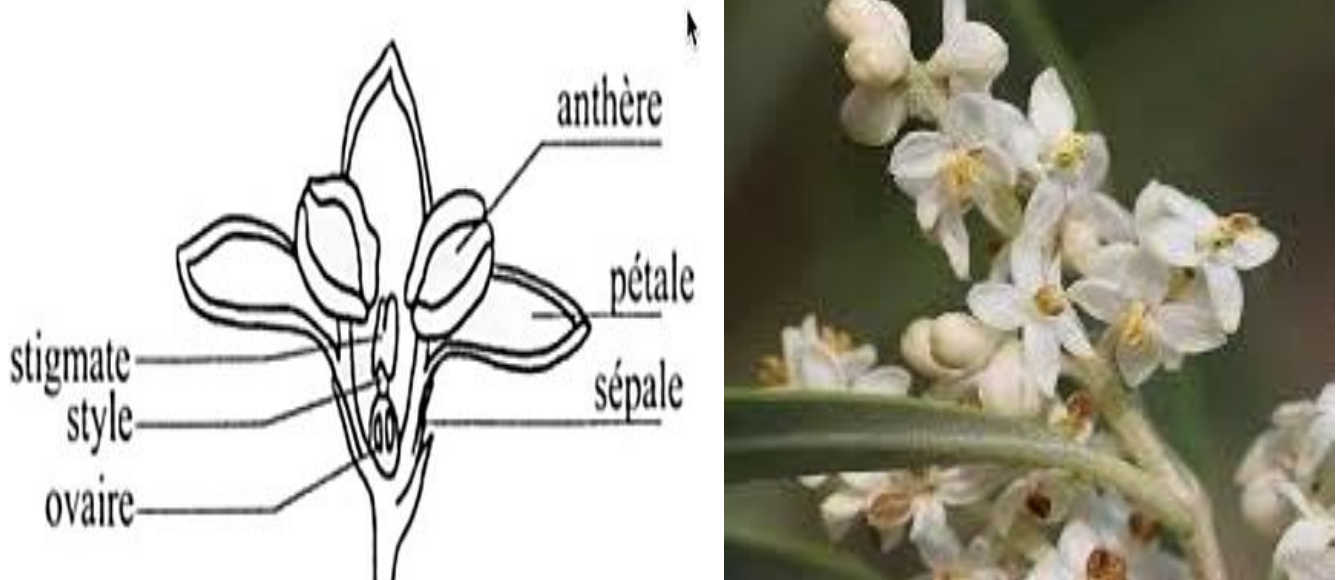


Figure5 : La fleur et sa morphologie (Baba Ahmed, Abdel Malek 2017).

- Le fruit : est une drupe, de forme sphérique à allongé, riche en l'huile, sa période de grossissement en mois de septembre c'est l'étape de changement de de couleur des olives (La véraison) du vert au noir, marron violacé (selon la variété) à fin d'atteindre sa pleine maturation (Figure8) (*al.*, 2006).



Figure6 : Les fruits de l'olivier (Sebai, 2006).

- Les racines : fasciculées, cependant, si on observe la germination d'une semence, il se déroule seulement une racine pivotante, de laquelle on peut différencier des petites racines secondaire (*al.*, 2006).

1.6. Classification botanique

L'olivier appartient à la famille des oléacées, genre *Olea* qui comprend 35 espèces (Corderipo et *al.*, 2008). La seule espèce portant des fruits comestible est l'*Olea europaea* L.

(Rubio de Casas et *al.*, 2006). La classification botanique de l'arbre de l'olivier selon Strikis et *al.*, (2010) est la suivante :

Règne : Plante

Sous règne : Tracheobionate

Division : Magnoliphytes

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Astérides

Ordre : Lamiales

Famille : Oléacées

Genre : *Olea*

Espèce : *Olea europaea L*

1.7. Cycle de développement de l'olivier

Au cours de son cycle annuel de développement, l'olivier passe par les phases suivantes (Walid et *al.*, 2003) :

- Induction, initiation et différenciation florale : durant Janvier et Février ;
- Croissance et développement des inflorescences à l'aisselle des feuilles : au cours du mois de Mars ;
- Floraison durant le mois d'Avril ;
- Fécondation et nouaison des fruits : fin Avril début Mai ;
- Grossissement des fruits : durant Juin-Juillet et Aout ;

- Véraison : au cours du mois de Septembre ;
- Maturation : le fruit atteint son calibre final en Octobre et s'enrichisse en huile ;
- Récolte des fruits : mi-Novembre à Janvier.

A noter que la période la plus intense du cycle annuel de l'olivier se déroule de Mars à Juin. Au cours de cette phase, les oliviers ont besoin d'une quantité importante de l'eau et de nutriments (Erraki et *al.*, 2005).

L'olivier ne produit naturellement qu'une année sur deux en l'absence de taille, et la production s'installe lentement, progressivement, mais durablement: entre 1 et 7 ans, c'est la période d'installation improductive, dont la durée peut doubler en cas de sécheresse; jusqu'à 35 ans, l'arbre se développe et connaît une augmentation progressive de la production; entre 35 ans et 150 ans, l'olivier atteint sa pleine maturité et sa production optimale. Au-delà de 150 ans, il vieillit et ses rendements deviennent aléatoires (Figure9) (Itaf, 2013).

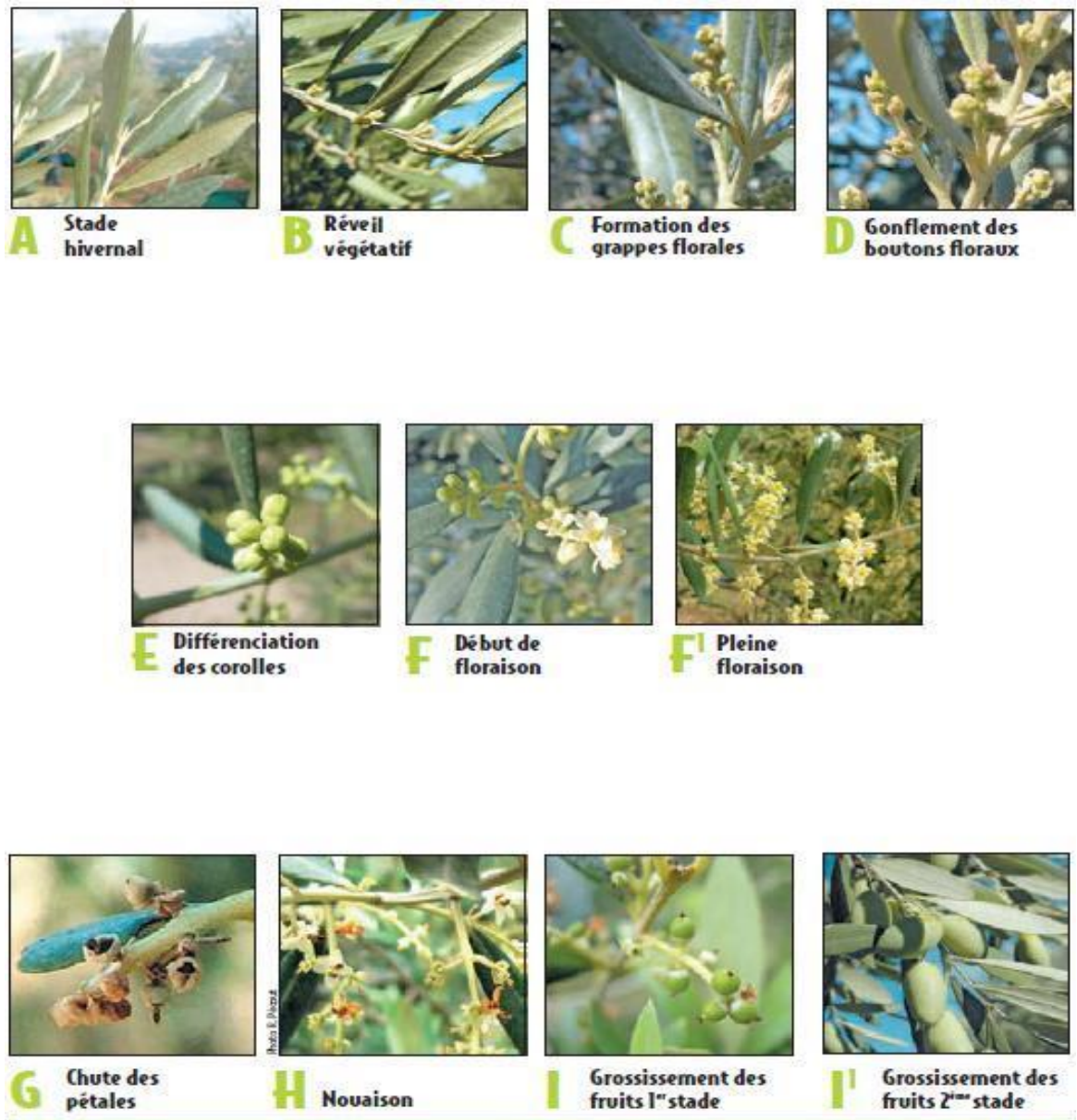


Figure7 : Cycle de développement de l'olivier (Afidol, 2015)

1.8. Les exigences de l'olivier

1.8.1 Le Climat

1.8.1.1 Température

L'olivier craint le froid. Les températures négatives peuvent être dangereuses, si elle se produisent au moment de la floraison (Baba Ahmed, Abdel Malek 2017). Naturellement comme pour les autres espèces fruitières, la sensibilité de l'olivier aux basses températures sera fonction de:

- L'état végétatif de l'arbre;
- La rapidité de la chute des températures;
- La durée de ces basses températures;
- Conditions climatiques ayant précédé cette période froide;
- L'hygrométrie de l'air;
- La résistance de la variété;
- L'état sanitaire de l'arbre (Sebei, 2007).

L'olivier par contre est apte à bien supporter les températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante (enracinement profond nécessaire en climat présaharien). Cette adaptation à puiser l'eau par un enracinement puissant lui permet de supporter des températures de l'ordre de +40°C. Enfin, l'aspect relativement léger de sa frondaison et l'épaisse cuticule qui recouvre ses feuilles lui permettent de supporter non seulement des températures élevées, mais aussi les vents chauds desséchants soufflant du Sahara (Baba Ahmed, Abdel Malek 2017).

1.8.1.2 Pluviométrie

L'olivier est réputé par sa robustesse naturelle et sa résistance aux sécheresses les plus rudes, l'irrigation permet d'augmenter et de régulariser ses rendements. En effet, une pluviométrie de 450 à 650 mm ; permet à l'olivier de se trouver dans un milieu favorable à sa croissance et à son développement (Walid et *al.*, 2003).

1.8.1.3 L'altitude

En région méditerranéenne, la culture de l'olivier est déconseillée pour des altitudes dépassant 800 m en exposition sud et 600 m en exposition Nord. Néanmoins l'olivier peut croître en haute altitude, ou l'on rencontre des plantations prospères (800 à 1 000 m en Kabylie) (Baba Ahmed et Abdel Malek 2017).

-Autres facteurs climatiques :

- Brouillard : Il est néfaste car il provoque la chute des fleurs (coulure)
- Neige : Elle provoque la rupture des branches
- Grêle : Elle détruit les jeunes rameaux

1.8.2 Le sol

L'adaptation exceptionnelle de l'olivier aux mauvaises conditions du milieu est surtout due à son pouvoir d'enracinement qui s'adapte à presque tous les sols. L'arbre préfère cependant les sols argilo-sableux et les sols riches en alluvion de texture moyenne (Baba Ahmed, Abdel Malek 2017).

D'après une étude établie par le B.N.E.D.E.R, un sol qui convient au développement de l'olivier doit présenter une texture dont les paramètres sont :

- Argile : 15% à 30%
- Limon : 10% à 25%
- Sable fin : 10% à 25%
- Sable grossier : 20% à 30%
- Perméabilité : moyenne
- Profondeur : 80 cm

1.8.3. Les besoins de l'olivier en éléments majeurs

Pour obtenir une bonne récolte, il faut maintenir un équilibre nutritionnel. D'après LOUSSERT et BROUSSE, une bonne terre pour l'olivier doit contenir :

- 0,60 % de P₂O₅ pour un sol qui a moins de 10% de calcaire et 0.70 à 0.75% de P₂O₅ pour un sol qui a plus de 10% de calcaire
- En K₂O : pour tout terrain : 0,40 % de K₂O
- Une terre pourvue en azote doit avoir 1 à 1,5 % d'azote total avec un taux de matière organique de 2 à 3%

1.8.4 Le choix des variétés

La production d'olive et la qualité d'huile extraite dépendent très fortement du cultivar, c'est bien que le matériel végétal (Ouaouich et Chimi, 2007). Donc le choix de la variété est devenu un aspect important. Mendil (2012), ont souligné que l'importance qu'avait le choix de la variété est capital, il est nécessaire de respecter :

- Le type de production (huile ou olives de table)
- La vigueur, le développement et le port de l'arbre
- La multiplication facile
- Le mélange variétal (favoriser la pollinisation)

Selon Tombesi (2007), le choix de la variété peut être aussi fait en fonction des critères suivants :

- Précocité d'entrée en production et récolte abondante
- Qualité de l'huile
- Tolérance aux sols calcaires
- Tolérance à la salinité
- Tolérance aux maladies

1.8.5 La densité

La densité de plantation varie selon :

- La nature du sol
- Les ressources en eau
- La variété et le port de l'arbre
- L'orientation de la production On peut recommander les densités suivantes :
- Extensive : 10 à 100 arbres / ha irrigation
- Semi intensive : 105 à 200 arbres / ha avec
- Intensive : 400 arbres / ha avec fertilisation (irrigation permanente localisée, apport d'engrais soluble localisé)
- Hyper intensif : supérieur à 1200 plants avec fertilisation (irrigation permanente localisée, apport d'engrais soluble) (Hannachi et al, 2007).

1.8.6 La plantation

- Époque : La plantation peut se faire d'octobre à fin Mars, selon le climat, il faut disposer d'eau pour l'arrosage des jeunes plants juste après leur plantation afin d'éliminer les poches d'air. Dans les sols plus lourds, et dans les régions où les pluies

d'hiver sont abondantes, il est préférable de planter après cette période de pluie, quand les sols sont ressuyés.

- Soins après la plantation : Tuteurage, Confection des cuvettes, Arrosage, Travail du sol (Baba Ahmed, Abdel Malek, 2017)

1.10. Le fruit de l'olivier

1.10.1. Description de l'olive

L'olive est une drupe à pulpe charnu de forme, de volume et de poids très variable selon les variétés. En moyenne, elle mesure de 1 à 3 cm de long et de 1.2 à 1.5 cm de large. Le poids moyen du fruit est de 3 à 5g (Duriez et *al.*, 2015). Le fruit est constitué de trois couches distinctes:

- **L'épicarpe** : c'est la peau de l'olive, elle reste attaché au mésocarpe; recouverte d'une matière cireuse, la cuticule est imperméable à l'eau. A maturation, l'épicarpe passe de la couleur vert tendre à la couleur violette ou rouge puis à la coloration noirâtre.
- **Le mésocarpe** : c'est la pulpe du fruit, constituée de cellules dans lesquelles sont stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive durant la lipogenèse qui dure de la fin du mois d'août jusqu'à la véraison.
- **L'endocarpe** : est constitué par un noyau fusiforme, très dur. Sa forme et sa dimension varient suivant la variété. Ainsi, la morphologie du noyau permet de caractériser et d'identifier les cultivars d'olivier. L'endocarpe est formé de deux types de cellules : l'enveloppe qui se sclérifie l'été à partir de fin juillet et de l'amandon à l'intérieur du noyau, il contient deux ovaires dont l'un stérile et le second produit un embryon (Beddiar et *al.*, 2007).

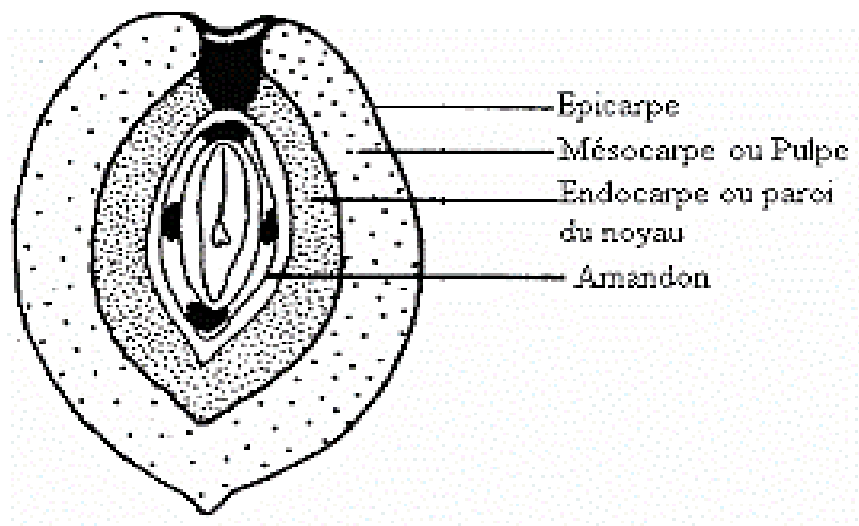


Figure8 : Coupe longitudinale du fruit de l'olivier(Beddiar et *al.*, 2007).

1.10.2. La composition chimique des différents composants de l'olive

Tableau3 : Compositions chimiques des composants de l'olive mûre (Marin M, 1972).

Partie	Extractif non azoté	Matières minérales	Cellulose brute	Matières grasses	Matières azoté totale
Mésocarpe	9.8%	82.8%	1.6%	2.4%	3.4%
Endocarpe	9.6%	24.2%	2.3%	12.0%	51.8%
Epicarpe	1.2%	22.7%	1.2%	74.1%	0.8%

Selon le tableau, l'épicarpe c'est le composant le plus riche en matières grasses dont il a marqué le plus grand pourcentage qui est de 74.1% par rapport aux au mésocarpe et l'endocarpe.

1.10.3. Composition chimique du fruit de l'olivier :

La composition chimique de l'olive se présente dans ce tableau :

Tableau4 : Représentation de la composition chimique de l'olive (Balatsouras, 1966).

Composés	Quantité dans l'olive (%)
Eau	48%
Polysaccharide (hémicellulose, cellulose et pectine)	27%
Huiles	21%
Mono et disaccharides	3%
-Cire, tri terpènes, phénols - Autres composés: alcanes, alkyl-esters+ méthyl-phényle-esters aldéhydes , alcools , stérols, acides à très longues chaines carbonées	-1% - traces

Les composés chimiques se répartissent quant à eux dans les différentes parties de l'olive .Ainsi les triglycérides (l'huile) se trouvent majoritairement dans la pulpe et le noyau (Balatsouras, 1966).

1.11. Les polyphénols

1.11.1 Définition

sont le plus grand groupe de composés phytochimiques, et beaucoup d'entre eux sont des produits de métabolisme secondaire des plantes, distribués plusieurs groupements phénoliques avec ou mono d'autres fonctions et comportant au moins 9000 structures connues différentes (Bahorun, 1997) ; allant de molécules phénoliques simples de bas poids moléculaire tel que les acides phénoliques à des composés hautement polymérisés comme les tanins (al, 2004). Ils font partie de l'alimentation humaine et animale (Martin et Andriantsitohair, 2002) .

Ces corps jouent un rôle très important ce qui concerne les qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptique) et nutritionnelles des végétaux tels que: les légumes, les fruits, les céréales ou les fruits secs, ainsi que dans les boissons, le café, le cacao que l'homme consomme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïdes ou vitamine E (Scalbert et *al.*, 2005).

L'activité antioxydante des polyphénols a un rôle potentiel très important dans la prévention de plusieurs maladies associées au stress oxydatif tel que le cancer, les maladies cardiovasculaires et neuro-dégénératives (Bahorun, 1997).

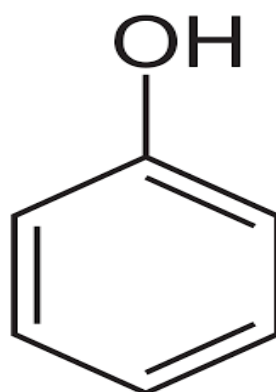


Figure9 : Structure d'un phénol (Ghedira, 2008).

1.11.2 Structure chimique des polyphénols et classification:

La structure chimique de tous les polyphénols est identique dont sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatique qui les composent et les éléments qui les reliaent. On destitue les phénols simples (parmi eux les acides phénoliques) les flavonoïdes, les lignanes et les stilbènes (Boros, 2010). Les phénols sont présents naturellement sous forme associé: avec des acides organiques, avec sucre entre eux. Les polyphénols sont répartiit en plusieurs classes:

- Les phénols simples (C₆): un seul noyau phénol comme les acides phénoliques (C₆-C₁)
- Les flavonoïdes (C₆-C₃-C₆): 2 noyaux aromatiques reliés par un hétérocycle oxygéné
- Les tanins hydrolysable et non hydrolysable
- Les stilbènes (C₆-C₂-C₆)
- Les lignanes, les lignines et les comestanes: 2 unités de phénylpropane
- Les saponines (Boros, 2010)

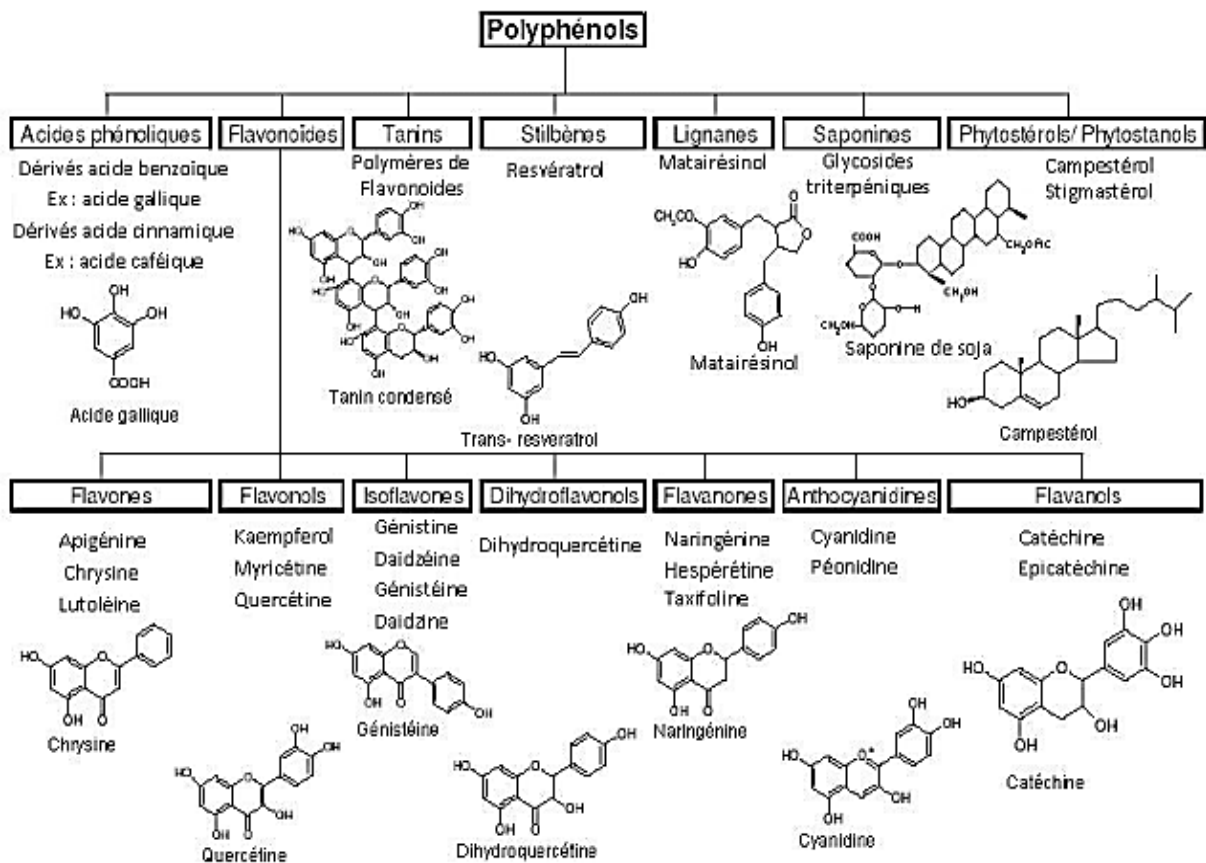


Figure10 : Structure chimique des polyphénols et leur classification (Rojas A, 1992).

1.11.3. Phénols simples :

- **Les acides phénoliques**

Les acides phénoliques sont contenus dans certains nombre de plantes agricoles et médicinales (PSOTOVA et *al.*, 2003). Ces substances sont présentes sous formes solubles dans la vacuole (SARNI-MANCHADO et *al.*, 2006). Comme exemple d'acide phénolique on cite : acide chlorogénique, acide caféique, acide protocatechique, acide vanillique, acide ferulique ; acide cinnamique et acide gallique (Hale, 2003).

Ils sont habituellement divisés en deux groupes principaux: acides benzoïques, contenant sept atomes carbone ($C_6 - C_1$) et acides cinnamiques, comportant neuf atomes de carbone ($C_6 - C_3$) (figure 4). Ces composés existent principalement sous la forme hydroxylée, d'acides hydroxybenzoïques et d'acides hydroxycinnamiques, respectivement. Plusieurs types d'acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques (phénylpropanoïdes) ont été identifiés dans le régime humain (Fortin F, 1996).

Les acides phénoliques sont considérés comme des substances phytochimiques avec des effets prébiotiques, antioxydants, chélateurs et anti inflammatoires. Leur toxicité étant faible, ils sont considérés non toxiques. Pharmacologiquement le mieux caractérisé est l'acide caféique (Psotova et *al.*, 2003), celui-ci ainsi que l'acide férulique empêchent la formation du cancer des poumons chez les souris, l'acide gallique inhibe la formation du cancer œsophagien chez les rats (Hale, 2003).

Parmi les acides hydroxycinnamiques, l'acide caféique a une répartition quasi universelle chez les végétaux. Il est souvent présent sous forme d'ester dont l'acide chlorogénique (acide 5-caféoylquinique). Dérivées des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale, les hydroxycoumarines sont également très nombreux chez les végétaux, soit sous forme libre (esculétine, escpolétine....), soit sous forme plus complexe (formes glycosylées, prénylées....). Ils ont fréquemment un rôle écologique ou biologique mais certains d'entre eux, les aflatoxines, peuvent être des contaminants très dangereux de denrées alimentaires (Macheix et *al.*, 2005).

Un autre groupe de composés phénoliques, les stilbènes, dérivent aussi des acides hydroxycinnamiques ont une structure $C_6 - C_2 - C_6$, deux noyaux benzéniques reliés par un pont méthylène. Ils sont produits par les plantes en réponse à des attaques fongiques, bactériennes

ou virales, ce qui a été démontré pour le trans-resvératrol (Macheix et *al.*, 2005; Chira et *al.*, 2008).

En raison de leur similitude structurale, plusieurs autres polyphénols sont considérés en tant qu'analogues acides. Par exemple, les dérivés de phényléthanol, avec huit atomes de carbones (C₆-C₂), qui comportent le 3,4 dihydroxyphényléthanol (hydroxytyrosol) et le 4-hydroxyphényléthanol (tyrosol), ils sont également considérés en tant que composants chemopreventive du régime alimentaire (Fortin F, 1996).

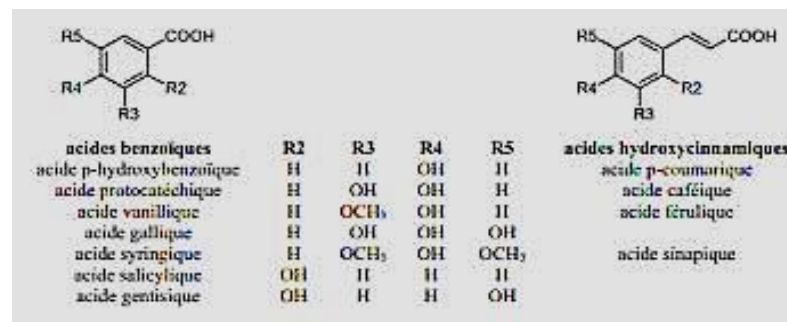


Figure11 : Les principaux acides phénoliques (Rojas A, 1992).

- **Les flavonoïdes**

De structure générale en C₁₅ (C₆-C₃-C₆), l'ensemble des flavonoïdes comprend à lui seul plusieurs milliers de molécules regroupées en plus de dix classes dans certaines ont une très grande importance biologique et technologique comme les anthocyanes, les flavonols et flavanes qui sont à l'origine des tanins condensés et les isoflavanes qui jouent un rôle dans la santé humaine (Cowan Mm, 1999).

Les flavonoïdes et dérivés sont stockés sous forme libre ou conjuguée mais leur localisation cellulaire est encore incertaine, bien que certains résultats favorisent le stockage dans la vacuole et/ou dans le réticulum endoplasmique (Cowan Mm, 1999).

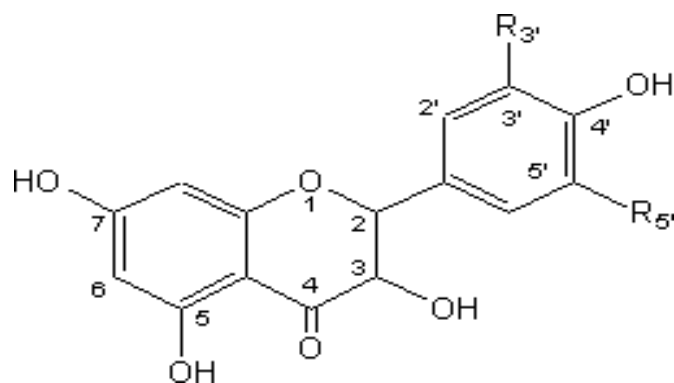


Figure12 : Structure générale de flavonoïdes (Leva, 2011).

Les trois anneaux phénoliques (pyrane) désigné sous le nom de A, B et C et les systèmes de numération sont employés pour permettre une identification plus facile de la position des substitutions dans les anneaux (Bozin B *et al.*, 2008).

Tableau5 : Classification des flavonoïdes (Stoclet J-C., Schini-Kerth V, 2011).

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH3	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myricétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavonones		H	OH	H	Naringéanine
		OH	OH	H	Liodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genistéine
		H	O Glu	OH	Daïdézine

1.11.4. Phénols complexes

- **Les tanins :**

Les tanins sont des polyphénols polaires d'origine végétale. Ils existent dans presque chaque partie de la plante : écorce, bois, feuille, fruit et racines, leurs Poids moléculaires s'étendent de 500 à 3000 (Mangan, 1988 ; Cowan, 1999).

Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes : les tanins condensés qui sont des polymères d'unités de flavan-3-ols [(+)- et les tanins hydrolysables. Ces derniers sont des esters d'un sucre (généralement le glucose) ou d'un polyol et d'un acide phénol, pouvant être l'acide gallique dans le cas des tanins galliques, ou l'acide hexahydroxydiphénique (HHDP) (acide ellagique) et ses dérivés d'oxydation dans le cas des tanins ellagiques ou ellagitannins (Durier, 2004).

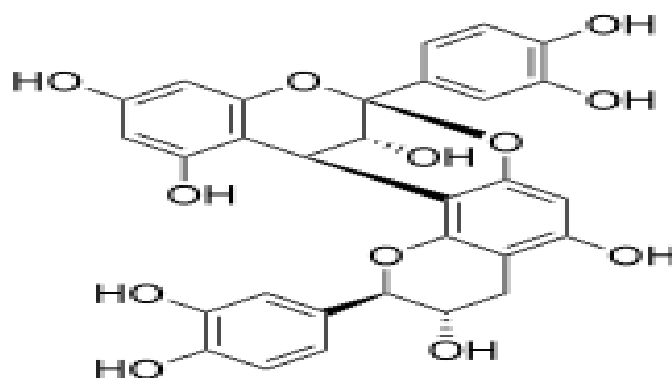


Figure13 : Tanin condensé (Harris L., 1997).

- **Les lignines**

La lignine est un polymère très complexe que l'on retrouve dans toutes les plantes vasculaires (Ptéridophytes, Angiospermes et Gymnospermes). Elle assure rigidité aux parois cellulaires végétales et imperméabilité aux tissus conducteurs.

Ce polymère tridimensionnel est synthétisé au niveau de la paroi. Il résulte de la polymérisation oxydative, par des liaisons diverses, de trois unités monomériques ou monolignols: Les alcools coumarylique, coniférylique et sinapylique dérivant respectivement des acides coumarique, férulique, sinapique (Zhao Yapinga et *al*, 2003 ; Fresco et *al*, 2006 ; Saeni-Manchado et *al*, 2006).

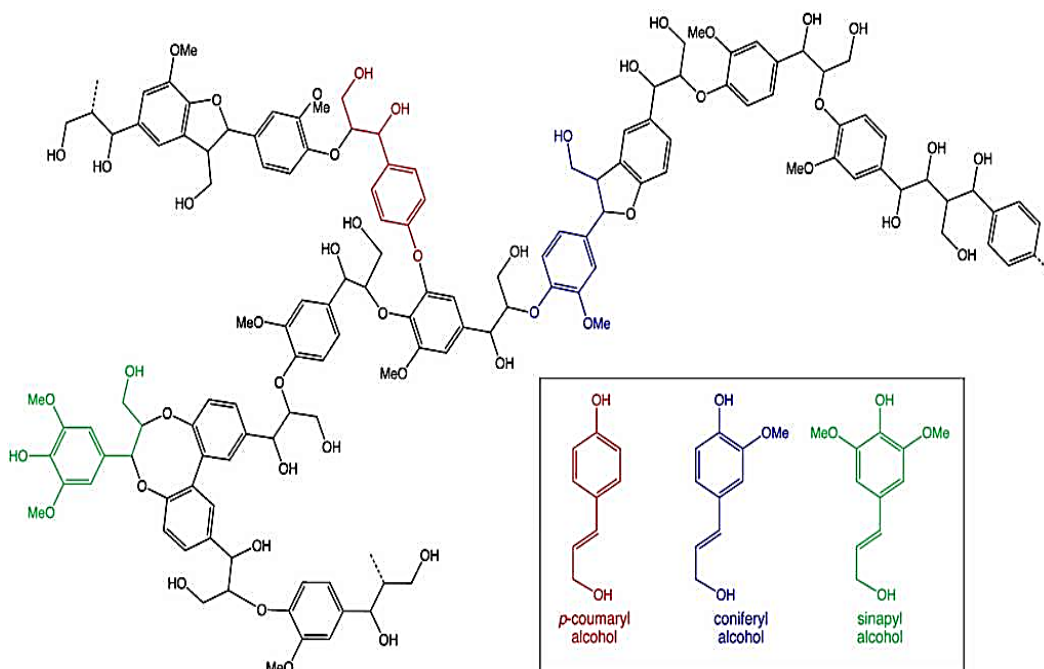


Figure14 : Structure chimique de la lignine (Bosku D., 2006).

- **Sécoïridoides**

Présent dans l'olivier et ses produits dérivés (huile d'olive, margines et grignons). Les sécoïridoides sont les composés bioactifs majeurs dans les feuilles et le fruit d'olivier. Plusieurs auteurs ont rapporté que les fruits d'olivier sont une source utile pour l'extraction de l'oleuropéine (Sauro V, 2012).

L'oleuropéine possède de nombreux effets bénéfiques sur la santé humaine. Ainsi cette molécule est utilisée pour ses propriétés antioxydante (Benavente- Garcia et al., 2000), antimicrobienne (Pereira et al., 2007), antivirale (Micol et al., 2005), et anti inflammatoire (Visioli et al., 1998). En outre, l'oleuropéine possède un effet cardio protecteur (Hajar, 2013) et neuro protecteur (Ozdemir M., 1997).

1.11.5. Activité biologique des polyphénols

1.11.5.1. Polyphénols en tant qu'antioxydants

Les antioxydants d'origine alimentaire contribuent vraisemblablement à la défense de l'organisme contre le stress oxydant et ses conséquences. De manière générale, le stress oxydant se définit comme un déséquilibre entre l'exposition à des pro-oxydants et la capacité

de détoxification des systèmes de défense antioxydant (enzymatique et non-enzymatique) En conséquence, des dégâts souvent irréversibles interviennent dans la cellule : modifications oxydantes au niveau des lipides (AGPI), de l'ADN et des protéines. A des degrés variables, le stress oxydant est impliqué dans le développement des maladies cardiovasculaires, des cancers, du diabète ou encore des maladies neuro-dégénératives (Afonso et *al.*, 2007; Pincemaital.,2007).

Les polyphénols, particulièrement abondants dans une alimentation riche en produits végétaux, pourraient jouer un rôle protecteur important. Tandis que les propriétés antioxydantes des polyphénols corroborent l'hypothèse d'un rôle positif dans la nutrition humaine et la prévention de maladies, certains auteurs invoquent l'activité pro-oxydante de ces composés (Fukumoto & Mazza, 2000).

Cette activité antioxydante permet aux polyphénols de réguler les radicaux libres bon-mauvais, comme l'oxyde nitrique qui favorise bonne circulation sanguine, coordonne l'activité du système immunitaire avec celle du cerveau et module la communication entre les cellules de ce dernier (Akroum, 2010), peut s'exercer sur les transporteurs des lipides du sang et tout particulièrement sur le « mauvais » transporteur du cholestérol (les LDL ou les lipoprotéines de faible densité).

Les polyphénols empêchent ainsi la formation des LDL oxydés, formation qui rend place lors d'états pathologiques variés caractérisés par un stress oxydatif (Descheemaeker, 2003). Ils aident à combattre l'inflammation et réduisent la fragilité des capillaires, ils réduisent les effets du diabète et protègent la peau contre les rayons ultraviolets en diminuant les dommages causés par les rayons solaires (Spiller, 2007). De nombreuses études épidémiologiques montrent qu'une alimentation riche en polyphénols diminue le risque des maladies chroniques (Nève, 2002)

1.11.5.2. Intérêts thérapeutiques des polyphénols

Des effets protecteurs de la consommation d'aliments riches en polyphénols vis-à-vis de différentes pathologies (maladies cardiovasculaires, cancers, diabète...) ont été mis en évidence tant d'un point de vue épidémiologique qu'expérimental (Gaston, 2016). De nombreuses études se sont penchées sur l'analyse du mode d'action des polyphénols dans la prévention de ces pathologies, qui met en cause les propriétés réductrices des polyphénols et/ou leur affinité pour une grande variété de protéines (enzymes, récepteurs, facteurs de

transcription). Les activités biologiques des polyphénols sont souvent été évaluées *in vitro*, avec des protéines purifiées, des extraits cellulaires et des cellules entières en culture (Vogel *et al.*, 2015).

1.11.5.2.1. Polyphénols et cancer

Parmi les propriétés biologiques intéressantes des polyphénols, la prévention du cancer. En effet, un certain nombre de recherches menées *in vitro* et *in vivo* ont montré que les polyphénols pourraient être utilisés comme des agents de prévention des différentes maladies cancéreuses (Stagos *et al.*, 2012).

Les effets inhibiteurs du thé vert et noir dans le traitement du cancer ont largement été étudiés. Les polyphénols du thé de type flavan-3-ol sont des composés bioactifs puissants qui interfèrent avec l'initiation, le développement et la progression du cancer par des processus critiques (Lambert et Elias, 2010).

Ils ont la capacité d'interrompre ou inverser le processus de cancérogenèse en agissant sur les molécules de réseau de signalisation intracellulaires impliquées dans l'initiation et / ou la promotion d'un cancer pour arrêter ou inverser la phase de progression du cancer. Les polyphénols peuvent également déclencher l'apoptose dans les cellules cancéreuses à travers la modulation d'un certain nombre d'éléments principaux en signal cellulaire (Link *et al.*, 2010).

1.11.5.2.2. Polyphénols et maladies cardiovasculaires

Diverses études épidémiologiques ont montré qu'il existe une corrélation inverse entre la consommation d'aliments riches en polyphénols et le risque de développement des maladies cardiovasculaires (Vildan Uylaser et Yildiz G, 2014).

Au niveau des artères, ces molécules préviennent l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) évitant ainsi l'athérosclérose (épaississement des artères qui contribue à réduire le flux sanguins et peut conduire à l'asphyxie des tissus irrigués).

Les polyphénols inhibent aussi l'agrégation plaquettaire impliquée dans le phénomène de thrombose, qui induit l'occlusion des artères. Ainsi en prévenant athérosclérose et les risques de thrombose, ces composés limitent les risques d'infarctus du myocarde (Akroum, 2010).

1.11.5.2.3. Polyphénols et inflammation

L'inflammation est la réponse principale de l'organisme à une agression et est précisément régulée afin de limiter les atteintes possibles des structures de l'organisme. Cependant, une régulation inappropriée de ce phénomène peut conduire à un état inflammatoire chronique (Scalbert *et al.*, 2012).

La plupart des pathologies chroniques possèdent une composante inflammatoire. C'est le cas de l'obésité, du diabète de type II, des maladies cardiovasculaires et du cancer. Les différentes études menées sur les effets protecteurs des polyphénols dans ces contextes pathologiques ont montré que ceux-ci diminuaient les marqueurs de l'inflammation et agissaient sur de nombreuses cibles moléculaires au centre des voies de signalisation de l'inflammation.

De nombreuses études ont pu montrer que les polyphénols et leurs métabolites agissaient également comme des modulateurs des voies de signalisation de l'inflammation. Les études menées chez l'homme sain ont montré que le suivi d'un régime riche en fruits et légumes était inversement corrélé aux marqueurs de l'inflammation dans le plasma, et que la consommation d'anthocyanes était associée à la diminution du taux de cytokines circulantes (Lenoir, 2011).

1.11.6. Influence des facteurs génétique et édapho-climatique sur la composition phénolique

La composition phénolique des olives est souvent influencée qualitativement et quantitativement par des facteurs agronomiques ainsi que environnementaux mais aussi par des conditions technologiques de production (Tovar *et al.*, 2001 ; servili *et al.*, 2004 ; Fregapane *et Salvador*, 2013).

1.11.6.1. Les facteurs génétiques

Le facteur génétique définit la variété, donc la composition phénolique de l'olive est qualitativement affectée par le cultivar (Brenes *et al.*, 2002 ; Briante *et al.*, 2002 ; Gomez-Alonso *et al.*, 2002 ; Pinelli *et al.*, 2003). La variété de l'olive est l'un des principaux facteurs déterminant le profil des composés phénoliques des olives. Cette composition constitue une propriété intrinsèque de la variété permettant la caractérisation variétale des olives, comme elle varie selon le patrimoine génétique de cultivar (Brenes *et al.* ; 2002).

1.11.6.2. Les facteurs agronomiques

1.11.6.2.1 La maturation des olives

La maturation des olives est un facteur essentiel dans la détermination de la teneur en composés phénoliques. Plusieurs auteurs ont signalé que la teneur en composés phénoliques diminue avec le développement de stade de maturité, l'explication de cet effet revient à la diminution de l'activité de l'enzyme PAL et l'augmentation de l'activité des estrades et c'est cela qui réduit le taux des polyphénols totaux (Gulcin I., Huyut Z., Elmastas M. et Aboul-enein H-Y. (2010).

La diminution de ces composés phénoliques a aussi une relation étroite avec l'euloropéine ; c'est parce que cette dernière diminue avec la progression de la maturation ce qui provoque l'accumulation de diméthyle oleuropéine (Rojas A., Hernande L et *al.*, 1992).

1.11.6.2.2 L'irrigation

Plusieurs études ont démontré que le stress hydrique et la diminution de la dose d'eau apportées aux oliviers induit l'augmentation de la teneur en composés phénoliques (Patumi et *al.*, 1999 ; Motiva et *al.*, 2008). Le stress hydrique n'influence pas seulement la teneur totale en polyphénols, mais également leur profil et par conséquent les propriétés organoleptiques et la stabilité oxydative de fruit ainsi que de l'huile (Tovar et *al.*, 2001).

1.11.6.3. Les facteurs environnementaux

1.11.6.3.1 Le climat et la saison de récolte

Les olives se développent dans les climats méditerranéens c'est-à-dire les climats chauds de cet effet, le climat a un impact majeur sur la teneur en composés phénoliques (Butinar et *al.*, 2006 ; Cimato et *al.*, 1992).

Plusieurs auteurs ont souligné que la teneur en phénols totaux les plus élevés étaient enregistrés pendant l'année qui semblait avoir les plus faibles précipitations (Vkiari et *al.*, 2010). Il a été démontré aussi que l'abaissement de la température induit une congélation du fruit d'olive, provoquant ainsi la rupture de sa paroi qui favorise l'oxydation des composés phénoliques (Mokdad F., 2015). Donc la saison de la récolte doit être compatible avec les conditions climatiques favorables pour l'augmentation de la teneur des composés phénoliques (Mokdad F., 2015).

1.11.6.4. L'origine géographique

La région de production du cultivar affecte significativement la concentration en phénols totaux des variétés d'olive espagnoles Cornicabra (Salvador et *al.*, 2003) et Arbequina (Cowan Mm., 1999), des variétés italiennes Frontoio et Leccino (Ranalli et *al.*, 1997), de la variété tunisienne Chetoui (Ben Temime et *al.*, 2006) et des variétés turques (Ocakoglu et *al.*, 2009; Arslan et *al.*, 2013). D'autres travaux de recherche ont montré que le Profil en composés phénoliques se trouve aussi affecté par l'origine géographique de la variété de l'huile d'olive (Garcia et *al.*, 2002 ; Ocakoglu et *al.*, 2009; Arslan et *al.*, 2013). Des réponses différentes aux conditions environnementales ont été enregistrées pour Deux variétés d'olive italiennes (Frontoio et Leccino) implantées dans deux régions d'Espagne. Frontoio produisait des huiles plus riches en polyphénols dans la région de Cabra, par contre, Leccino avait montré des teneurs plus élevées en phénols dans la région de Mengibar. Les deux variétés ont enregistrées des teneurs en polyphénols plus élevées en Espagne par rapport à leur pays d'origine qui est l'Italie (Aron P-M. et Kennedy J-A., 2008).

1.11.6.5 Infestation par les ravageurs

En général, les échantillons fortement attaqués par la mouche de l'olive montraient des teneurs en composés phénoliques particulièrement basses ; par exemple, les huiles obtenues à partir d'olive avec un pourcentage d'attaque supérieur à 30% montraient toujours des teneurs en phénols inférieurs à 80 mg/Kg d'huile d'olive (Ghanbari R et *al.*, 2012).

Ces auteurs ont relevés une diminution des teneurs en polyphénols et en ortho-diphenols, en particulier les dérivés secoïridoïdes, dans les cas de forte attaque par ce ravageur. D'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singlet pour la transformer en chaleur (Bosku D., 2006).

The background features three purple spheres of varying sizes, each composed of concentric circles with a gradient from light to dark purple. Two thin purple lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the central text. The text 'Matériel et Méthode' is written in a bold, italicized, yellow font with a dark brown shadow, positioned centrally between the spheres.

Matériel et Méthode

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Cette étude a été réalisée sur des échantillons d'olive récoltés en 2019 durant la campagne oléicole. Huit variétés ont été utilisées dans ce travail *Azaradj, Bouchouk, Chemlal, Boughenfous, Takesrith, Aberkane, Tabelout, Agraraz*. La récolte a été effectuée à l'institut technique de l'arboriculture fruitière ITAF.

Les échantillons récoltés ont subis un traitement avant leur utilisation afin d'obtenir une poudre de pulpe d'olive, ils ont été séchés à l'aide d'un lyophilisateur et broyés avec un broyeur à lame.

2.2. Extraction des composés phénoliques

Dans les échantillons de poudre de la pulpe d'olive préparés, des quantités de 0,5g ont été pesés de chaque variété à l'aide d'une balance analytique puis les mettre dans des tubes coniques de 15 ml. On ajoute 10ml du mélange méthanol/eau (70/30 V.V) déjà préparé qui signifie exactement 140ml de méthanol et 30ml d'eau distillée mesurée à l'aide d'une éprouvette.



Figure15 : Bain ultrason (photo original, laboratoire BA/BV).

Après une légère agitation, les tubes ont été mis dans un bain ultrason pendant 10min qui sert à la dissolution du produit par l'effet mécanique d'ondes ultrasonores de fréquence généralement comprise entre 20KHz et 400KHz à une T° de 20° à 25°C.

Afin de séparer la matière solide de la matière liquide, les tubes ont été transférés vers la centrifugeuse ou la centrifugation est effectuée à 5000 tours par minute pendant 10 minutes. Le liquide ensuite qui représente l'extrait phénolique a été extrait à l'aide d'une pipette et mis dans des tubes à essai ensuite les conservés à l'abri de la lumière dans un réfrigérateur ou la T° est à -4°C.

L'opération a été réalisée deux fois afin d'obtenir des échantillons et des résultats comparatifs.



Figure16 : Centrifugeuse (photo originale, laboratoire de recherche).

2.3. Détermination spectrophotométrique des composés phénoliques totaux

L'estimation de la teneur en composés phénoliques totaux a été réalisée selon la méthode au folin-ciocalteux. Une quantité de 0,001g d'acide gallique est dissoute dans 100ml de méthanol/eau (105/45 V.V).

Dans six tubes à essai, des concentrations différentes de la solution ont été mises de 5ml jusqu'à 0ml puis une dilution a été effectuée sur la solution avec le mélange éthanol/eau de 0ml jusqu'à 5ml. Ensuite dans six autres tubes une quantité de 0,5ml de chaque échantillon a été mesurée et mélangée avec 2,5ml du folin-ciocalteux dilué 10 fois afin de diminuer sa concentration et avec 10ml d'eau distillée, 2ml de bicarbonate de sodium (7,5%) a été rajouté à chaque échantillon. Après une attente de 8min, les échantillons ont été mis dans un bain marin sous une T° de 50°C pendant 8min. Les absorbances ont été mesurées à 760nm.

Les concentrations en polyphénols totaux des extraits méthanoliques de poudre de pulpe d'olive sont exprimés en milligrammes d'équivalent d'acide gallique/g (mg AG/g) de

poudre de pulpe en se référant à une courbe d'étalonnage. Deux essais ont été effectués pour chaque échantillon (Skerget et *al.*, 2005).



Figure17 : Les échantillons avant l'ajout de bicarbonate de sodium (photo original laboratoire BA/BV).

2.4. Détermination spectrophotométrique des ortho-diphénols

La concentration en ortho-diphénols des extraits méthanoliques est déterminée suivant la méthode de Blekas et al. Un volume de 0,3ml d'extrait a été additionné à 20ml d'éthanol/eau (V.V), ensuite, 4ml de la solution diluée a été prise en rajoutant 1ml de molybdate (5%). Une durée d'attente de 15min, l'absorbance est mesurée à 370nm.

Les concentrations en ortho-diphénols des échantillons sont déterminées à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec le tyrosol comme standard où 0,001g de tyrosol est associé à 100ml d'éthanol/eau (V.V). ET Dans six tubes, 0,5ml de l'échantillon est mesuré afin d'ajouter des concentrations différentes de 5ml à 0ml de la solution tyrosol + éthanol/eau ont été additionnées avec des concentrations de 0ml à 5ml de mélange éthanol/eau. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de tyrosol/kg d'échantillon de pulpe d'olive. Deux essais ont été effectués pour chaque échantillons (Blekas et *al.*, 2002).

2.5. Détermination spectrophotométrique des flavonoïdes

Pour déterminer les quantités des flavonoïdes présentes dans chaque variété utilisée on suit la méthode de (Dewanto et *al.*, 2002).

Dans des tubes à essai 0,375ml d'eau distillée est ajoutée à 0,125ml d'extrait méthanolique, et à l'aide d'une macro-pipette, 75µl de sodium nitrite NA-NO₂-(5%) est

rajouté, ainsi que 150ml de l'aluminium chlorite Cl-AL3 (10%). Après une attente de 6min, 0,5ml de sodium hydroxyde est ajoutée avec 275ml d'eau distillée, et après une agitation l'absorbance est mesurée à 510nm.

Les concentrations des flavonoïdes des échantillons sont déterminées à partir d'une courbe d'étalonnage de la Quercitine, deux essais ont été effectués pour chaque échantillon.

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de quercitine/g d'échantillon de pulpe d'olive (mg QE/g).

2.6. Détermination spectrophotométrique des chlorophylles

La teneur en chlorophylles totales, chlorophylle A et B ont été déterminées par la méthode de spectrophotométrie. L'absorbance a été mesurée sur les extraits méthanoliques déjà préparés. La lecture des absorbances de ses solutions a été enregistrée à la longueur d'onde de 660 et 642.5 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV (Allalont et *al*, 2009).

Les concentrations des chlorophylles A, B et totale ont été calculé comme suite :

1. **Chlorophylle totale : $7.12 \cdot A_{660} + 16.8 \cdot A_{642.5}$**
2. **Chlorophylle A : $9.93 \cdot A_{660} - 0.777 \cdot A_{642.5}$**
3. **Chlorophylle B : $17.6 \cdot A_{642.5} - 2.81 \cdot A_{660}$**

2.7. Analyse statistiques

L'ensemble des données obtenues ont été analysé par le logiciel statistique Minitab version 19 (Minitab Softwan, USA). Anova, méthode statistique permettant de comparer les données de note étude. Tukey, test utilisé pour déterminer les différences significatives entre les moyennes des analyses dans une analyse de variance.

The background features a white page with a large, light purple 'V' shape. Inside the 'V', there are three purple circles of varying sizes, each composed of several concentric rings. The circles are positioned at the top right, middle right, and bottom right of the 'V'.

Résultats et Discussion

3. Résultats et discussions

3.1. Teneur en polyphénols totaux

Les polyphénols totaux sont des molécules synthétisées par les végétaux et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (He et *al.*, 2008).

La **figure18** représente la droite d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux contenus dans nos extraits du fruit d'olivier (olive). La formule de la régression linéaire de cette courbe est $y = 0,0198x - 0,028$ avec un coefficient R^2 égal à 0.8741.

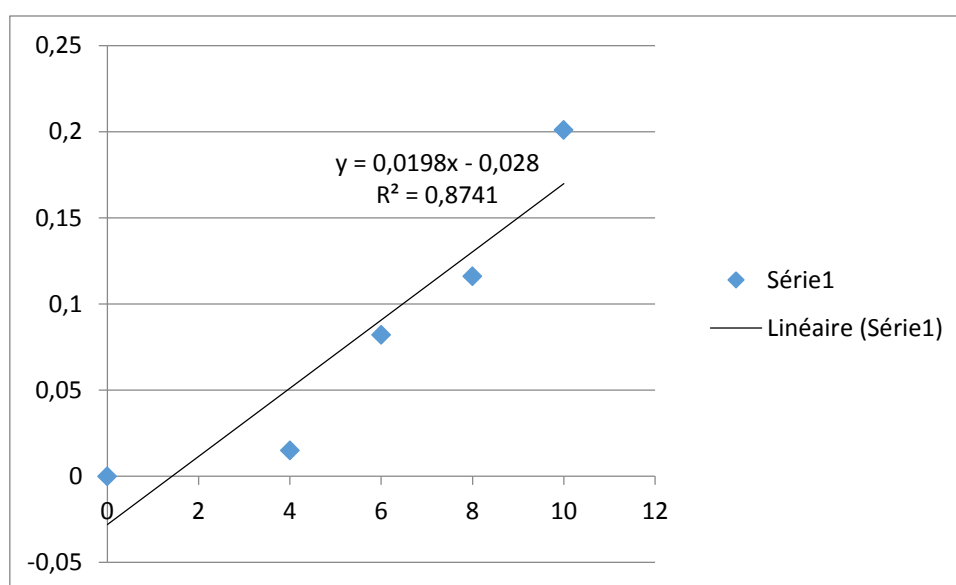


Figure18 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

Figure19 représente la concentration en polyphénols totaux de la pulpe d'olive de différentes variétés étudiées, on remarque que la concentration en polyphénols totaux de la pulpe d'olive des variétés : *Aberkane*, *Agraraz*, *Chemlal* est faible par rapport aux autres variétés: *Azaradj*, *Boughenfous*, *Tabellout*, *Takesrit*, *Bouchouk*.

D'après cet histogramme on remarque que les valeurs des polyphénols totaux des variétés étudiées varient entre 143.33ppm (*Bouchouk*) et 63.83ppm (*Agraraz*) autrement dit la variété *Bouchouk* est la plus riche en polyphénols totaux donc son activité antioxydante est très active dont elle est très bénéfique pour la santé humaine. La teneur en phénols totaux varie quantitativement d'une variété à une autre qui peut s'expliquer par le facteur variétal. La variété *Chemlal* ne contient que 64.24ppm et cela peut revenir au stade de maturité et le facteur variétal.

- Analyse de la variance

Tableau6 : Résultats d’analyse ANOVA pour les phénols totaux.

Phénols totaux					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Variété	7	17015	2430,72	257,23	0
Error	8	75,6	9,45		
Total	15	17090,6			

Le test ANOVA a montré une différence hautement significative entre les différentes variétés étudiées. Dans notre étude la variété *Chemlal* a enregistré la plus faible valeur en polyphénols totaux, des résultats similaires ont été enregistrés par Laribi (2015) sur l’huile d’olive de la variété *Chemlal* qui présente de plus grandes teneurs pour tous les stades de maturation.

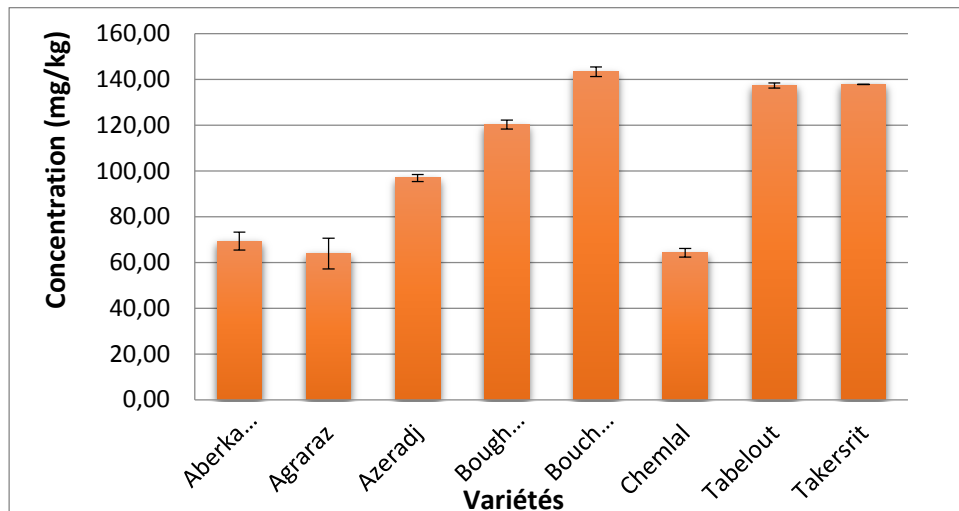


Figure19 : Histogramme de concentration en phénols totaux de la pulpe d’olive de différentes variétés.

3.2. Teneur en ortho-diphénols

Les ortho-diphénols jouent un rôle important dans la protection contre les dommages du stress oxydatif du système biologique (Pierre Besançon; et *al.*, 2000).

La figure 20 représente la droite d'étalonnage de tyrosol pour le dosage des ortho-diphénols contenus dans nos extraits du fruit d'olivier (olive). La formule de la régression linéaire de cette courbe est $y=0.0088x-0.0057$ avec un coefficient R^2 égal à 0.9961.

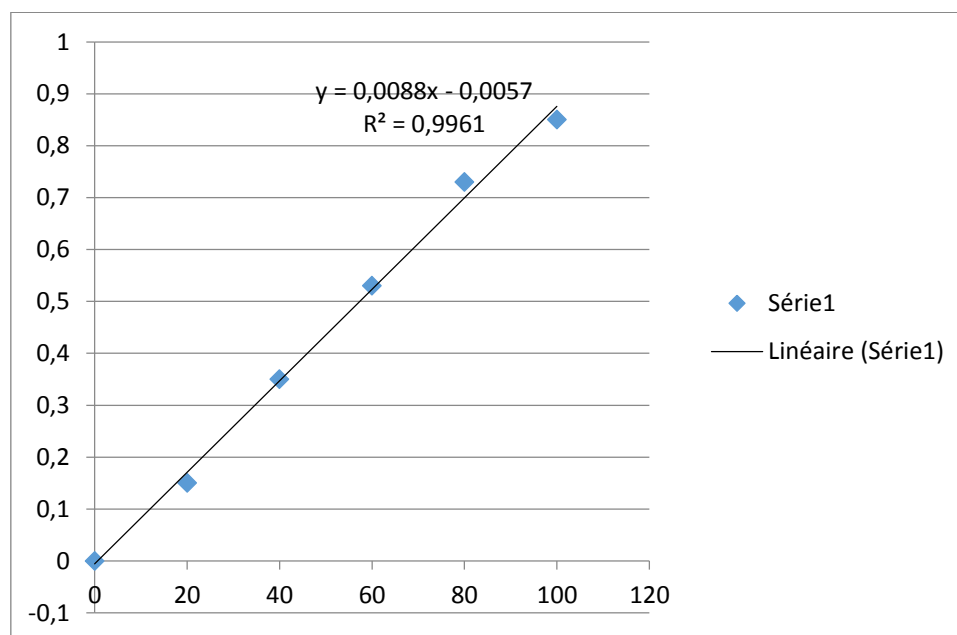


Figure 20 : courbe d'étalonnage de tyrosol

Figure 21 représente l'histogramme de concentration en ortho-diphénols de la pulpe d'olive de différentes variétés.

On remarque que le variété *Takesrit* a enregistré la plus grande valeur de la teneur en ortho-diphénols qui est de 50.517ppm donc l'huile extraite par cette variété a plus d'effets antioxydants. Les variétés *Tabelout* (304.253ppm), *Boughenfous* (30.8ppm), *Azeradj* (25.29ppm) et *Aberkane* (24.448ppm) ont des teneurs moyennes et les teneurs faibles sont marqué par les deux variétés suivantes : *Chemlal* (20ppm) et *Agraraz* (18.1ppm).

La différence des valeurs de la teneur en ortho-diphénols de variétés étudiées peut revenir au facteur agronomique tel que le stade de maturité des olives sachant que plus le stade de maturité est développé plus la concentration en ortho-diphénols diminue et le facteur variétal.

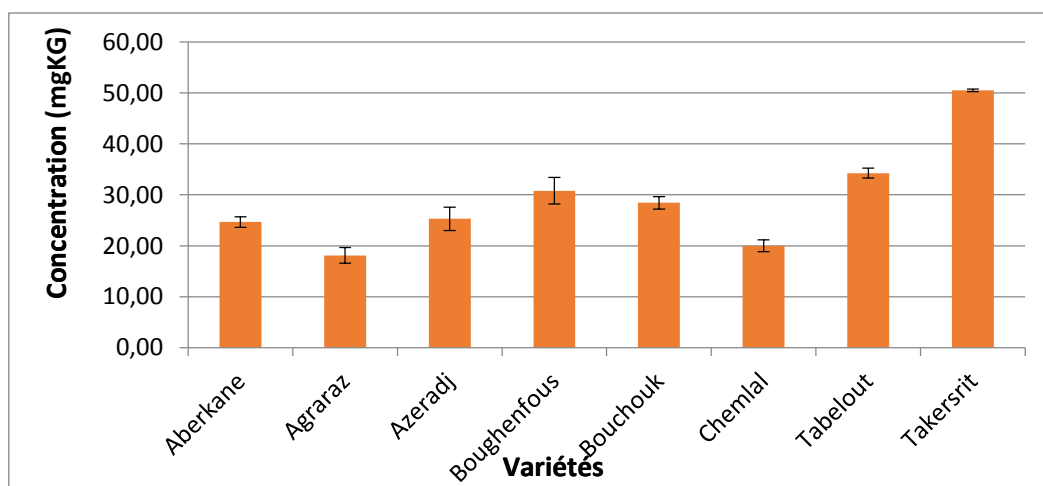


Figure21 : Histogramme de la teneur en ortho-diphénols de la pulpe d'olive de différentes variétés.

La variété *Chemlal* qui est la variété dominante a enregistré l'avant dernière faible concentration, cela revient principalement au facteur génétique tel que l'origine de cultivar ainsi que le facteur climatique sachant que c'est une variété qui préfère le climat frais et doux et non pas le climat trop sec. La diminution des teneurs en *ortho*-diphénols de l'huile d'olive vierge avec la progression de la maturation des olives a été aussi mentionnée par Cerretani et al. (2004) pour la variété italienne *Nostrana di Brisighella*. Dans la même étude, ces auteurs ont noté une augmentation des *ortho*-diphénols dans l'avant dernier stade pour la variété *Ghiacciolo*, avec un indice de maturation de 4,03.

- **Analyse de la variance**

Tableau7 : Résultats d'analyse ANOVA pour les ortho-diphénols

Ortho-diphénols					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Variété	7	1453,08	207,583	86,33	0
Error	8	19,24	2,405		
Total	15	1472,32			

Le test ANOVA a montré une différence hautement significative entre les différentes variétés étudiées avec une P-value=0.00.

3.3 Teneur en flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques, ils interviennent dans la pigmentation des fleurs (Mannai et al., 2006 ; Kiai et Hafidi, 2014).

La figure22 représente la droite d'étalonnage de la quercitine pour le dosage des flavonoïdes contenus dans nos extraits du fruit d'olivier (olive). La formule de la régression linéaire de cette courbe est $y = 0,0947x + 0,0281$ avec un coefficient R^2 égal à 0,9835.

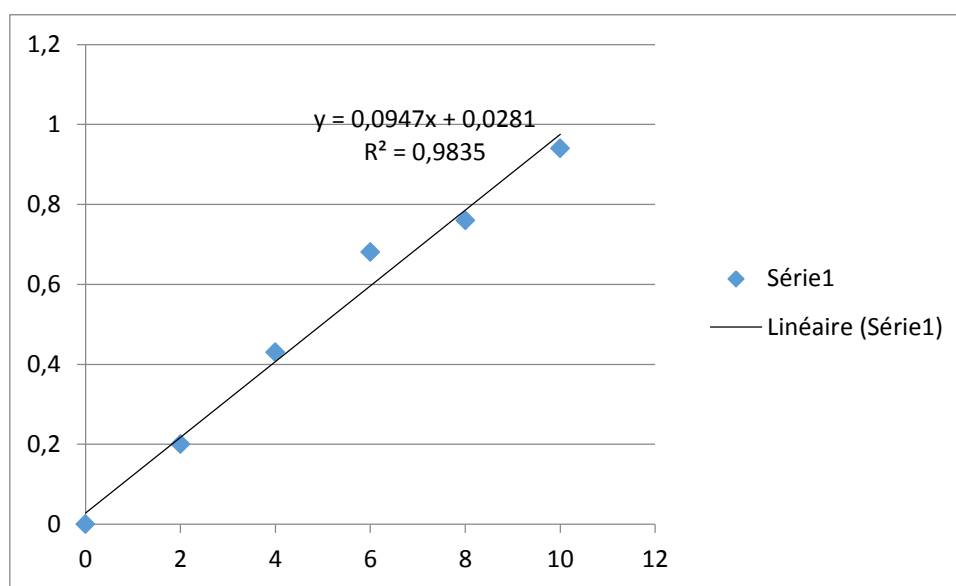


Figure22 : Courbe d'étalonnage de la quercitine

Figure23 représente l'histogramme de concentration en flavonoïdes de la pulpe d'olive de différentes variétés

On remarque que les variétés *Boughenfous* (16.4351ppm) et *Bouchouk* (16.388ppm) ont des concentrations les plus élevées, *Azaradj* (13.552ppm), *Agraraz* (12.787ppm) et *Aberkane* (11.61ppm) ont des concentrations moyennes et les variétés *Chemlal* (7.35ppm), *Tabelout* (7.89ppm) et *Takesrit* ont les concentrations les plus faibles tandis que les deux variétés qui ont marqué les valeurs les plus élevées sont plus actives en effet antioxydant qui a d'intérêts thérapeutiques en ce qui concerne l'huile extraite, les variations concernant les autres variétés reviennent aussi à l'origine de cultivar ainsi que leur adaptation au sol et au climat ainsi que le stade de maturité (Cerretani et al., 2004). La différence des valeurs de la teneur en flavonoïdes peut revenir au facteur variétal qui varie quantitativement d'une variété à une autre.

- Analyse de la variance

Tableau8 : Résultats d’analyses ANOVA pour flavonoïdes

Flavonoïdes					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F- Value	P- Value
Variété	7	173,34	24,763	16,95	0
Error	8	11,69	1,461		
Total	15	185,03			

La différence entre les teneurs en flavonoïdes est très hautement significative avec une P-value qui égal à 0.00.

Les variétés *Boughenfous* et *Bouchouk* ont enregistrées les chiffres les plus élevés tandis que *Chemlal* a enregistré le chiffre le plus faible contrairement à l’étude réalisé sur l’huile d’olive par LARIBI (2015) qui a signalé que les flavonoïdes sont les moins présentés des biophenols analysés, où la plus grande valeur est de 31 mg/Kg pour les variétés *Chemlal* et *Boughenfous*. Cette classe de biophenols a enregistré des évolutions différentes au cours de la maturation : *Boughenfous* a enregistré une diminution, par contre la variété *Chemlal* a enregistré une augmentation. Les variations concernant les autres variétés reviennent aussi à l’origine de cultivar ainsi que leur adaptation au sol et au climat ainsi que le stade de maturité (Cerretani et al., 2004).

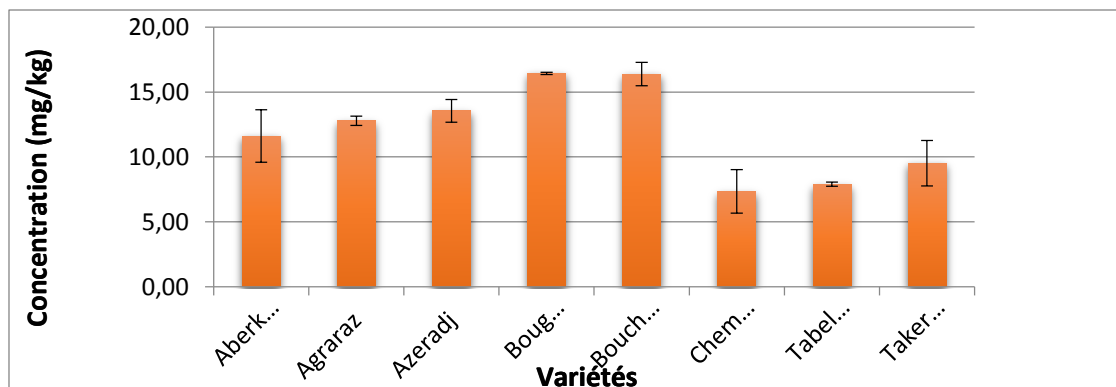


Figure23 : Histogramme de concentration en flavonoïdes de la pulpe d'olive de différentes variétés.

3.4 LA teneur en Chlorophylle

Les chlorophylles représentent un groupe de tetrapyroles à magnésium, leurs teneurs varient de 0 à 20 ppm et elles sont responsables de la nuance verdâtre de l'huile d'olive (Gandul-Rojas et Minguez Mosquera, 1996). Ce pigment que l'on trouve dans les cellules des végétaux est utilisé avec d'autres pigments par les plantes pour la photosynthèse (HADE, A., 2002). Il existe plusieurs pigments photosynthétiques (chlorophylle A, B, C, carotène, phycocyanine, xanthophylle), mais le pigment le plus commun est la chlorophylle A car on les trouve dans toutes les plantes, les algues et cyanobactéries (BISSET S, 2011)

Chlorophylle A

Figure24 représente l'histogramme des concentrations en chlorophylle A. On remarque que la variété *Boughenfous* est plus riche en chlorophylle A par rapport aux autres variétés tandis que *Agraraz* enregistré la plus faible concentration.

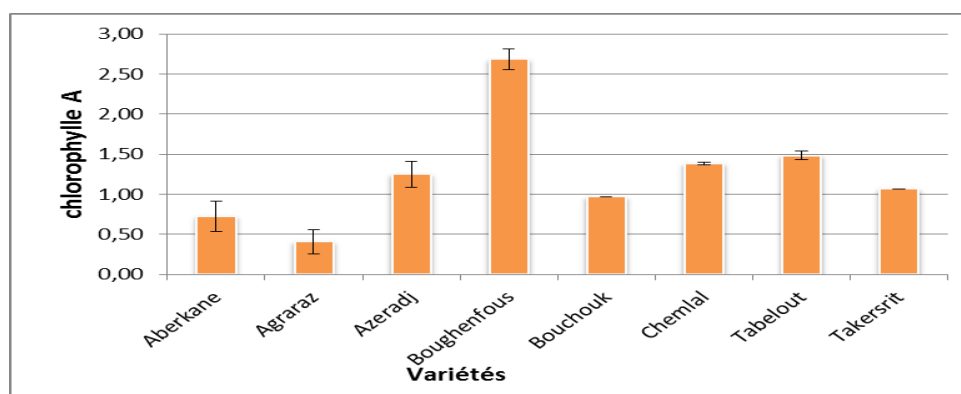


Figure24 : Histogramme de concentrations en chlorophylle A de différentes variétés de la pulpe d'olive.

Les valeurs des chlorophylles A des variétés étudiées varient entre 2.6828ppm (*Bouchouk*) et 0.408ppm (*Agraraz*) autrement dit la variété *Bouchouk* est plus riche en chlorophylles A. La variété *Chemlal* contient que 1.3838ppm et cela peut revenir au facteur variétal et le stade de maturité.

- Analyse de la variance

Tableau9 : Résultats d’analyse ANOVA pour la chlorophylle A.

Ch a					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Variété	7	173,34	24,763	16,95	0
Error	8	11,69	1,461		
Total	15	185,03			

Le test ANOVA (variance) a montré une différence très hautement significative entre les variétés avec une P-value=0.00.

Chlorophylle B

Figure25 représente l’histogramme des concentrations en chlorophylle B.

On observe que la variété *Boughenfous* est plus riche en chlorophylle B et *agraraz* marque la plus faible concentration.

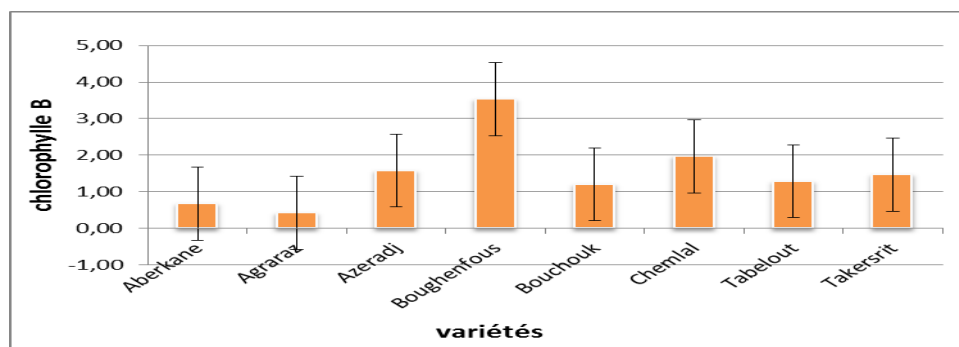


Figure25 : Histogramme des concentrations en chlorophylles B des variétés étudiées.

Les valeurs des chlorophylles B de variétés étudiées varient entre 3.534ppm (*Bouchouk*) et 0.4146 (*Agraraz*) autrement dit la variété *Bouchouk* est plus riche en chlorophylles B. La variété *Chemlal* contient que 1.972ppm et cela peut revenir au facteur variétal et le stade de maturité.

- **Analyses de la variance**

Tableau10 : Résultats d'analyse ANOVA de la chlorophylle B.

Ch b					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Variété	7	12,7221	1,81744	30,97	0
Error	8	0,4695	0,05869		
Total	15	13,1916			

La différence entre les teneurs en chlorophylle B est très significative avec une p-value qui est égal à 0.00.

Chlorophylles totales

Figure26 : représente l'histogramme des concentrations en chlorophylles totales contenues dans le fruit de l'olivier. Sur la figure on observe que la variété *boughenfous* (2.168ppm) a enregistré la concentration la plus élevée tandis que *agraraz* (0.822ppm) la concentration la plus faible.

La variété *Boughenfous* est plus riche en Chlorophylles totales (A et B) qui peut revenir au facteur variétal et au stade de maturité des olives donc on dit que cette variété présente une forte activité photosynthétique qui la caractérise d'autres variétés étudiées.

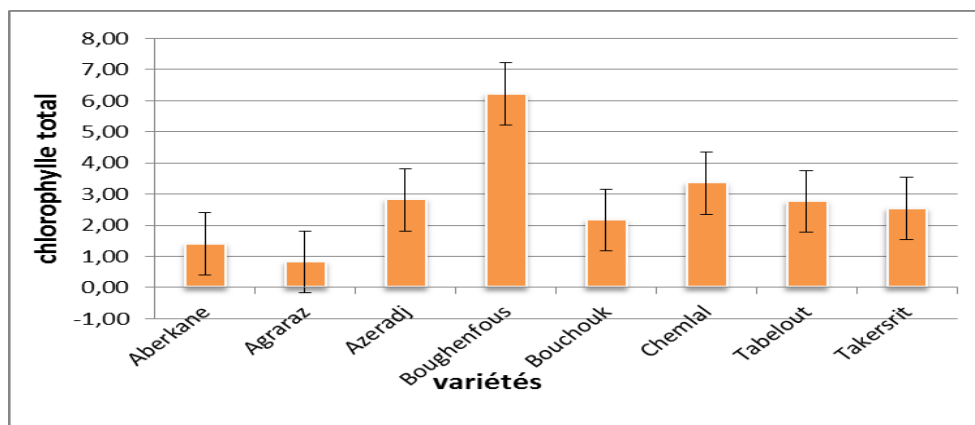


Figure26 : Histogramme de concentrations en chlorophylle totale des différentes variétés de la pulpe d’olive.

Les valeurs de la teneur en chlorophylles totales obtenues dans notre étude sont plus élevées que celles obtenues par Khimeche et Baiche ; ont notés des valeurs qui oscillent entre 1.5ppm et 0.070ppm et cela a été causé par le processus d’extraction d’huile.

- **Analyse de la variance**

Tableau11 : Résultats d’analyse ANOVA pour les chlorophylles totales.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Variété	7	36,5557	5,22224	80,43	0
Error	8	0,5194	0,06493		
Total	15	37,0751			

D’après le test ANOVA, la différence des résultats obtenus est très hautement significative avec une P-value qui égal à 0.00.

The background features three purple spheres of varying sizes, each composed of multiple overlapping circles, creating a 3D effect. These spheres are positioned in the upper right and lower right areas. Two thin purple lines originate from the top left and extend towards the spheres, forming a triangular shape. The word "Conclusion" is centered in the lower half of the image.

Conclusion

Dans le présent travail huit variétés algériennes de la pulpe d'olive (*Chemlal*, *Boughenfous*, *Takesrit*, *Tabelout*, *Azeradj*, *Aberkane*, *Agraraz*, *Bouchouk*) ont été étudiées. Cette étude consiste au dosage des polyphénols, flavonoïdes, ortho-diphénols et pigments (Chlorophylle A, B et totale).

D'après nos résultats, nous avons pu retenir que les quantités des phénols totaux, des ortho-diphénols, des flavonoïdes et des pigments (Chlorophylle A, B et total) ont enregistré des variations au cours de cette étude et cela revient au facteur variétal et au stade de maturité des olives en ce qui concerne les pigments. *Tabelout* (137.328ppm) et *Takesrith* (137.828ppm) se distinguent par des valeurs plus élevés en phénols totaux ainsi en ortho-diphénols, tandis que le profil des flavonoïdes montre que *Boughenfous* (16.4351ppm) et *Bouchouk* (16.388) ont marqués les valeurs les plus élevés. Le profil des chlorophylles confirme que le facteur variétal influence sur la quantité de ces pigments ainsi que le stade de maturité. En outre, la variété *Boughenfous* (0.96ppm, 1.204ppm, 2.168ppm) a enregistré les valeurs les plus élevés.

La variété *Chemlal* a enregistré des valeurs faibles en phénols totaux (64,24ppm), en ortho-diphénol (20ppm), en flavonoïdes (7.37ppm), concernant les chlorophylles, cette variété a marqué des valeurs moyennes qui peuvent s'expliquer par le stade de maturité des olives.

Pour la caractérisation de ces huit variétés d'olivier en composés phénoliques, les résultats obtenus nous permettent de faire une distinction variétale. En effet, le dosage des polyphénols totaux, des ortho-diphénols et les flavonoïdes montre que leur teneur varie en fonction de la variété considérée.

Au terme de ce travail, il paraît évident que l'étude de la fraction phénolique peut être un outil précieux dans la caractérisation variétale des olives et donc de l'huile d'olive. En revanche, cette étude peut être additionnée à une autre à fin d'utiliser ces résultats dans la thérapie et la médecine.

En perspective, il sera souhaitable de déterminer l'activité antioxydante et biologique des extraits phénoliques des variétés étudiées et d'étaler le travail de caractérisation de la fraction phénolique à l'ensemble des variétés du verger oléicole algérien, il sera aussi très intéressant d'utiliser ces extraits phénoliques comme agents conservateurs des produits agroalimentaires.

A decorative graphic featuring three purple circles of varying sizes, each composed of multiple concentric lines. These circles are arranged in a triangular pattern, with the largest one at the top right, a smaller one in the middle, and another large one at the bottom right. Thin purple lines connect the corners of the circles, forming a triangular frame.

Références Bibliographiques

SCIENCE BIBLIOPHILIQUE

Afidol, 2015. Protection raisonnée et biologique des oliviers. Ed CVO. 22p

Afonso et al., 2007; Pincemaital., 2007 Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxyde dismutases μ rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme*. 74:636–643

Akroum, 2010. Étude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. *Journal of Ethnopharmacology*, (19):145-151

Amouretti et Comet (2000). Le livre de l'olivier. Aix-en-Provence, éditions EDISUD, 97p .

Anonyme, 2006 . Arboriculture : Fiche technique principaux ravageurs rencontrés et protection : Mouche de l'olive *Bactrocera oleae*, 5p

Argenson et al., 1999. L'olivier. Ed. Centre technique interpr. Fruits et légumes (CTIFEL), Paris, 204 p.

Argenson, 2008. La culture de l'olivier dans le monde, sa production, les tendances. *Le Nouvel Olivier*, 61 :8-11

Aron P-M. et Kennedy J-A.(2008). Flavan-3ols: Nature, occurrence and biological activity. *Molecular Nutrition and food research*. 52: 79-104

Baba Ahmed, Abdel Malek, 2017. Effet des facteurs agro-écologiques sur le rendement et la qualité d'huile d'olive.

Bahorun, 1997. Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne. Une source d'approvisionnement potentielle Food and Agricultural Research Council Mauritius. P 83-94

Balatsouras, 1966. The chemical composition of the brine of stored greek black olive. *Grasas y Aceites*, 17 :83-88.

Beddiar et al., 2007. Infectivité et efficacité de 4 morphotypes de spores de champignons endomycoriziens à arbuscules extraits de sols Algériens et inoculés à l'oléastre (*Olea oleaster* « HOOFG, ET LINK »). Colloque international sur les Biothec world. 24-25

Ben Temime et al., 2006. Changes in olive oil quality of *Chetoui* variety according to the origin of plantation. *Journal of Food Lipids*, 13: 88-99.

Blekas et al., 2002. On the importance of total polar phenols to monitor the stability of Greek virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(6): 340-346.

Boros, 2010 Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in *Thymus* species. *Journal of Chromatography A*, 1217: 7972–7980

Bosku D., 2006. Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science Technology*, 17: 505–512.

Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., Ijic R. (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum*L., Alliaceae). *Food Chemistry*,111:925-929.

Brenes et al ; 2002 of 1 acetoxypinoresinol to authenticate *Picual* olive oils

Brenes et al, 2002 ; Briante et al, 2002 ; Gomez-Alonso et al, 2002 ; Pinelli et al, 2003 Use of 1 acetoxypinoresinol to authenticate *Picual* olive oils. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 615-625

Bisset S, 2011. Activités antioxydante et inhibitrice vis-à-vis de l'élastase d'extrait des polyphénols d'olive (*Olea europaea* L.).Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas Sétif.

Butinar et al., 2006 ; Cimato et al., 1992. Antioxidants in virgin olive oils produced from two olive cultivars of Slovene Istria. *Annales, Ser. Hist.nat.*, 16 (2) :201-208.

Cerretani et al., 2004. . Evaluation of the oxidative stability and organoleptic properties of extra-virgin olive oils in relation to olive ripening degree. *Progress in Nutrition*, 6 (1): 50-56.

COWAN MM. (1999).Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev*12(4): 564-82.

Depeint et al, 2002 ; Wenying Ren et al., 2003 ; Sarnimanachado et al., 2006 ; Habauzit et al., 2008. Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *J. Food Chem.* 97 : 654-660

Descheemaeker, 2003. Nutri-et Phytothérapie : Developpements Recents. *Edition Garant*, page 12,46.

DSA, 2015 Direction des services agricoles

Durie. (2004). Code de bonnes pratiques loyales pour les olives de table. pp 5-6; pp 8-10.Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in *Thymus* species. *Journal of Chromatography A*, 1217 : 7972–798

Duriez et al., 2015. Code de bonnes pratiques loyales pour les olives de table. pp 5-6; pp 8-10.Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in *Thymus* species. *Journal of Chromatography A*, 1217 : 7972–798

FAO, 2003. Food and Agriculture Organization . The State of Food Insecurity in the World.

Fortin F. (1996).L'encyclopédie visuelle des aliments. Canada : Québec Amérique.

Fukumoto & Mazza, 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of Phenolic compound. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48: 3597-3604.

Gaston, 2016. Les polyphénols du vin rouge : des propriétés pour prévenir les cancers. Thèse Pour L'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Bordeaux. HAL Id: dumas-01267044.

Ghanbari R., Aanwar F., Alkharfy KM., Gilani A et Saari N.(2012). Valuable Nutrients and functional Bio actives in Different Part of Olive (*Olea europaea L.*). *A review International Jouenalof Molealar Sciences*, 13 : 3291-3340

Gomez-rico A., Fregpane G. et Salvador D. (2008). Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils. *Food Research International*, 41: 433-440.

Ghedira, 2008. L'Olivier. *Phytothérapie*, 6(2), 83-89.

Gulcin I., Huyut Z., Elmastas M. et Aboul-Enein H-Y. (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian journal of chemistry*, 3:43-53

Hale, 2003. Screening potato genotypes for antioxidant activity, identification of the responsible compounds differentiating russet nrkotah strains using Aflp and microsatellite marker analysis. *Office of graduate Studies of Texas A & M University. Genetics*. 260p.

Hannachi et al, 2007 Biologie et pathologie végétale / plant biology and pathology influence du site géographique sur les potentialités Agronomiques et technologique de l'olivier (*Olea europea L.*) en Tunisie. *Compte rendus biologiques*, 330 :135-142.

He et al., 2008). Isolation and structure elucidation of phenolic compounds in Chinese olive (*Cnarium album L.*) fruit. *European Food Research and Technology*, **226**. 1191-1196.

Harris L. (1997). The microbiology of vegetable fermentations, in: B. B. Wood (Eds.). *Microbiology of Fermented Foods*, 45-72

Itaf, 2013. La culture de l'olivier. DFRV 2013. Tessa El Merdja. Birtouta. Alger.

J. Marie les Pinasse et E. le terme, 2001 Protection phytosanitaire In Techniques de production en oléiculture. Ed Conseil oléicole international, Madrid : 232- 233.348 p.

Lambert et Elias, 2010. The antioxidant and pro-oxidant activities of green tea polyphenols: A role in cancer prevention. *Archives of Biochemistry and Biophysics* **501**, 65–72.

Lenoir, 2011. Effet protecteur des polyphénols de la verveine odorante dans un modèle d'inflammation colique chez le rat. Thèse de Doctorat : Université d'Auvergne

Leva. (2011). Innovative protocol for « ex vitro rooting » on olive micropropagation *Cent. Eur. J Bio.* 6(3) :352-358

Link et al., 2010. Cancer chemoprevention by dietary polyphenols: Promising role for epigenetics. *Biochemical Pharmacology* **80**, 1771-1792

Loussert et Brousse (1978) .L'olivier .Ed . Maisonneuve et Larose , Paris .447 .

Macheix et al, 2005; Chira et al, 2008 Les composés phénoliques des végétaux .collection biologie. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*,79:727-747.

Macheix et al., 2005. Les composés phénoliques des végétaux .collection biologie. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.

Mangan, 1988 ; Cowan, 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12(4) : 564-582.

Martin et Andriantsito haira, 2002. Mécanismes de la protection cardiaque et Vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de Cardiologie et Angéiologie*. 51 : 3
Marin M. (1972), Rev. Off. Féd. Int. Olé. pp, 199-209 04-315.

Mendil (2012) . La culture de l'olivier .Ed . Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne(ITAF), Birtouta, Alger.37p

Nasles et Argenson, 2008. La culture de l'olivier dans le monde, sa production, les tendances. *Le Nouvelle Olivier*,61 :8-11

Nève, 2002. Nutrition et stress oxydant : Modulation de l'apport alimentaire en anti-oxydants. Optimisation of dietary intake of anti-oxidants. *Nutrition clinique et métabolisme* 16, 292–300.

Ocakoglu et al ., 2009; Arslan et al., 2013. Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chemistry*, 113: 401-410.

Ozdemir M. (1997). Table olive fermentation. *Okyanus Danismanlik*, 1-9.

Patumi et al., 1999 ; Motiva et al., 2008. Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (*Olea europaea* L.) under different irrigation regimes. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74 (6): 729-737.

Pereira et al., 2007. Table olive from Portugal: phenolic compounds, antioxidant potential and antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (22): 8425-8431

Rojas A., Hernandez L et al., 1992. Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.* 35: 275-283.S

Salvador et al., 2003.Influence of extraction system, production year and area on *Cornicabra* virgin olive oil :a studyof five crop seasons. *Food Chemistry*, 80: 359-366.

Sarni-Manchado et al., 2006 Phytochemical and in-vitro thrombolytic activity of *Pergularia deamia* (forsk.) stem. *World Journal of Pharmaceutical Research.* 4(5) : 1325-1337.

Stoclet J-C., Schini-Kerth V.(2011). Dietary flavonoids and human health. *Annales Pharmaceutiques Françaises* 69:78–90.

Sauro V. (2012). Simultaneous determination of squalene, α -tocophérol and β -carotène in table olives by solid phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array detection . *Food Analytical Methods.*6: 54-60

Scalbert et al., 2012). Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 287–306

scalbert et al., 2005.Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 45, 287–306

Sebei, 2007. Physiologie de l'olivier et ses besoins. ITAF.

Skerget et al., 2005 Antioxidants from grape stalks and marc: influence of extraction procedure on yield, purity and antioxidant power of the extracts. *Journal of Food Engineering.* 78 : 793-801.

Spiller, 2007.Tout savoir sur les fibres. *Editions le mieux-etre*, p27.

Stagos et al., 2012.Chemoprevention of liver cancer by plant polyphenols. *Food and Chemical Toxicology* 50, 2155–2170.

Tovar et al, 2001 ; servili et al , 2004 ; Fregapane et Salvador , 2013. L-Phenylalanine ammonialyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea*_L. cv. *Arbequina*) fruit grown under different irrigation regimes. *Journal of Science and Food Agriculture*, 82 (8): 892-898.

Tovar et al., 2001. Changes in the phenolic composition of virgin olive oil from young trees (*Olea europaea* L. cv. *Arbequina*) grown under linear Irrigation strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11): 5502-5508

Visiol et al., 2000.Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of Phytochemicals. *Cardiovascular Research* 47, 419–425

Villdan Uylaser .et Yildiz G.(2014). The historical development and nutritional importance of olive and olive oil constituted an important part of the Mediterranean diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54:1092–1101

Vkiari et al., 2010. Characterization and seasonal variation of the quality of virgin olive oil of the *Throumbolia* and *Koroneiki* varieties from Southern Greece. *Grasas y Aceites*, 61 (3): 221-231

Vogel et al., 2015. Polyphenols benefits of olive leaf (*Olea europea* L) to human health. *Nutr Hosp.* 31(3):1427-1433 ISSN 0212-1611.

Walid et al., 2003. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA.

Zhao Yapinga et al, 2003 ; Fresco et al, 2006 ; Sarni-Manchado et al, 2006

Biochim. Biophys Acta (BBA)-Gen. Subects, 1723 (1) : 114-123.

A decorative graphic featuring three purple spheres of varying sizes (large, medium, and large) arranged vertically. The spheres are composed of multiple overlapping, semi-transparent layers, creating a 3D effect. Two thin, light purple lines intersect at the top left, forming a V-shape that frames the spheres. The word "Annexes" is centered in a bold, yellow, italicized font with a drop shadow.

Annexes

Annexes de Matériel et méthode

Annexe01 : Matériels et réactifs chimiques

Produits et réactifs	Appareillage
<ul style="list-style-type: none"> • Eau distillé • Méthanol • Ethanol • Acide gallique • Tyrosol • Quercitine • Molybdate • Solution du réactif Folin-cicalteu • Solution d'hydroxyde de sodium (NAOH) • Bicarbonate de sodium Na₂CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Balance analytique de précision • Spectrophotomètre UV-visible • Cuve de spectrophotomètre • Centrifugeuse à 5000 tours/minute • Dessiccateur • Bain marine • Agitateur • Réfrigérateur • Tubes à essai • Pipette et micropipette • Erlenmeyer

Annexes de Résultats et Discussion

- Regroupement des informations à l'aide de la méthode de Tukey et d'une confiance de 95 %

Phénols totaux					
Variété	N	Mean	Grouping		
Bouchouk	2	143,33	A		
Takersrit	2	137,828	A		
Tabelout	2	137,323	A		
Boughenfos	2	120,23		B	
Azeradj	2	96,94			C
Aberkane	2	69,34			D
Chemlal	2	64,24			D
Agraraz	2	63,86			D

Annexe01 : Test Tukey.

- Regroupement des informations à l'aide de la méthode de Tukey et d'une confiance de 95 %

Ortho-diphénols							
Variété	N	Mean	Grouping				
Takersrit	2	50,517	A				
Tabelout	2	34,253		B			
Boughenfous	2	30,8		B	C		
Bouchouk	2	28,448		B	C	D	
Azeradj	2	25,29			C	D	E
Aberkane	2	24,655				D	E
Chemlal	2	20					E F
Agraraz	2	18,1					F

Annexe2 : Test tukey.

- Regroupement des informations à l'aide de la méthode de Tukey et d'une confiance de 95 %

Flavinoids						
Variété	N	Mean	Grouping			
Boughenfous	2	16,4351	A			
Bouchouk	2	16,388	A	B		
Azeradj	2	13,552	A	B	C	
Agraraz	2	12,787	A	B	C	
Aberkane	2	11,61		B	C	D
Takersrit	2	9,52			C	D
Tabelout	2	7,897				D
Chemlal	2	7,35				D

Annexe03 : Test tukey.

- Regroupement des informations à l'aide de la méthode de Tukey et d'une confiance de 95 %

Chlorophylle A							
Variété	N	Mean	Grouping				
Bouchouk	2	2,6828	A				
Tabelout	2	1,4829		B			
Chemlal	2	1,3838		B	C		
Azeradj	2	1,249		B	C		
Takersrit	2	1,06766		B	C	D	
Boughenfous	2	0,96667			C	D	
Aberkane	2	0,725				D	E
Agraraz	2	0,408					E

Annexe04 : Test tukey.

- Regroupement des informations à l'aide de la méthode de Tukey et d'une confiance de 95 %

Chlorophylle B							
Variété	N	Mean	Grouping				
Bouchouk	2	3,534	A				
Chemlal	2	1,972		B			
Azeradj	2	1,576		B	C		
Takersrit	2	1,4706		B	C		
Tabelout	2	1,284		B	C	D	
Boughenfous	2	1,204		B	C	D	
Aberkane	2	0,672			C	D	
Agraraz	2	0,4146					D

Annexe05 : test tukey.

- **Regroupement des informations à l'aide de la méthode de Tukey et d'une confiance de 95 %**

Chlorophylles Totales							
Variété	N	Mean	Grouping				
Bouchouk	2	6,211	A				
Chemlal	2	3,353		B			
Azeradj	2	2,822		B	C		
Tabelout	2	2,764		B	C		
Takersrit	2	2,536		B	C		
Bouhenfous	2	2,168			C	D	
Aberkane	2	1,3966				D	E
Agraraz	2	0,822					E

Annexe06 : test tukey.

Résumé

Olea europea .L est une plante médicinale appartenant à la famille des Oléacées, est très répandue dans le centre algérien. Plante très utilisée en médecine traditionnelle pour ses nombreuses vertus. A travers cette étude nous avons tenté de déterminer les teneurs en phénols totaux, en ortho-diphénols, ainsi qu'en flavonoïdes et en chlorophylles dans la pulpe d'olive de huit variétés algériennes : *Chemlal*, *Azaradj*, *Agraraz*, *Tabelout*, *Boughenfous*, *Takesrith*, *Bouchouk*, *Aberkane*.

Les résultats obtenus ont montré que la variété est un facteur qui influence significativement sur la composition phénolique du fruit de l'olive; la variété *Chemlal* a enregistré des faibles concentrations en phénols totaux (64.24ppm), ortho-diphénols (20ppm) et flavonoïde (7.35ppm), tandis qu'elle a enregistré des valeurs moyennes en chlorophylle (1.92ppm).

Les variétés riches en polyphénols totaux, en ortho-diphénols et en flavonoïdes ce sont des variétés qui ont un grand effet antioxydant et un grand intérêt thérapeutique sur la santé humaine.

Mots clés : olivier, olives, phénols totaux, flavonoïdes, ortho-diphénol, chlorophylle, facteur variétal, effet antioxydant.

Abstract

Olea europea .L is a medicinal plant belonging to the Oleaceae family, is widespread in central Algeria. Plant widely used in traditional medicine for its many virtues. Through this study we tried to determine the contents of total phenols, ortho-diphenols, as well as flavonoids and chlorophylls in the olive pulp of eight Algerian varieties: *Chemlal*, *Azaradj*, *Agraraz*, *Tabelout*, *Boughenfous*, *Takesrith* , *Bouchouk*, *Aberkane*.The results obtained showed that the variety is a factor which significantly influences the phenolic composition of the olive fruit; the *Chemlal* variety recorded low concentrations of total phenols (64.24ppm), ortho-diphenols (20ppm) and flavonoid (7.35ppm), while it recorded average values of chlorophyll (1.92ppm).The varieties rich in total polyphenols, ortho-diphenols and flavonoids are varieties which have a great antioxidant effect and a great therapeutic interest on human heal

Key words: olive tree, olives, total phenols, flavonoids, ortho-diphenol, chlorophyll, varietal factor, antioxidant effect.