

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة قاصدي مرباح - ورقلة -
Université Kasdi Merbah – Ouargla



Faculté de Sciences de la Nature et de la Vie

THÈSE

Réf :.....

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT ès SCIENCES

Spécialité: Sciences Agronomiques

Option: Agronomie Saharienne

Par

M. Smail ACILA

Thème

**Introduction de l'olivier (*Olea europaea* L.) à Oued Souf :
Situation actuelle et perspectives de développement,
cas de l'exploitation Daouia**

Soutenue publiquement le : 08 / 02 / 2018,

Devant le jury composé de:

M. DADDI BOUHOUN Mustapha	Professeur	Université de Ouargla	Président
M. OULD EL-HADJ Mohamed Didi	Professeur	Université de Ouargla	Directeur de thèse
Mme. BABAHANI Souad	M.C.A	Université de Ouargla	Examineur
M. KEMASSI Abdellah	M.C.A	Université de Ghardaïa	Examineur
M. BENAZIZA Abdelaziz	M.C.A	Université de Biskra	Examineur
M. HALIS Youcef	M.R.A	CRSTRA de Touggourt	Examineur



Dédicace

اهداء و ترحم

بكل سكينة و وقار ...

الى روح أستاذي الفاضل, الأستاذ الدكتور ساكر محمد لخضر

أسأل الله الرحمة و المغفرة لروحك الطاهرة

وأسكنك فسيح جنانه

وأشهد أنك لم تبخل و لم تدخر جهدا في دعمي, توجيهي و نصحي

فكنت نعم القدوة, خلقا و علما

أهدي لك هذه الثمرة النبيلة التي كنت سببا في نضجها

و طالما انتظرت قطافها

أستاذي الفاضل, ربما لن أوفي فضلك علي ...

أسأل الله لك الرحمة و المغفرة مدد أحرف هذه الرسالة, و مدك

خير و أجر كل من انتفع بها ...

و جازاك الله عني عفوا و مغفرة

... تلميذك "اسماعيل"



Dédicace



اهداء ...

بكل تواضع, أهدي هذا العمل النبيل ...

الى والداي الكريمين, اللذين طالما سهرا الليالي, صبورا و كافحا
من أجل بلوغي هذا المقام, أسأل الله لهما الصحة والعافية...

"اللهم أرحمهما كما ربياني صغيرا"

الى زوجتي الفاضلة "حنان" كانت نعم السند, ربما صبرت كثيرا
لانشغالي العلمي و الأكاديمي ... اللهم أرزقنا السعادة, السكينة و
الذرية الصالحة ...

الى اخوتي و أخواتي, خاصة "عادل" وفقه الله في مشواره
الدراسي

الى صغيراتي: نورسين, نرجس و المدللة سيرين
ربما حرموا أحيانا من دفئ الأبوة, فقد شغلتنى الدراسة و
التدريس حتى على الجلوس و اللعب معهم...

اللهم أحفظهم و انشأهم نباتا طيبا و أرزقهم الحياة الكريمة...

اسماعيل





Remerciements

Avant tout, grand merci au bon Dieu, le tout puissant الله qui m'a donné la santé, le courage et la patience pour mener à bien ce travail.

J'adresse mes vifs remerciements à mes directeurs de thèse :


- Le défunt **M. SAKER Mohamed Lakhdar " رحمه الله "**, Professeur à l'université de Ouargla, pour la confiance qu'il m'a accordé en acceptant de diriger ce travail, pour ses précieux conseils et pour toutes les heures qu'il a consacré à suivre cette recherche. J'ai beaucoup apprécié sa grande disponibilité et j'étais extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de la réalisation de ce travail. Son départ était une grande perte et une dure épreuve pour nous tous. Que Dieu l'accueille en son vaste paradis inchallah.

- **M. OULD El-Hadj Mohamed Didi**, Professeur à l'université de Ouargla et Directeur du Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi Arides, pour m'avoir fait confiance malgré les connaissances plutôt légères et qui fut pour moi un directeur de thèse attentif et disponible malgré ses nombreuses charges. Ses conseils pertinents, et ses nombreuses remarques et suggestions m'ont beaucoup aidé à améliorer la qualité de ce travail, qu'il trouve ici l'expression de ma grande reconnaissance et de mon profond respect.

Mes remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail :

M. DADDI BOUHOUN Mustapha, Professeur à l'université de Ouargla, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury, pour son aide précieuse, ses conseils et ses suggestions m'ont été d'une aide inestimable, qu'il trouve dans ces mots l'expression de ma profonde gratitude.

J'exprime mes remerciements les plus sincères à **Mme. BABAHANI Souad**, Maître de Conférences à l'université de Ouargla, **M. KEMASSI Abdellah**, Maître de Conférences, à l'université de Ghardaïa, **M. BENAZIZA Abdelaziz**, Maître de Conférences, à l'université de Biskra, **M. HALIS Youcef**, Directeur de Recherche au C.R.S.T.R.A. de Touggourt, qui m'ont fait l'honneur de faire partie du jury et pour avoir accepté d'examiner ce travail, et l'enrichir par leurs remarques et leurs suggestions.



Au terme de ce travail, je tiens à mentionner le plaisir que j'ai eu à travailler au sein du Laboratoire de Biotechnologie de l'Olivier (LBO), au Centre de Biotechnologie, Technopole de Borj Cedria en Tunisie, et j'adresse de ce fait mes remerciements les plus sincères à tous les membres de ce laboratoire pour leur accueil et leur aide dans la réalisation de certaines analyses de la partie expérimentale de mon travail. Une reconnaissance particulière va plus spécifiquement au professeur **ZARROUK Mokhtar**, Directeur du laboratoire LBO, qui m'a facilité l'accès au laboratoire et à **Melle TAAMALLI Amani**, Maître de recherche au LBO pour sa rigueur scientifique et son aide précieuse dans les analyses au laboratoire, qu'ils trouvent tous dans ces lignes l'expression de ma vive gratitude et mon profond respect, pour leur gentillesse, et leur serviabilité, qui m'ont été d'une grande utilité pour mener à bien mon travail de thèse.

Qu'il me soit permis d'exprimer mes vifs remerciements à Dr. **ALLIOUI Nora**, Maître de Conférences à l'Université de Guelma, directrice de mon mémoire d'ingénieur, ses compétences et sa rigueur scientifique m'ont été d'une grande aide tout le long de mon parcours académique, ainsi que durant mes travaux de recherches en post-graduation. Qu'elle trouve dans ces mots l'expression de ma profonde gratitude.

Mes vifs remerciements vont également à **M. BRINIS Louhichi**, Professeur à l'université de Annaba, responsable de la promotion de mes études en post-graduation, et à mon encadreur du projet de Magistère, professeur **HALILAT Mohamed Tahar**, Recteur de l'université de Ouargla, qu'ils trouvent ici l'expression de ma grande reconnaissance et de mon profond respect.

Mes remerciements vont également à **M. BEN HAOUA Boubaker**, Professeur à l'université d'El-Oued, ses conseils et ses encouragements m'ont beaucoup aidé pour mener à terme ce travail.

Je voudrais aussi exprimer ma profonde gratitude à tout le personnel de la ferme pilote DAOUIA, à leur tête, le directeur de la société **M. MEHRI Djilani**, qui m'a bien accueilli et m'a autorisé de réaliser cette étude au sein de son exploitation. Sans oublier **M. Mustapha « El-Hadj »**, technicien à la ferme pilote « DAOUIA », pour son soutien technique sur le terrain, plus particulièrement, dans les prélèvements et la collecte des échantillons.



Grand merci à mes collègues, enseignants à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, de l'université d'El-Oued, Dr. **Allali A.**, Dr. **Boutliliss Dj A.**, Dr. **Chemsa A E.**, Dr. **Ghemme Dj.**, Dr. **Zaater A.M.**, et Dr. **Chouikh A.**, et beaucoup d'autres, qu'ils me pardonnent de ne pas les citer tous, mais je ne les oublie pas, leur soutien moral, leurs encouragements, et leur amitié, m'ont beaucoup aidé à achever cette thèse.

Je remercie vivement mon collègue, **M. MEISSA B.**, pour son aide dans le traitement des images de cette thèse.

J'adresse aussi mes remerciements les plus sincères à mes chères parents **El-Hadj Al-Bachir** et **El-Hadja Aicha**, pour leur soutien continu sans faille et inconditionnel, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Aussi, je voudrais exprimer un grand merci à ma femme **ABID Hanane**, qui m'a toujours encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles, tout au long de la réalisation de ce travail.

Enfin, je remercie vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



Liste des abréviations

Acronyme	Définition
ACP	Analyse en Composantes Principales
AH	Variété Aharoun
ARP	Puissance Antiradicalaire
AZ	Variété Azeradj
CAR/PP	Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre
CE	Conductivité Electrique
CH	Variété Chemlal
CNCC	Centre national de contrôle et de certification des semences et plants
COI	Conseil oléicole international
DPPH'	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
DRDPA	Direction de la régulation et du développement des productions agricoles
DSA	Direction des Services Agricoles
EC₅₀	Concentration équivalente à 50% de DPPH perdu.
ENAGEO	Entreprise Nationale de Géophysique
FR	Variété Ferkani
FT	Flavonoïdes totaux.
ITAFV	Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.
LDL	lipoprotéines de faible densité.
MADR/DSASI/SDSA	Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche / Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information.
MG	Contenu en huile
MZ	Variété Manzanilla
ND	Variété Neb djemel
O.D.F	Olive à double Fin
O.H	Olive à Huile
O.T	Olive de Table

ONFAA	Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires
ONM	Office Nationale de Météorologie
PAL	Phénylalanine Ammoniac Lyase.
PNDA	Plan national de développement agricole
PT	Phénols totaux
RG	Variété Rougette
SE	Standard d'Erreur
SF	Surface foliaire
SG	Variété Sigoise
SV	Variété Gordale (Sevillana)
T.B ou B	Très Bonne ou Bonne
TH	Teneur en eau

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I.1	Superficie oléicole des pays membres du COI (COI, 2015a)	7
I.2	Principales variétés d'oliviers cultivées dans le monde (www.internationaloliveoil.org)	9
I.3	Principales variétés d'olivier locales cultivées en Algérie (Mendil et Sebai, 2006)	15
I.4	Critères d'identification des variétés d'olivier (Mendil et Sebai, 2006)	21
II.1	Etapes du cycle végétatif de l'olivier [Colbrant et Fabre (1976) cités par Loussert et Brousse (1978)]	33
II.2	Caractéristiques d'un sol jugé adéquat pour l'oléiculture (COI, 2007)	42
II.3	Apport d'Engrais / Rendement / Arbre pour l'olivier (ITAFV, 2004)	51
II.4	Effets du déficit hydrique sur les processus de croissance et de production de l'olivier selon les moments où il se produit	52
II.5	Principales maladies fongiques et ravageuses (insectes) de l'olivier (ITAFV, 2004)	55
III.1	Epoque et techniques de récolte des olives en Algérie (Collectif, 2009)	57
IV.1	Composition de la pulpe de l'olive de table en poids frais (Balatsouras, 1966)	73
IV.2	Paramètres analytiques standards de qualité de l'huile d'olive vierge (COI, 2015e)	74
IV.3	Composition chimique de l'huile d'olive (Fedeli, 1983)	75
IV.4	Composition chimique globale des feuilles d'olivier (exprimé en g par 100 g) selon plusieurs auteurs (Aouidi, 2012)	78
V.1	Relevé des données climatiques de la région de Oued Souf durant la période (2004-2014) (ONM, 2015)	82
V.2	Répartition saisonnière des précipitations dans la région de Oued Souf, durant la période (2004-2014) (ONM, 2015)	83
V.3	Répartition saisonnière de l'évaporation dans la région de Oued Souf, durant la période (2004-2014) (ONM, 2015)	84
V.4	Evolution des superficies et nombres d'oliviers cultivés dans la wilaya d'El Oued, durant la période 2005-2015 (DSA, 2016)	87
VI.1	Liste des variétés expérimentées: âge, origine géographique et destination de la production	91
VI.2	Emplacement de l'essai et conduite du verger (Direction de la ferme, 2010)	92
VIII.1	Phases de développement et rendements moyens en fruits des	107

	variétés d'oliviers (<i>Olea europaea</i> L.) étudiées	
VIII.2	Caractéristiques physiques des fruits des neuf variétés d'oliviers (<i>Olea europaea</i> L.), développées sous les conditions sahariennes de Oued Souf	110
VIII.3	Caractéristiques chimiques des fruits de neuf variétés d'oliviers (<i>Olea europaea</i> L.), développées sous conditions de la région de Oued Souf	111
VIII.4	Matrice de corrélations (Pearson (n)), des descripteurs pomologiques des fruits chez les variétés d'oliviers (<i>Olea europaea</i> L.) étudiées	114
VIII.5	Caractéristiques morphométriques des feuilles de variétés d'oliviers étudiées	119
VIII.6	Rendement d'extraction (%), phénols totaux (PT) et flavonoïdes totaux (FT) dans des extraits des feuilles d'oliviers	122
VIII.7	Activité antioxydante des extraits méthanoliques des feuilles des différentes variétés d'oliviers étudiées vis-à-vis du radical DPPH	125

Liste des figures

N°	Titre	Page
I.1	Aire de répartition de l'olivier dans le monde (www.internationaloliveoil.org)	6
I.2	Carte oléicole d'Algérie (www.itafv.dz)	14
II.1	La plante <i>Olea europaea</i> L. (Köhler <i>et al.</i> , 1887)	23
II.2	Schéma de la taxonomie du genre <i>Olea</i> (Famille: Oleaceae) (d'après Green, (2002) simplifiée et répartition géographique des taxons (Breton <i>et al.</i> , 2006)	25
II.3	Coupes schématiques d'un fruit d'olive (drupe) (Muzzalupo et Micali, 2015)	29
II.4	Arbres plantés en carré, rectangle et quinconce à une même densité de 278 arbres par hectare (COI, 2007)	48
III.1	Procédé traditionnel de l'extraction de l'huile d'olive	63
III.2	Plan standard d'extraction d'huile d'olive d'une huilerie moderne (chaîne continue) (Chimi, 2006)	63
III.3	Schémas du système discontinu d'extraction par presse (Chimi, 2006)	65
III.4	Schémas du système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases (Chimi, 2006)	66
III.5	Schémas du système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases (Chimi, 2006)	67
V.1	Situation géographique de la région du Souf (https://www.earth.google.com/)	81
V.2	Conditions météorologiques (précipitations mensuelles moyennes, ensoleillement et températures moyennes) de la région de Oued Souf durant une période de 10 ans (2004-2014)	85
V.3	Evolution de la production oléicole de la wilaya d'El Oued entre 2005 et 2015 (DSA, 2016)	88
V.4	Rendements en olives et l'huile d'olive dans la wilaya d'El Oued entre les années 2005 et 2015 (DSA, 2016)	89
VI.1	Situation géographique du domaine de Daouia (https://www.earth.google.com/)	90
VI.2	Vergers de comportement des variétés d'oliviers étudiées à la station de Daouia, interlignes et bordure de droite à gauche	92
VII.1	Différentes formes du fruit d'olive (Mendil et Sebai, 2006)	96
VII.2	Différentes formes du noyau du fruit d'olive (Mendil et Sebai, 2006)	97
VII.3	Différentes formes de la feuille d'olivier (Mendil et Sebai, 2006)	100
VII.4	Réduction du radical DPPH [*] par un antioxydant (RH) (Lewis, 2012)	103

VIII.1	Rendements annuels, rendements cumulatifs en fruits et l'indice d'alternance de production (IA) de neuf variétés d'oliviers (<i>Olea europaea</i> L.), développées sous les conditions sahariennes de Oued Souf entre 2010 et 2014	108
VIII.2	Biplot basée sur l'analyse en composantes principales (ACP) des descripteurs pomologiques des différents génotypes d'oliviers (<i>Olae europaea</i> L.) étudiés	118
VIII.3	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne de deux essais) pour le dosage des phénols totaux	121
VIII.4	Courbe d'étalonnage de la quercétine (moyenne de deux essais) pour le dosage des flavonoïdes totaux	121
VIII.5	Variation du pouvoir d'inhibition en fonction de la concentration des extraits méthanoliques des feuilles des différentes variétés d'oliviers étudiées	124

Liste des annexes

N°	Intitulé	Page
Annexe I		
I.1.	Chiffres clés du marché mondial de l'huile d'olive (COI, 2015b)	153
I.2.	Chiffres clés du marché mondial des olives de table (COI, 2015c)	154
I.3.	Evaluation de la campagne oléicole 2015/2016 à travers les wilayas potentielles en Algérie (ONFAA, 2016)	155
Annexe II		
II.1.	Principaux caractères de la gamme variétale préconisée (Il est nécessaire et important de choisir la variété en tenant des exigences de la région) (Collectif, 2009)	156
Annexe III		
III.1.	Superficies, nombres d'oliviers, production et rendement oléicole des différentes communes de la wilaya d'El Oued (Compagne 2015/2016) (DSA, 2016)	157
III.2.	Caractéristiques des variétés d'oliviers (<i>Olea europaea</i> L.) étudiées	158
Annexe IV		
IV.1.	Pourcentage de l'inertie, contributions des observations et variables corrélées avec les axes de l'analyse en composantes principales (ACP)	160
Annexe V		
V.1.	Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour le rendement moyen en olives des variétés étudiées	161
V.2.	Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères physiques des fruits d'olive des variétés étudiées	162
V.3.	Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères chimiques des fruits d'olive des variétés étudiées	164
V.4.	Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères Morphométrique des feuilles des variétés d'olivier étudiées	164
V.5.	Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères phytochimiques des feuilles des variétés d'olivier étudiées	165
Annexe VI		
VI.1.	Photos montrent les dimensions de feuilles, de fruits et de noyaux des variétés d'olivier (<i>Olea europaea</i> L.) étudiées	166-170
VI.2.	Collection des fruits montrant la biodiversité génotypique des variétés d'olivier (<i>Olea europaea</i> L.) étudiées	171

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. GENERALITES SUR L'OLEICULTURE

I.1. Origine et extension de l'olivier	5
I.2. Importance de l'oléiculture dans le monde.....	6
I.3. Importance de l'oléiculture en Algérie.....	10

CHAPITRE II. ETUDE DE L'OLIVIER

II.1. Caractéristiques botaniques de l'olivier	23
II.2. Caractéristiques morphologiques de l'olivier	25
II.3. Caractéristiques biologiques et physiologiques.....	30
II.4. Exigences agro-écologiques de l'olivier	39
II.5. Techniques culturales.....	43

CHAPITRE III. TECHNOLOGIE OLEICOLE

III.1. Récolte	56
III.2. Techniques de transformation de l'olive à huile	59
III.3. Raffinage de l'huile d'olive.....	68
III.4. Conditionnement et stockage des huiles d'olive	68
III.5. Sous-produits oléicoles.....	69

CHAPITRE IV. OLIVE DE TABLE, HUILE D'OLIVE ET FEUILLES D'OLIVIER: DEFINITIONS, COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEURS NUTRITIONNELLE ET THERAPEUTIQUE

IV.1. Olives de table.....	72
----------------------------	----

IV.2. Huile d'olive vierge	73
IV.3. Olive de table et l'huile d'olive: intérêts nutritionnel et valeur biologique	75
IV.4. Feuilles d'olivier	77

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE V. PRESENTATION DE L'OUED SOUF

V.1. Situation géographique de la région de Oued Souf.....	81
V.2. Caractéristiques climatiques.....	82
V.3. Caractéristiques pédologiques	86
V.4. Situation de l'oléiculture dans la wilaya d'El Oued	86

CHAPITRE VI. MATERIELS D'ETUDE

VI.1. Présentation du cadre de l'étude.....	90
VI.2. Matériel végétal	91
VI.3. Conduite de la culture.....	91

CHAPITRE VII. METHODES D'ETUDE

VII.1. Evaluation de la production.....	95
VII.2. Caractérisation pomologique des fruits d'olives des variétés étudiées	95
VII.3. Description morphométrique des feuilles d'oliviers	99
VII.4. Caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers.....	101
VII.5. Etude statistique.....	1014

TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE VIII. PERFORMANCE DE PRODUCTION OLEICOLE

VIII.1. Performance de production et l'indice d'alternance	105
VIII.2. Caractérisation pomologique des fruits d'olives	108

VIII.3. Description des feuilles de variétés d'oliviers étudiées.....	118
VIII.4. Caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers	120
Conclusion générale et perspectives.....	127
Références bibliographiques.....	130
Annexes.....	152
Résumés.....	172
Table des matières	

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

La culture de l'olivier a une place importante dans la production agricole car elle joue un rôle significatif dans le développement économique de beaucoup de pays des régions méditerranéennes. Elle permet de d'augmenter la valeur des terres agricoles où le sol est impropre à d'autres cultures fruitières et l'oléiculture présente une capacité à se développer sous plusieurs conditions (Sansoucy, 1985). L'olivier est l'une des cultures fruitières qui peuvent se développer dans un sol sablonneux en raison de sa capacité à tolérer fortement la sécheresse et les contraintes du sol (Connor et Fereres, 2005; Fernández, 2014).

En Algérie, l'oléiculture a connu une extension rapide et constitue une alternative intéressante pour la reconversion de certaines cultures annuelles en pérenne, pour le développement de l'arboriculture face aux changements climatiques et au manque d'eau d'irrigation. Elle occupe aujourd'hui une superficie plus de 400 000 hectares, soit 40 % de la surface arboricole nationale. La production oléicole a enregistré de bonnes performances durant la dernière décennie, où la production d'olives de table a plus que quadruplé, passant de 346 730 quintaux (qx) en 2000 à plus de 1.4 million de qx en 2012; alors que celle de l'huile d'olive a doublé, atteignant un total de 50 000 tonnes en 2012 (MADR/DSASI/SDSA, 2013).

Ces dernières décennies, en raison de la demande intérieure et étrangère plus élevées pour l'huile d'olive, la culture de l'olivier a été élargie dans diverses régions du Sud Algérien, le long des lignes des zones Nord, en se fondant sur le plan national de développement agricole (PNDA), où le gouvernement est déterminé à stimuler et amplifier l'industrie en modernisant les huileries et le développement de la production oléicole. En effet, à la wilaya d'El Oued dans le Sud-est algérien la superficie d'olivier cultivée a évolué de 624 hectares pendant la campagne de 2004/2005 pour atteindre 3100 hectares durant la campagne 2015/2016. Toutefois, la culture de l'olivier dans ces zones reste limitée et la production d'olives est généralement faible à cause de la pauvreté du sol et de leur faible capacité de rétention en eau ainsi que les conditions climatiques sévères de températures élevées, la rareté et la fluctuation des précipitations dans la plupart des nouvelles zones de plantations d'oliviers. La limitation de l'eau ainsi que des étés longs et chauds dans de telles régions conduisent à une mauvaise qualité des fruits et l'huile d'olive. Malgré une bonne croissance végétative, quelques-unes des variétés d'olive ne montrent pas de bonnes

performances. Cela est dû au manque des cultivars stables et compatibles dans ces conditions environnementales (Arji, 2015; Khaleghi *et al.*, 2015).

Cependant, les zones arides du sud Algérien présentent un potentiel agronomique important pour la culture et l'exploration agro-industrielle de l'amélioration de la production d'olives. Toutefois, l'absence d'institutions de recherches spécialisées et d'une stratégie claire d'évaluation des cultivars d'olivier dans les conditions environnementales limite l'extension de l'oléiculture dans ces vastes zones. La nouveauté du domaine de production oléicole a encouragé les agriculteurs à choisir un système agraire semi-intensif. Cependant, pour assurer le succès de la culture et la production d'olive il faut encore beaucoup d'efforts expérimentaux notamment dans la sélection génotypique.

Dans le cadre du développement du secteur oléicole, l'évaluation des variétés locales et étrangères performantes, dans de nouvelles zones d'expansion de la culture de l'olivier permet d'estimer leurs potentialités et demeure donc une méthode rapide pour proposer de nouvelles variétés pour améliorer la productivité de cette culture dans ces écosystèmes sahariens. Les performances des variétés d'*Olea europaea* L. sous les conditions pédoclimatiques sahariennes du sud algérien ne sont pas encore déterminées. Cependant, les rapports de nombreux chercheurs ont confirmé le succès de l'oléiculture et la production d'olive et d'huile d'olive dans des régions arides (Wiesman *et al.*, 2004; Mora *et al.*, 2007; Zarrouk *et al.*, 2009; Iglesias Picazo *et al.*, 2010; Bustan *et al.*, 2013). Aussi ces projets de recherche; ont été intéressés par plusieurs traits agronomiques et technologiques, où le rendement élevé, l'absence d'alternance de production et de bonnes propriétés pomologiques sont les caractéristiques les plus recherchées dans les cultivars d'olive sous ces conditions arides.

De plus la recherche a également élargi pour inclure l'étude des sous-produits de l'olivier, notamment les feuilles, biomasse engendrée en grande quantité par l'industrie oléicole et la valorisation de ces résidus est devenue une nécessité pour améliorer la rentabilité du secteur oléicole. Ces dernières comme une source naturelle riche en nombreux composés bioactifs (Lee *et al.*, 2009b; Hayes *et al.*, 2011) qui peut être utilisé dans divers secteurs: l'industrie cosmétique (Miralles *et al.*, 2015) et pharmaceutique (Lee-Huang *et al.*, 2003; Abaza *et al.*, 2007) et même dans l'industrie alimentaire comme des additifs naturels pour améliorer les caractéristiques des produits (Salta *et al.*, 2007; Chiou *et al.*, 2009).

Dans ce contexte que s'insère le présent travail qui a pour objectif d'analyser la situation de l'oléiculture dans la région de Souf, à travers la première exploitation qui a introduit cette spéculation des les zones sahariennes. Il vise à évaluer la productivité et les caractéristiques des fruits de neuf cultivars d'oliviers (*Olea europaea* L.) prometteurs afin de choisir des cultivars d'olive performantes, permettant d'améliorer la production d'olive et l'huile d'olive dans les conditions agro-environnementales de la région de Oued Souf. L'étude a également inclus une évaluation quantitative des phénols et des flavonoïdes totaux et aussi un test d'activité antioxydante (DPPH) des extraits des feuilles des variétés d'oliviers étudiées, pour mettre en évidence la potentialité biologique de ce type des sous-produits de secteur oléicole de la région d'étude.

Cette thèse est subdivisée en trois parties. La première est consacrée à la synthèse bibliographique sur l'oléiculture et les techniques oléicoles en générale. La deuxième partie expose la problématique de la thèse par la présentation de l'oléiculture dans la région d'étude et les problèmes posés en zone saharienne. Cette partie porte également sur le matériel d'étude et l'approche méthodologique adoptée. En troisième partie, il est exposé les résultats et leur discussion par rapport aux normes de performances et de qualités oléicoles. Une conclusion générale et des perspectives achèvent ce travail.

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE BIOBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OLEICULTURE

I.1. Origine et extension de l'olivier

L'origine de l'olivier sylvestre se situe en Asie Mineure où il est très abondant et forme de véritables forêts. Il semble s'être étendu de la Syrie vers la Grèce, à travers l'Anatolie (De Candolle, 1883), bien que d'autres hypothèses la situent dans la Basse Égypte, en Nubie, en Éthiopie, dans les montagnes de l'Atlas ou dans certaines régions de l'Europe. C'est pour cela que Caruso considère l'olivier comme un élément indigène du bassin Méditerranéen et date l'origine de l'olivier cultivé en Asie Mineure, à environ 6000 ans (Simmonds, 1976).

Selon Loussert et Brousse (1978), parmi les peuples les plus anciens, seuls les Assyriens et les Babyloniens en ignoraient l'existence. C'est ainsi que l'on a retrouvé des fossiles de feuilles d'olivier dans les gisements du Pliocène de Mongardino (Italie); des morceaux d'oléastres et des noyaux dans les excavations de l'énéolithique et de l'âge du Bronze en Espagne (Blázquez, 1997). Après la troisième guerre punique, les Arabes introduisirent leurs variétés dans le sud de l'Espagne et eurent une grande influence sur la diffusion de ces plantations, à telle enseigne que les mots espagnols "aceituna" (olive), "aceite" (huile) et "acebuche" (oléastre) sont d'origine arabe.

Avec la découverte du nouveau monde (1492), les émigrants de la péninsule ibérique (Espagne) ont introduit l'olivier dans leurs anciennes colonies des Amériques comme l'Argentine, le Mexique, le Pérou ensuite le Chili et la Californie. Et ce n'est qu'au XIX^{ème} siècle, lors de l'apogée de la démographie et de la colonisation européennes que l'oléiculture a vu un essor rapide en s'implantant dans des régions éloignées de son lieu d'origine (fig. I.1) comme l'Afrique du Sud, l'Australie, le Japon ou la Chine (Loussert et Brousse, 1978).



Figure I.1. Aire de répartition de l'olivier dans le monde (www.internationaloliveoil.org)

En Afrique du Nord, la culture de l'olivier existait déjà avant l'arrivée des romains, car les berbères savaient greffer les oléastres (Camps-Fabrer, 1953). Cependant, les romains ont permis l'extension des champs aux régions plus arides, considérées jusqu'alors comme peu propices à cette culture. En effet, des analyses de charbon et de pollen conservés dans certains gisements ibéro-maurisiens (Taforalt, Grotte, Rassel et Courbet) et la région de Sufetula, l'actuelle Sbeitla en Tunisie, ou capsiens: Ouled Djellal et Reliläi, région de Tebessa en Algérie, attestent que l'oléastre existait en Afrique du Nord dès le XIIème millénaire et certainement bien avant (Camps, 1974; Dubur-Jarrige, 2001). De plus, une foule de mosaïques trouvée en Tunisie et en Algérie témoigne de l'importance de l'olivier dans la civilisation romaine. La colonisation française a contribué aussi à l'extension de l'oléiculture en Afrique du Nord, telles que l'oliveraie de Sfax en Tunisie, de Sig en Algérie (Mendil et Sebai, 2006) et des oliveraies entre Meknès et Fez, au Maroc (Loussert et Brousse, 1978).

I.2. Importance de l'oléiculture dans le monde

I.2.1. Superficies oléicoles dans le monde

Selon le COI (2015a), les oliviers couvrent plus de 11 millions d'hectares dans 47 pays des cinq continents. Notons que la surface totale des oliveraies des pays membres du Conseil Oléicole International (COI) est de 9 954 169 ha de la surface oléicole mondiale (tab. I.1), soit 89 %. Dans cette superficie cultivable, l'on compte plus de 1.5 milliard de

pieds d'oliviers. Signalons enfin que plus de 6.7 millions de familles dans le monde ont des oliviers, soit 1.67 ha/famille en moyenne. Les principaux vergers sont recensés en Espagne, Italie, Turquie, Tunisie.

Tableau I.1. Superficie oléicole des pays membres du Conseil Oléicole International

(COI, 2015a)

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

I.2.2. Marché mondial des produits oléicoles

Conseil Oléicole International (COI), réuni en 103^{ème} session à Madrid en 23-27 Novembre 2015, à examiné la situation du marché international de l'huile d'olive et des olives de table au cours des campagnes 2013/14 (bilan final) et 2014/15 (bilan provisoire).

D'après le COI (2015d), les productions mondiales d'huile d'olive et d'olives de table ont atteint de 3252000 tonnes et 2660 500 tonnes, respectivement en 2013/2014. Pour la campagne 2014/2015, la production mondiale d'huile d'olive diminue d'environ 29 % par rapport à la campagne précédente, avec un volume de 2444 000 tonnes (tab. I.1 /

Annexe I) en raison principalement de conditions climatiques adverses, en particulier dans les pays européens où elle atteint 42 % par rapport à la campagne précédente. C'est l'Espagne qui enregistre la plus forte diminution (- 9 043 tonnes, soit - 50 %). Pour la production mondiale d'olives de table de la campagne 2014/15 sera inférieure de 2 % à celle de la campagne précédente, avec un volume de 2 470 500 tonnes (tab. I.2 / Annexe I). La production des pays européens augmente dans l'ensemble de 19 % par rapport à la campagne antérieure: celle de l'Espagne diminue de 6 % (547 000 tonnes).

Les dix premiers pays producteurs, membres du COI, sont situés dans la zone méditerranéenne et fournissent plus de 97 et 92 % de la production mondiale d'huile d'olive et d'olives de table, respectivement de la campagne 2014/15 (COI, 2015d).

D'après le COI (2015d), comme un regard général sur le mouvement du marché mondial de l'huile d'olive et des olives de table, en 2014/15, la consommation devrait être supérieure à celle de la campagne précédente et atteindre 2857500 tonnes d'huile d'olive et 2533000 tonnes d'olives de table (tab. I.1 et I.2 / Annexe I). Quant aux exportations, elles devraient atteindre 894000 et 623500 tonnes d'huile d'olive et d'olives de table, respectivement, soit un niveau inférieur aux importations prévues (891000 et 657500 tonnes d'huile d'olive et d'olives de table, respectivement).

I.2.3. Principales variétés d'olivier au monde

Le patrimoine génétique oléicole mondial est très riche en variétés d'olivier (*Olea europaea* L.), cultivées et spontanées. D'après Muzzalupo *et al.* (2014), actuellement sur la base des évaluations de la FAO, ce patrimoine est constitué par plus de 2,600 variétés différentes, ce nombre est certainement plus élevé à cause du manque d'informations pour beaucoup de cultivars locaux et écotypes (Cantini *et al.*, 1999). La majeure partie de ces cultivars vient des pays du sud de l'Europe comme l'Italie (800 cultivars) (Muzzalupo *et al.*, 2009), l'Espagne (272 cultivars) (Barranco et Rallo, 2000), France (88 cultivars) et la Grèce (52 cultivars) (Baltoni et Belaj, 2009).

D'après Bartolini (2008), près de 1250 variétés cultivée dans 54 pays et conservées dans près de 100 collections, ont été incluses dans la base de données du germoplasme de l'olivier de la FAO. A cet égard, plusieurs villes méditerranéennes ont favorisé des collections de germoplasme de l'olivier, y compris Cordoue (Espagne); Marrakech (Maroc); Porquerolles (France) et Cosenza (Italie).

Les principales variétés cultivées dans le monde sont cosignées dans le tableau I.2.

Tableau I.2. Principales variétés d'oliviers cultivées dans le monde
(www.internationaloliveoil.org)

Pays	Principales variétés
Albanie	Kaliniot.
Algérie	Chemlal; Sigoise; Azeradj; Limli; Blanquette de Guelma.
Argentine	Arauco.
Chili	Azapa.
Croatie	Lastovka; Levantinka; Oblica.
Chypre	Ladoelia.
Egypte	Aggezi Shami; Hamed; Toffahi.
Espagne	Alfajara; Aloreña; Arbequina; Bical; Blanqueta; Callosina; Carasqueno de la Sierra; Castellana; Changlot Real; Cornicabra; Empiltre; Farga; Gordal de Granada; Gordal Sevillana; Hojiblanca; Lechin de Granada; Lechin de Sevilla; Loaime; Lucio; Manzanilla cacerena; Manzanilla Prieta; Manzanilla de Sevilla; Mollar de Ceiza; Morisca; Morona; Morrut; Palomar; Picual; Picudo; Rapasayo; Royal de Gazorla; Sevillena; Verdial de Badajoz; Verdial de Huevar; Verdial de Velez-Málaga; Verdiell; Villalonga.
France	Aglandau; Bouteillan; Grossane; Lucques; Picholine Languedoc; Salonenque; Tanche.
U.S.A	Mission
Grèce	Adramitini; Amigadalolia; Chalkidiki; Kalamone; Conservolia; Koroneiki; Mastoidis; Megaritiki; Valanlia.
Italie	Ascolana Tenera; Biancolilla; Bosana; Canino; Carolea; Casaliva; Cassanese; Cellina di Nardo; Coratina; Cucco; Dolce Agogia; Dritta; Frantoio; Giarrappa; Grignan; Itrana; Leccino; Majatica di Ferrandina; Maraiolo; Nocellara del Belice; Nocellara Etnea; Oliarola Barese; Oliva di Cerignola; Ottobratica; Pendolino; Oisciottana; Pizz'e Carroga; Rosciola; Sant Agostino; Santa Caterina; Taggiasca.
Jordanie	Rasii
Liban	Soury.
Maroc	Haouzia; Menara; Meslala; Picholine Marocaine.
Palestine	Nabali Baladi
Portugal	Carrasquenha; Cobrançosa; Cordovil de Castelo Branco; Cordovil de Serpa; Galega Vulgar; Maçanilha Algariva; Redondal.
Slovénie	Bianchera.
Syrie	Abou-Satl; Doeblis; Kaissy; Sorani; Zaity.
Tunisie	Chemlali de Sfax; Chétoui; Gerbou; Meski; Oueslati.
Turquie	Ayvalik; Çekiste; Çelebi; Domat; Erkence; Gemlik; Izmir Sofralik; Memecik; Uslu.
Yougoslavie	Zutica.

I.3. Importance de l'oléiculture en Algérie

L'olivier occupe une place de choix dans le processus de relance économique de l'Algérie. La culture de l'olivier, de par ses fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terrains agricoles, de fixation des populations dans les zones de montagne comme une source de revenu significative pour la population rurale, constitue une des principales espèces fruitières cultivées en Algérie et représente plus de 50% du verger arboricole national.

I.3.1. Superficie oléicole et nombre d'oliviers cultivés en Algérie

Le recensement des oliveraies algériennes présente des difficultés. Près de la moitié des arbres sont plantés plus au moins isolement, à une densité faible. Cet état dispersé n'est guère favorable à un inventaire précis. Les 2/3 des plantations appartiennent à des paysans autochtones dont le caractère ne se prête pas beaucoup à l'établissement de statistique.

D'après l'Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires (ONFAA, 2016), et selon le bilan de la campagne oléicole 2015/2016, la superficie du verger oléicole s'élève à 471.657 ha. Cette superficie a connu une augmentation de près de 16% comparativement à la campagne écoulée ce qui correspond à la mise en place de plus de 64 000 ha de nouvelles plantations. Il est à signaler que 75 % de cette superficie a été réalisée à travers 15 wilayas oléicoles. Parmi les wilayas traditionnellement oléicoles, la wilaya de Skikda, à elle seule, a réalisé une superficie de plus de 5000 ha. Tandis que dans les nouvelles zones oléicoles, la wilaya d'El Bayadh, enregistre elle aussi, une superficie considérable de 4274 ha.

Selon la même source, le nombre total d'oliviers a enregistré une évolution de 10% comparativement à l'année écoulée pour atteindre près de 6 200 000 oliviers. L'augmentation du nombre total d'oliviers a été constatée essentiellement dans les wilayas de Béjaïa, Skikda, Saida, Djelfa et Chlef avec respectivement 1 417 877, 662 411, 571 182, 461 774 et 420 045 oliviers ce qui correspond à 64% des oliviers plantés à l'échelle nationale.

Par ailleurs, le nombre d'oliviers en rapport a également augmenté passant de 32 millions d'arbres au cours de la campagne 2014/2015 à près de 35 millions au cours de la campagne 2015/2016, soit 2 439 033 oliviers qui sont rentrés en production au cours de cette campagne.

I.3.2. Situation économique de l'oléiculture Algérienne

I.3.2.1. Commerce extérieur

D'après l'ONFAA (2016), les importations algériennes d'huile d'olive en 2015 ont augmenté de 12% en quantité et de 6% en valeur comparativement à l'année précédente.

Les exportations d'huile d'olive algérienne, elles aussi, ont augmenté en quantité et en valeur en 2015 comparativement à l'année antérieure. En effet la quantité exportée a progressé de 12% et la valeur des exportations a augmenté de 44%.

Selon le Conseil Oléicole Interprofessionnel de la région Centre, l'exportation est quasiment nulle en raison des prix élevés pratiqués ainsi que de la concurrence déloyale qui sévit sur le marché.

L'importation d'huile d'olive, elle aussi, est insignifiante en raison de l'absence de marché, contrairement au marché des olives de table qui fait recours à l'importation vu l'importance de la demande et la faiblesse de la production nationale.

Selon la même source, pour l'huile d'olive exportée, la première destination de l'huile d'olive algérienne reste la France et le Canada avec 98% de la quantité totale exportée en 2014 et 89% en 2015. Plusieurs pays ont été destinataires de l'huile algérienne notamment en 2015, mais les quantités restent très faibles.

L'objectif fixé par le MADRP à l'horizon 2019 est d'atteindre une production de 8.1 millions de quintaux par rapport à la production actuelle de 6.9 millions de quintaux. Cet objectif pourrait être atteint surtout avec l'entrée en production de nouvelles plantations, notamment celles des régions steppiques et du Sud.

Le second objectif ciblé est de développer l'exportation de 5 millions de litres d'huile d'olive, pour une valeur de 14 millions de dollars. Un objectif difficile à réaliser, au vu des quantités insignifiantes exportées actuellement et qui ne peut être réalisé, à moyen terme, qu'avec l'organisation des acteurs et la facilitation des procédures d'exportation.

I.3.2.2. Production oléicole nationale

Selon l'ONFAA (2016), malgré les conditions climatiques relativement difficiles qui ont caractérisé la campagne oléicole, notamment la vague de chaleur qui est survenue au cours du stade floraison et grossissement du fruit, la production totale d'olives (pour conserve et pour huile) n'a pas été gravement affectée à travers l'ensemble des wilayas de

production de l'huile d'olive. Cette dernière a connu une évolution de 7 % comparativement à la campagne écoulée. Quant à la production d'olive destinée à l'huile, l'évolution a été plus considérable puisque la production passe 420 mille tonnes au cours de la campagne écoulée à plus de 470 mille tonnes au cours de cette campagne, soit un accroissement de 13 %. La production de l'huile d'olive a enregistré le niveau le plus élevé des 15 dernières années en atteignant plus de 900 000 hl à travers le territoire national soit une croissance de 25 % comparativement à la campagne écoulée. Ce résultat s'explique par l'entrée en production de près de 2.5 millions d'oliviers au cours de cette campagne.

I.3.2.3. Rendement oléicole national

D'après l'ONFAA (2016), le rendement en olives qui est un indicateur de la performance de la culture, a atteint, au cours de cette campagne, une valeur moyenne de 23 kg/arbre soit une évolution de 14 % comparativement à la campagne écoulée.

Les rendements les plus élevés ont été obtenus à l'Ouest du pays et ceci est dû à la dominance des olives de table conduites en irrigué. Le rendement le plus élevé a été obtenu dans la wilaya de Mascara avec 42 kg/arbre.

Par ailleurs, la majorité des wilayas oléicoles du centre et de l'Est du pays, dont la vocation est la production de l'huile d'olive, enregistre un rendement inférieur à la moyenne nationale à l'exception de la wilaya de Skikda où le rendement a atteint la moyenne de 28 kg/arbre. Les rendements les plus élevés à travers les autres wilayas ont été obtenus dans les wilayas de Blida avec 22 kg/arbre, Jijel et Tipaza avec 21 kg/arbre. Cependant, la wilaya de Batna qui a fourni au titre de la campagne 2015/2016, 7% de la production nationale en huile d'olive, a enregistré un rendement moyen de 50 kg/arbre.

Les zones steppiques et du Sud, quant à elles, enregistrent un rendement moyen de 21 kg/arbre qui se justifie par la jeunesse des plantations et leurs récente entrée en production. Le plus grand rendement a été enregistré dans la wilaya de Biskra avec 39 kg/arbre, suivi de celui enregistré à El Bayadh avec 35 kg/arbre.

Cependant; les rendements au sud sont jugés surestimés en comparaison des chiffres fournis par les producteurs, selon le conseil oléicole interprofessionnel.

Le rendement en huile a régressé de 16% comparativement à la campagne écoulée pour atteindre une moyenne de 15 l/q (tab. I.3 / Annexe D); cette baisse est étroitement liée au manque d'eau suite, d'une part, à la sécheresse qui a sévi au cours de la campagne et, d'autre part, à la conduite en sec de l'olivier.

Néanmoins, 23 wilayas enregistrent un rendement en huile supérieur à la moyenne nationale parmi lesquelles figurent les wilayas de Skikda et Souk Ahras avec chacune 22 l/q et les wilayas de Béjaïa, Jijel et Sétif avec chacune 21 l/q (tab. I.3 / Annexe I).

I.3.3. Principales caractéristiques de l'oléiculture nationale

I.3.3.1. Localisation des zones de culture

L'olivier est principalement cultivé sur les zones côtières du pays à une distance de 8 à 100 km de la mer où il trouve les conditions favorables pour son développement. Il occupait, en 2015, une superficie de 471 657 hectares (ONFAA, 2016), qui se répartie sur tout le territoire comme le montre la figure I.2.

La majorité des surfaces oléicoles se localisent dans des régions de montagne et les collines (Khoumeri, 2009), ainsi que dans les plaines occidentales du pays (Mascara, Sig, Relizane..) et dans les vallées comme la Soummam.

Cette superficie a bien nettement augmenté par la mise en place d'un programme national pour le développement de l'oléiculture intensive dans les zones steppiques, présahariennes et sahariennes (Msila, Biskra, Ghardaïa...) en vue d'augmenter les productions et de minimiser les importations.

La figure ci-après présente la nouvelle carte oléicole de l'Algérie, il est remarqué l'expansion des superficies oléicoles vers les zones steppiques, présahariennes et même sahariennes.

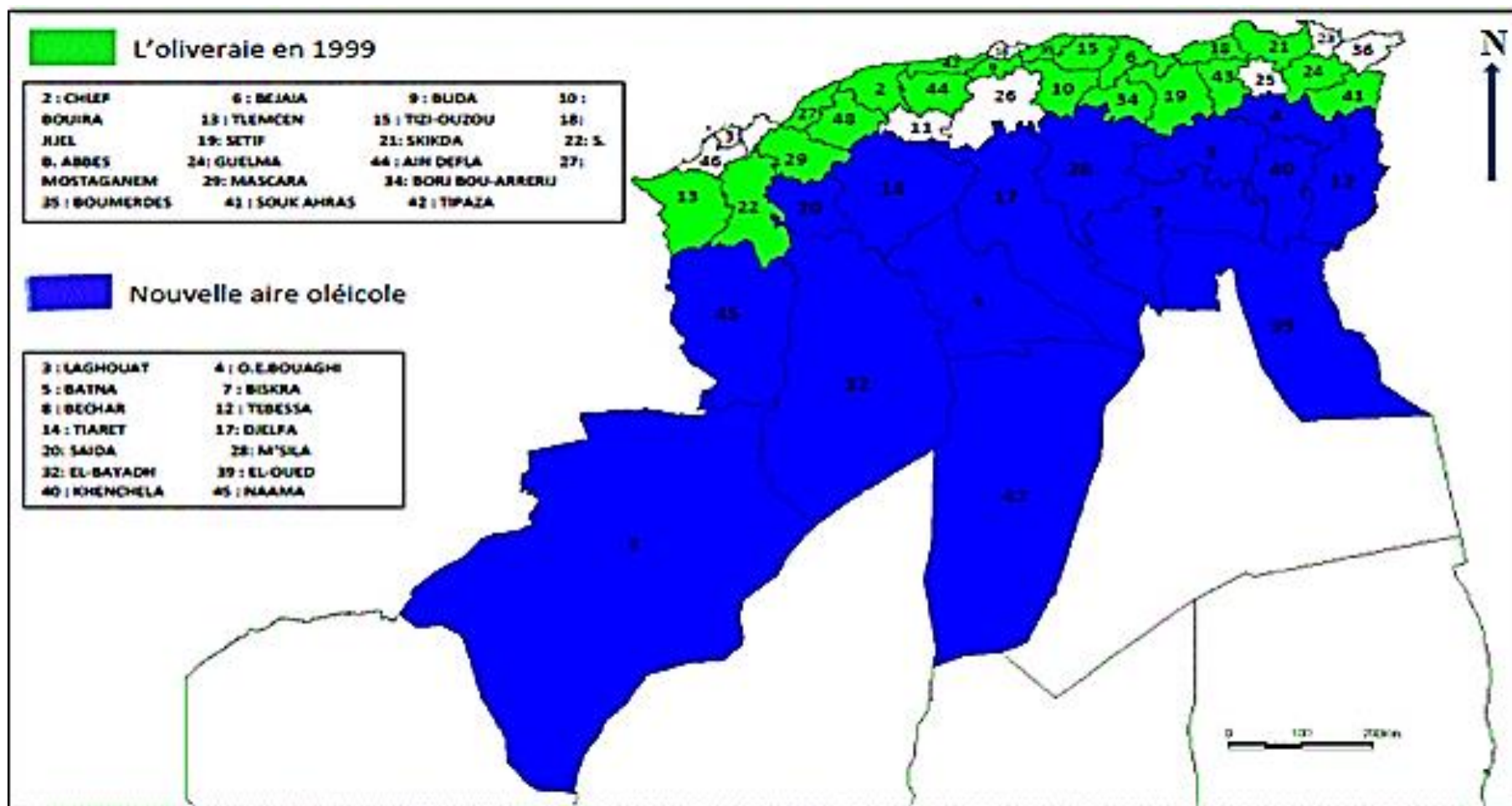


Figure I.2. Carte oléicole d'Algérie (www.itafv.dz)

I.3.3.2. Principaux porte-greffes et variétés d'oliviers cultivés en Algérie

L'oléiculture algérienne est constituée d'une gamme diversifiée de variétés d'olivier répartie sur ses différentes régions oléicoles. D'après les travaux réalisés par Hauville (1953), Il existe 150 variétés d'olivier plus au moins abondantes. En plus des variétés locales qui caractérisent chaque région, il y a les variétés introduites qui viennent de différentes régions du monde.

I.3.3.2.1. Principales variétés d'olivier cultivées en Algérie

I.3.3.2.1.1. Principales variétés d'olivier algériennes

L'Algérie dispose d'un patrimoine oléicole constitué de plus de 150 cultivars autochtones et introduits de toute la méditerranée et même d'outre Atlantique. Les travaux de caractérisation entamés par Amirouche et Ouksili (Mendil et Sebai (2006). Mendil et Sebai (2006) ont permis de répertorier 72 variétés autochtones dont 36 sont homologuées, le reste est en court de réalisation. Les variétés nationales les mieux connues sont recommandées dans les régions d'origine, comme indiqué dans le tableau I.3.

Tableau I.3. Principales variétés d'olivier locales en Algérie (Mendil et Sebai, 2006)

Variétés et synonymes	Origine et diffusion	Caractéristiques
Azeradj Syn. Aradj ; Adjeraz	Petite Kabylie (oued Soummam), occupe 10% de la surface oléicole nationale.	Arbre rustique et résistant à la sécheresse; fruit de poids élevé et de forme allongée; utilisé pour la production d'huile et olive de table, rendement en huile de 24 à 28%.
Blanquette de Guelma	Originaire de Guelma; assez répandue dans le Nord-est constantinois, Skikda et Guelma.	Sa rigueur est moyenne, résistant au froid et moyennement à la sécheresse; le fruit de poids moyen et de forme ovoïde, destiné à la production d'huile, le rendement de 18 à 22%; la multiplication par bouturage herbacé donne un bon résultat 43,3%.
Bouricha, Olive d'El-Arouch	El-Harrouch, Skikda.	Arbre rustique, résistant au froid et à la sécheresse; poids faible du fruit et de forme allongée, production d'huile, rendement de 18 à 22%.
Chemlal Syn. Achemlal	Occupe 40% du verger oléicole national, présent surtout en Kabylie, s'étend du mont Zekkar à l'Ouest aux Bibans à l'Est.	Variété rustique et tardive, le fruit est de poids faible et de forme allongée, destiné à la production d'huile, le rendement en huile de 18 à 22%. Elle se trouve toujours associée à d'autres variétés qui assurent sa pollinisation.

Ferkani, Syn. Ferfane	Ferkane (Tebessa), diffusée dans la région des Aurès.	Variété de vigueur moyenne, résistante au froid et à la sécheresse, le poids du fruit est moyen et de forme allongée, production d'huile et rendement très élevés 28 à 32%; le taux d'enracinement des boutures herbacées de 52,30%; variété en extension en régions steppiques et présahariennes.
Grosse de Hamma, syn Quelb Ethour	Hamma (Constantine).	Variété précoce, rustique, résistante au froid et à la sécheresse; fruit de poids très élevé et de forme allongée, double aptitude: huile et olive de table, le rendement de 16 à 20%.
Hamra, Syn Rougette ou Roussette	Origine de Jijel, diffusée au nord constantinois.	Variété précoce, résistante au froid et à la sécheresse, le fruit est de poids faible et ovoïde, utilisée pour la production d'huile, rendement de 18 à 22%.
Limli	Originaire de Sidi-Aïch (Bejaïa), occupe 8% du verger oléicole national, localisée sur les versants montagneux de la basse vallée de la Soummam jusqu'au littoral.	Variété précoce, peu tolérante au froid, résistante à la sécheresse; le fruit est de poids faible et de forme allongée, utilisée dans la production d'huile, le rendement de 20 à 24%.
Longue de Miliana	Originaire de Miliana, localisée actuellement dans la région d'El-khemis, Cherchell et le littoral de Tènes.	Variété tardive, sensible au froid et à la sécheresse; le fruit est de poids moyen et de forme sphérique, utilisé pour la production d'huile et olives de table, rendement de 16 à 20%.
Rougette de Mitidja	Plaine Mitidja.	Variété rustique; le fruit est moyen et allongé, utilisé pour la production d'huile, rendement de 18 à 20%; le taux d'enracinement des boutures herbacées donne un résultat moyen de 48,30%.
Souidi	Vallée d'Oued Arab Cherchar Khenchela.	Variété tardive, résistante au froid et à la sécheresse; fruit moyen et allongé, utilisé dans la production d'huile, le rendement de 16 à 20%; taux d'enracinement très faible.
Sigoise ou olive de Tlemcen ou olive de Tell.	Elle est dominante depuis Oued Rhiou jusqu'à lemcen.	Variétés rustique, le fruit est de poids moyen et de forme ovoïde, produit une olive à deux fins est très recherchée pour la conserverie et donne un bon rendement en huile de 18 à 22%, le taux d'enracinement moyen est de 51.6%, elle est sensible au <i>dacus</i> et au <i>cocolonium</i> .

I.3.3.2.1.2. Principales variétés d'olivier introduites**- Variétés espagnoles****- Gordale Sévillane**

La variété Gordale se localise à l'Ouest du pays. Elle est cultivée dans l'aire de production de la Sigoise (Loussert et Brousse, 1978).

L'arbre est de vigueur moyenne avec un port dressé. Elle est productive, précoce mais alternante. Elle est exigeante et tolérante au froid hivernal. Elle est très exigeante et ne donne de bonnes récoltes qu'en sols très fertiles. Variété d'olive de table et donne les plus grosses olives connues (10 à 12g; 100/120 olives par kilo) et est très recherchée pour la conserve de luxe. La teneur en huile est très faible de 14 à 18 %. Assez résistante à l'œil de paon mais sensible à la tuberculose. S'adapte bien en irrigué (Loussert et Brousse, 1978; COI, 2012b).

- Manzanilla de Sevilla

Variété espagnole peu vigoureuse, qui donne des récoltes abondantes mais alternantes. L'arbre a un port étalé. Elle donne des olives recherchées lorsqu'elles sont assez grosses, 5 à 6g. La teneur en huile est moyenne mais stable et de très bonne qualité. Elle est très sensible à la verticilliose, sensible à l'œil de Paon, à la tuberculose et à la mouche de l'olivier. Elle est aussi susceptible à l'asphyxie radicaire, à la chlorose ferrique et au froid (Loussert et Brousse, 1978; COI, 2012b).

- Arbequina

Il s'agit de la variété la plus représentative de la Catalogne. Elle donne des huiles fruitées, de couleur verte à jaune, avec des arômes doux et sucrés rappelant la pomme et l'amande fraîche. L'arbre n'est pas vigoureux, il est légèrement ramifié et possède de longues pousses. La feuille est striée et s'élargit au sommet, alors que le fruit est petit, ovale et presque symétrique (COI, 2012b).

- Variétés italiennes

Dans les années quatre vain de nouvelles introductions variétales ont eu lieu en Algérie à partir de l'Italie. Il s'agit en l'occurrence des variétés: Frantoio, Leccino, Pendolino, Coratina. Ces variétés Italiennes très plastiques semblent s'adapter en Algérie. Elles se multiplient assez facilement par les techniques du bouturage herbacé.

✓ Coratina

Selon le COI (2012a), la Coratina est la variété la plus répandue en Italie. Elle s'adapte facilement aux différentes zones de culture et entre très tôt en production. Elle possède une capacité rhizogène élevée.

Sa productivité est élevée et constante. Ses fruits mûrissent tard et leurs calibre est très variable. Leur rendement en huile est élevé et celle-ci caractérisé par une haute teneur en polyphénols.

Elle est particulièrement tolérante au froid mais susceptible au noir de l'olive et au *Fomes fulvus* var. *oleae* Scop.

✓ Frantoio

Selon le COI (2012a), cette variété présente une productivité élevée et constante, également appréciée pour sa capacité d'adaptation. Il existe de nombreux écotypes semblables à ce cultivar.

Elle se caractérise par une capacité rhizogène élevée, une entrée en production précoce, une époque de floraison moyenne et un faible pourcentage d'avortement ovarien. Elle est autocompatible mais sa productivité s'accroît avec la présence de pollinisateurs appropriés.

La maturation des fruits est tardive et échelonnée avec un poids moyen du fruit de 2.5 g et une teneur en huile de 26 à 29 %. Cette variété est appréciée pour son huile particulièrement fruitée et stable (Loussert et Brousse, 1978; COI, 2012a) .

Elle est susceptible à la maladie de l'œil de paon, à la tuberculose et à la mouche de l'olive. Elle est sensible au froid.

✓ Leccino ou Leccio

Selon le COI (2012a), cette variété vigoureuse s'adapte facilement à différentes zones de culture et présente une capacité rhizogène élevée.

Caractérisée par une entrée en production précoce et un faible pourcentage d'avortement ovarien, c'est une variété auto-incompatible dont les pollinisateurs reconnus sont: Moraiolo, Pendolino, Maurino, Frantoio.

Sa productivité est élevée et constante. La maturation des fruits est précoce et simultanée. Ils présentent une faible résistance au détachement, une teneur réduite en huile (25 à 27 %) de très bonne qualité avec des fruits ayant un poids moyen de 2.5 g et leur pulpe se sépare facilement du noyau (Loussert et Brousse, 1978).

Elle est particulièrement tolérante au froid, à la maladie de l'œil de paon, au *Fomes fulvus* var. *oleae* Scop et à la tuberculose mais présente une grande sensibilité au noir de l'olive.

- Variétés françaises

✓ Lucques

De même, la variété française Lucques, est également associée à la Sigoise dans l'Oranie. Selon le COI (2012c), cette variété peu rustique et sensible au froid. Elle est très exigeante en ce qui concerne la nature du sol et les pratiques culturales, notamment l'irrigation.

Son entrée en production est moyenne mais son époque de floraison très précoce. C'est une variété autostérile avec un pourcentage d'avortement ovarien moyen. Sa productivité est moyenne et alternante. Les fruits, qui sont récoltés tôt, sont assez gros de 4 à 5 g et présentent de bonnes caractéristiques organoleptiques et un rendement en huile de 18 à 20 % de haute qualité, assez difficile à extraire. La pulpe se sépare facilement du noyau. Ils sont exclusivement utilisés pour la préparation en vert bien que sensibles aux procédés de confiserie (Loussert et Brousse, 1978; COI, 2012c).

C'est une variété sensible à la cochenille, à la mouche de l'olive et à la verticilliose mais moyennement résistante à la maladie de l'œil de paon.

✓ Picholine de Languedoc

C'est la principale variété française, rustique et capable de s'adapter à différents environnements. Elle n'en est pas moins exigeante en ce qui concerne certaines pratiques culturales. Sa capacité rhizogène est moyenne (COI, 2012c).

Son entrée en production est précoce. En régime irrigué, la productivité est élevée et constante. Son époque de floraison est moyenne et la capacité germinative de son pollen est élevée. La maturation des fruits est tardive. Son fruit est d'un poids moyen de 3 à 4 g. La pulpe se détache facilement du noyau.

Ces derniers sont principalement utilisés pour la préparation d'olives de table confites en vert.

L'huile est d'excellente qualité mais d'extraction difficile avec un rendement moyen de 15 à 18 % (Loussert et Brousse, 1978; COI, 2012c). Très résistante à l'œil de paon et moyennement tolérante à la verticilliose, au froid et à la sécheresse.

I.3.3.2.2. Porte-greffes

Par le greffage, le greffon bénéficie de certaines propriétés du porte-greffe. Ce dernier actuellement employé est pour la plupart constitué de population hétérogène, provenant de semis de noyaux d'olives provenant d'un mélange de variétés cultivées telles que Chemlal et Sigoise et aussi d'oléastres. Le faible taux de germination des noyaux de la Chemlal (5 à 20 %) oblige à utiliser une densité de semence élevée (jusqu'à 5 kg de noyaux au m² soit 16 à 17000 noyaux/m²). Des noyaux de la variété Arbequine, à bon pourcentage de germination, sont également utilisés comme porte-greffes (Loussert et Brousse, 1978).

Le greffage sur oléastre est pratiqué dans plusieurs pays méditerranéens, notamment en Espagne, afin de faciliter l'adaptation et d'obtenir une réponse rapide des nouveaux cultivars introduits aux conditions locales (Breton *et al.*, 2006).

I.3.3.3. Production de plants d'olivier

Selon le bilan de la campagne oléicole 2015/2016, la production nationale de plants d'oliviers a été assurée par 72 unités de multiplication contre 88 unités au cours de la campagne antérieure (ONFAA, 2016). La gamme variétale autorisée à la production et à la multiplication, selon le Centre national de contrôle et de certification des semences et plants (CNCC) (ONFAA, 2016), s'étale sur un total de 46 variétés d'olivier; cependant, les variétés les plus multipliées au cours de la campagne 2015/2016 se limitaient seulement à 14 variétés: Sigoise; Chemlal; Azeraj; Tefah; Manzanilla; Arbequina; Sevillane; Ferkani; Belgentieroise; Bouchouk Soummam; Blanquette de Guelma; Rougette; Hamra; Grosse du Hamma.

D'après la même source, le nombre de plants produits au cours de cette campagne a chuté considérablement passant de 6 millions de plants à 3 millions de plants uniquement, soit une baisse de 50%.

Cette quantité produite permettra la mise en place de 16000 hectares de nouvelles plantations avec une densité de 200 plants/ hectare ou de 8000 hectares avec une densité de

400 plants/hectare (olive de table et olive à huile), ce qui reste très loin des objectifs fixés par le MADRP et qui tablent sur une extension annuelle de 33 000 ha uniquement pour les olives à huile (ONFAA, 2016).

I.3.4. Discrimination et d'identification des variétés d'olivier

Les critères de l'identification des différentes variétés d'olivier a été structurée à partir de descripteurs quantitatifs et qualitatifs (Rallo et Barranco, 1982; Idrissi et Ouazzani, 2003). Ces descripteurs proposés par le Conseil Oléicole International (Barranco *et al.*, 2000), sont portés dans le catalogue mondial des variétés d'oliviers. Ils permettent de manière systématique la caractérisation primaire et l'identification des variétés. Cette discrimination comporte 26 caractères résumés dans le tableau I.4 (Mendil et Sebai, 2006).

Tableau I.4. Critères d'identification des variétés d'olivier (Mendil et Sebai, 2006)

Critères d'identification	Eléments considérés	Caractères considérés
Données du passeport	le nom; synonymes; l'origine; diffusion; utilisation principale	Nomination la plus commune de la variété; nom utilisé dans sa zone de culture, le pays de provenance ou celui dans lequel a atteint la plus grande diffusion, principales zones de culture; l'huile, olive de table.
Caractères morphologiques	Caractères de l'arbre Caractères de la feuille Caractères de l'inflorescence Caractères du fruit Caractères de l'endocarpe (noyau)	-Vigueur et dimension de l'arbre et des rameaux; distribution des charpentières, densité du feuillage -forme; longueur; largeur; courbure longitudinale du limbe -longueur moyenne d'une inflorescence déterminée; nombre moyen de fleurs par inflorescence -poids; symétrie; position du diamètre transversal maximal; présence et dimension des lenticelles -observations structurelles; poids, forme, symétrie, surface, ...
Considérations agronomiques et économiques	Caractères permettant de définir le profil bioagronomique du cultivar en vue d'optimiser son utilisation.	-Entrée en production; productivité; régularité de la production; rendement en huile; aptitude rhizogène; époque de la floraison; compatibilité (autocompatible, ...); avortement ovarien (faible, moyen, élevé). Epoque de maturation; tolérance ou sensibilité à des facteurs: biotiques et abiotiques (froid, sécheresse et salinité).

Outre la caractérisation primaire, le conseil oléicole international (COI) a adopté une méthodologie commune pour la caractérisation secondaire. L'objectif de cette caractérisation (agronomique, phénologique, pomologique et relative à la qualité de l'huile) des variétés d'olivier est de mieux connaître les ressources génétiques en vue d'une utilisation correcte des cultivars dans des conditions pédoclimatiques adaptées qui se traduira par une amélioration de la qualité des produits oléicoles.

Récemment, la nécessité de surmonter les difficultés rencontrées dans la caractérisation morphologique a mené certains chercheurs à entreprendre de nouvelles études d'identification variétale basées sur les marqueurs génétiques (marqueurs enzymatiques et moléculaires) (Dominguez-Garcia *et al.*, 2012; Abdessemed *et al.*, 2015). Une approche chimométriques a été réalisée par analyse du profil phénolique des feuilles (Kiritsakis *et al.*, 2010) ou de la composition en acide gras de l'huile (Louadj et Giuffrè, 2010; Benrachou-Boudour *et al.*, 2011).

-

CHAPITRE II. ETUDE DE L'OLIVIER

II.1. Caractéristiques botaniques de l'olivier

Appartenant à la famille des oléacées, l'olivier est classé dans les Ligustrales, ordre du Phylum des Terebinthales. Cette famille comporte environ 25 à 30 genres et 600 espèces, rarement toutes cultivées. Le genre *Olea* regroupe 30 espèces différentes; la plupart sont des arbustes ou des arbres, originaires des régions chaudes où les conditions de croissance sont relativement difficiles (Zohary, 1995).

L'espèce *Olea europaea* L. a été nommée par Linné en raison de son aire géographique. C'est l'unique espèce du bassin méditerranéen représentative du genre *Olea*. et la seule espèce portant des fruits comestibles, qui se trouve dans les régions à climat méditerranéen (Green et Wickens, 1989). Le nombre élevé de chromosomes ($2n=46$) est caractéristique de toutes les espèces du genre *Olea* (De la Rosa *et al.* (2003),).

L'arbre de l'olivier présente la classification botanique suivante Selon De la Rosa *et al.* (2003):

Règne: Plantae

Sous-règne: Tracheobionta (plantes vasculaires)

Embranchement: Spermaphytes (Phanérogames)

Sous-embranchement: Angiospermes

Division: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida (Dicotylédones ou Thérébinthales)

Sous-classe: Asteridae (Astéridées ou Gamopétales)

Ordre: Scrophulariales (Gentianales ou Lingustrales)

Famille: Oleaceae (Oléacées)

Genre: *Olea*

Espèce: *Olea europaea* L.

Sous-espèce: *Olea europaea oleaster* L. (oléastre)

Sous-espèce: *Olea europaea sativa* L. (olivier cultivé)



Figure II.1. *Olea europaea* L.
(Köhler *et al.*, 1887)

Le genre *Olea* serait lui-même composé de 30 espèces différentes réparties sur les cinq continents (Argenson *et al.*, 1999).

En plus de l'olivier cultivé, le complexe *Olea europaea* inclut cinq sous espèces non méditerranéennes (fig. II.2) (Green, 2002). Une diversité élevée était signalée au nord-ouest de l'Afrique où quatre sous espèces ont lieu (*europaea*, *marocana*, *guanchica* et *cerasiformis*) à cause de l'isolation géographique et la fragmentation de l'habitat dans cette zone. Il est démontré aussi que *Olea europaea* subsps *cuspidata* avait très tôt divergé des taxons du nord de l'Afrique et de la méditerranée (Besnard *et al.*, 2008).

Il existe deux formes de la sous-espèce *europaea* (sauvage et cultivée) interfertiles, présentant une très bonne affinité au greffage.

- ***Olea oleaster*** (Hoffm. et Link.) Fiori. (Beddiar, 2007), entité taxonomiquement couramment dénommée oléastre est parfois classé comme une variété botanique de l'espèce *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Mill. L'oléastre se présente en forme spontanée (sauvage) comme un arbre très rameux et épineux et à feuilles très petites. Ses fruits sont petits et produisent peu d'huile d'un goût amer (Beddiar, 2007). Cette forme est répandue autour de la Méditerranée; et elle est utilisée comme porte greffe et dans le reboisement des zones arides et semi-arides (Caravaca *et al.*, 2002). Daoudi (1994), signale que l'oléastre est une espèce très rustique ayant une longévité plus grande que l'espèce cultivée.

- ***Olea europea* L. var. *sativa* (var. *communis*)** (Hoffm. et Link.) ou olivier domestique (cultivé), constituée par un grand nombre de variétés améliorées, multipliées par bouturage ou par greffage. Il est inexistant à l'état sauvage (Loussert et Brousse, 1978). *Olea sativa* à une diversité phénotypique importante (Ouazzani *et al.*, 1995; Belaj *et al.*, 2001), estimée actuellement à plus de 2000 variétés d'oliviers recensées dans le monde (Vergari, 1998).

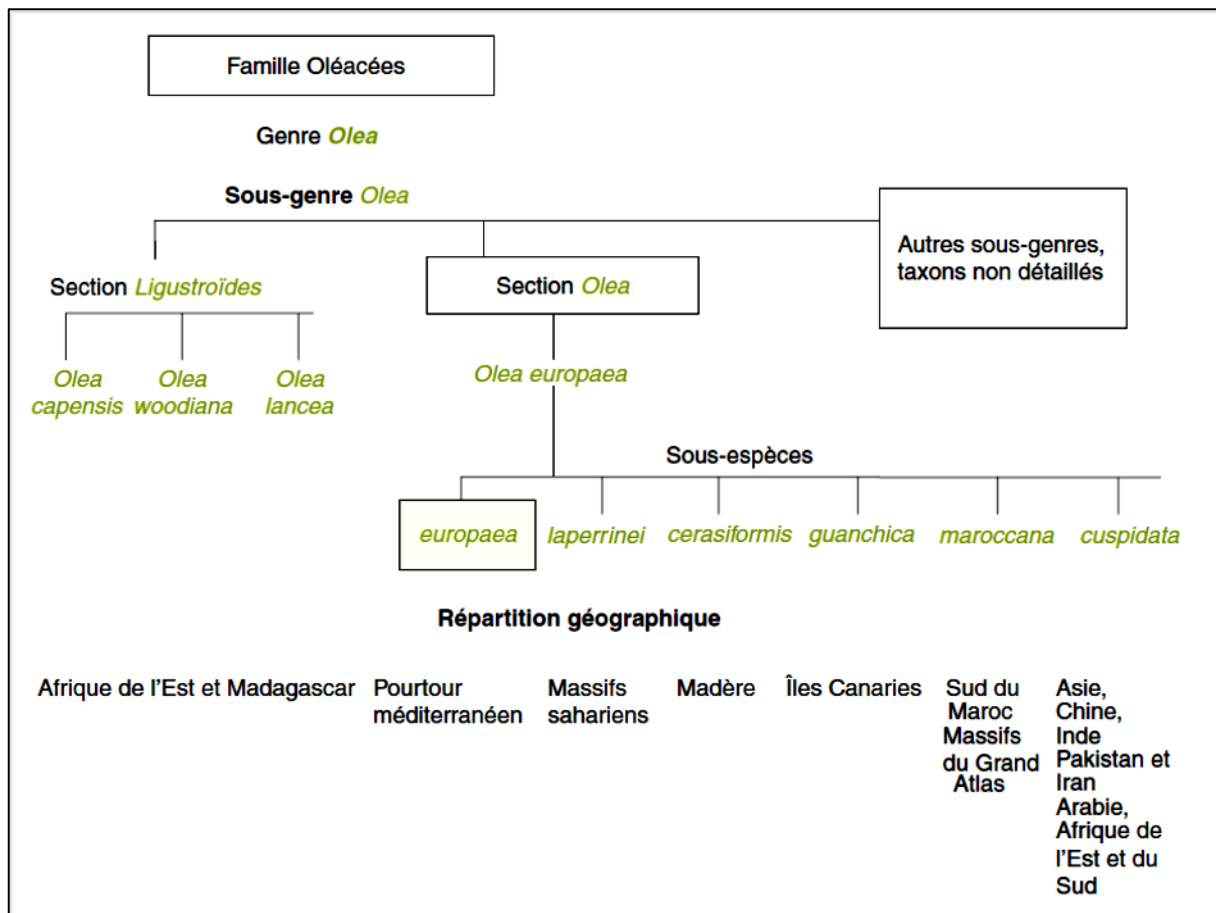


Figure II.2. Schéma de la taxonomie du genre *Olea* (Famille: Oleaceae) simplifiée et répartition géographique des taxons (Breton *et al.*, 2006)

II.2. Caractéristiques morphologiques de l'olivier

II.2.1. Caractères généraux

L'olivier (*Olea europaea* L.) est un arbre méditerranéen par excellence, se distingue des autres espèces fruitières par sa grande longévité et également par sa grande rusticité qui lui permet de se développer et de fructifier même sous des conditions d'environnement extrêmes, telles que la sécheresse, la salinité (Maas et Hoffman, 1977), la chaleur et à des basses températures (Fontanazza et Preziosi, 1969), mais il craint le gel. Il peut s'adapter à divers types de sols, parfois très pauvres et secs, bien aérés, mais il craint l'humidité. Son potentiel d'adaptation est dû à l'anatomie spéciale de ses feuilles, de son système racinaire et de son haut niveau de régénération morphologique (Lavee, 1997). C'est un arbre à grand développement, qui sans taille, peut dépasser 10 à 15 mètres de hauteur et un tronc de 1.5 à 2 m de diamètre (Loussert et Brousse, 1978). L'olivier exige une forte

luminosité pour la différenciation et la fructification. Dans toutes les conditions de croissance, sa fructification est bisannuelle et les fruits se retrouvent à la surface de la frondaison. L'olivier est une plante diploïde ($2n=46$) à des degrés d'auto-fertilité différents (Lavee, 1997).

II.2.2. Système racinaire

L'olivier présente un système racinaire puissant et son développement dépend des caractéristiques physiques et chimiques du sol, des réserves d'eau et l'aération du sol et du type de reproduction (Loussert et Brousse, 1978).

Dans les sols sablonneux (profonds très perméables, aérés et légers), le système racinaire est à tendance pivotant et son développement peut atteindre 6 à 7 m en profondeur. Pour Loussert et Brousse (1978); dans les sols lourds à texture franche (peu ou non aérés et peu profonds), le système racinaire est à tendance fasciculé. Les racines se développent latéralement (superficiellement). Elles sont très ramifiées et portent un nombre élevé de radicelles et son développement en profondeur peut se situer entre 15 à 150 cm, avec une concentration importante située aux environs de 80 cm (Argenson *et al.*, 1999). Dans les sols à profil non uniforme, l'olivier développe un système racinaire différencié: à la fois la forme fasciculée et pivotante, selon la compatibilité et l'aération des couches du sol (Lavee, 1997). Dans des cultures irriguées, le système racinaire est fasciculé.

La plupart des racines se trouvent généralement concentrées dans une profondeur de 50 à 70 cm, principalement sous le tronc, et seules quelques racines isolées peuvent descendre jusqu'à 1.5 m de profondeur (Argenson *et al.*, 1999). Dans les régions où la pluviométrie moyenne est de 200 mm, les racines peuvent aller jusqu'à 6 m de profondeur à la recherche de l'humidité (Lavee, 1997).

Le système racinaire est fonction du mode de multiplication où les jeunes plants d'olivier issus de semis donnent naissance à un système racinaire pivotant, dominé par une racine principale centrale. Lorsque le plant est obtenu par bouturage, il développe un système racinaire fasciculé (Loussert et Brousse, 1978).

II.2.3. Organes aériens

La partie aérienne de l'arbre d'olivier comprend les organes suivants (Loussert et Brousse, 1978):

- le tronc;
- les charpentières;
- la frondaison;
- les rameaux fructifères.

II.2.3.1. Tronc

C'est le principal support de l'arbre (un soutien à l'arbre), qui va du collet au niveau du sol jusqu'au point d'insertion de la première branche. Il est d'aspect et de couleur variables selon l'âge. Chez les jeunes arbres, le tronc est droit, circulaire, lisse, de couleur gris verdâtre jusqu'à la dixième année environ. Avec le vieillissement, l'olivier peut vivre plus de 1000 ans. Son tronc tourmenté et devenant noueux, crevassé, fendu, élargi à la base et d'une couleur grise foncée presque noire, porte à sa base de nombreux rejets dans sa condition mi-sauvage (Pagnol, 1975).

La hauteur du tronc est plus ou moins développée et cela en fonction des cultivars, des zones de culture et les modes de conduites adoptés (Loussert et Brousse, 1978). Dans un environnement sec, le tronc développe une couche subéreuse assez épaisse, alors que chez les arbres irrigués, l'écorce est mince et les tissus sont souvent viables (Lavee, 1997). Toutefois, dans la plupart des vergers, les troncs ne doivent pas être hauts, selon Civantos (1998), l'idéal semble être une hauteur de 80 à 120 cm, ce qui facilite la récolte.

II.2.3.2. Charpentières

Ce sont de grosses ramifications destinées à former la charpente de l'arbre. Elles sont divisées en deux groupes (Loussert et Brousse, 1978):

- **Les charpentières maitresses ou branches mères:** qui prennent naissance sur le tronc, ses ramifications robustes entièrement lignifiées, sont au nombre de 3 à 5 chez le sujet soumis à la taille.

- **Les sous charpentières ou sous branches mères:** qui se développent sur les charpentières mères, elles forment le deuxième étage de végétation, portant des rameaux feuillés et des rameaux fructifères qui formeront le port de l'arbre.

Le port de l'arbre qui est un caractère variétal dépend à la fois de la vitesse de croissance et de maturation de ses rameaux et des conditions d'environnement (Loussert et Brousse, 1978). Chez l'olivier, les seuls rameaux productifs sont ceux de l'année précédente et les rameaux les plus fertiles sont les rameaux horizontaux ou retombants, de

vigueur moyenne (Daoudi, 1994). De plus, la plus solide des branches pleinement développées se transforme en charpentièrre par concurrence naturelle ou sélection horticole (Lavee, 1997).

II.2.3.3. Frondaison

Elle représente l'ensemble du feuillage. La feuille de l'olivier est simple, entière avec des bords lisses, sans stipules, à pétiole court et à limbe lancéolé qui se termine par un mucron. La face supérieure est luisante, coriace, de couleur vert foncée. La face inférieure présente un aspect argenté, avec une nervure médiane saillante et une densité stomatique élevée (4 à 5 stomates/mm²), accompagnée d'une pilosité (poils en ombelle) de 35 à 40 trichomes pelletés, assurant la couverture de 100 stomates marquant le caractère xérophytique de l'olivier (Villemur et Dosba, 1997; Argenson *et al.*, 1999).

Les feuilles de l'olivier sont persistantes et d'une durée de vie de trois ans, conférant à la famille des Oléacées un caractère botanique du fait de leur disposition opposée sur le rameau. Elles possèdent des formes et des dimensions très variables suivant la variété, l'âge du plant, de sa vigueur et de son environnement. La forme peut varier d'ovale, fusiforme et allongée, lancéolée et quelques fois linéaire; des dimensions pouvant varier de 3 à 8 cm de long et de 1 à 2.5 cm de large (Loussert et Brousse, 1978).

Selon Argenson *et al.* (1999), à la première année, les feuilles de l'olivier ne contribuent pas à l'alimentation de l'arbre et c'est à l'automne de la troisième année que ces dernières chutent. En général, la feuille est le siège des synthèses organiques vitales; elle renseigne sur la variété de l'arbre et sur son état sanitaire. Tous les troubles de la nutrition se répercutent au niveau du feuillage par l'apparition de chloroses, dessèchements progressifs et chutes de feuilles.

II.2.3.4. Rameaux fructifères, inflorescences et fleurs

- Rameaux fructifères

Le rameau est de quelques dizaines de centimètres suivant la vigueur de l'arbre et de la variété. Il est délimité à sa base par un entre-nœud très court marquant l'arrêt de croissance hivernal. Il porte des fleurs puis des fruits (Loussert et Brousse, 1978). Ces rameaux se caractérisent par un taux de floraison élevé qui varie suivant sa localisation sur le même arbre et des conditions hivernales.

- Inflorescences et fleurs

L'inflorescence chez l'olivier constituée de grappes longues et flexueuses dressées à l'aisselle des feuilles de l'année précédente. Elle peut comporter de 4 à 6 ramifications secondaires (étages) (Loussert et Brousse, 1978). L'inflorescence et les fleurs atteignent leur taille définitive juste avant la floraison, de la mi-avril à la mi-mai selon l'environnement et le cultivar. La plupart des fleurs se différencient en même temps; et elles commencent à grandir individuellement lorsque l'inflorescence atteint 2/3 de sa longueur définitive (Lavee, 1997).

Le nombre de fleurs par inflorescence est un caractère variétal; et il est de 10 à 40 par grappe en moyenne (Loussert et Brousse, 1978). Elles sont petites et ovales, hermaphrodites avec une formule florale très simple: 4 sépales, 4 pétales, 2 étamines, 2 carpelles (4S+4P+2E+2C) (Argenson *et al.*, 1999). Les pétales sont de couleur blanc-jaunâtre, très légèrement odorantes, très sensibles au froid et au vent. Seulement 5% des fleurs parfaites assureront après pollinisation et fécondation la production de l'arbre (Lavee, 1986; Martin *et al.*, 1994).

II.2.3.5. Fruit

D'après Loussert et Brousse (1978) et Argenson *et al.* (1999), le fruit de l'olivier appelé olive est une drupe de forme sphérique, ovoïde ou ellipsoïde, de diamètre compris entre 1 et 3 cm. Ses dimensions sont très variables suivant les variétés. De l'extérieur à l'intérieur il se distingue (fig. II.3):

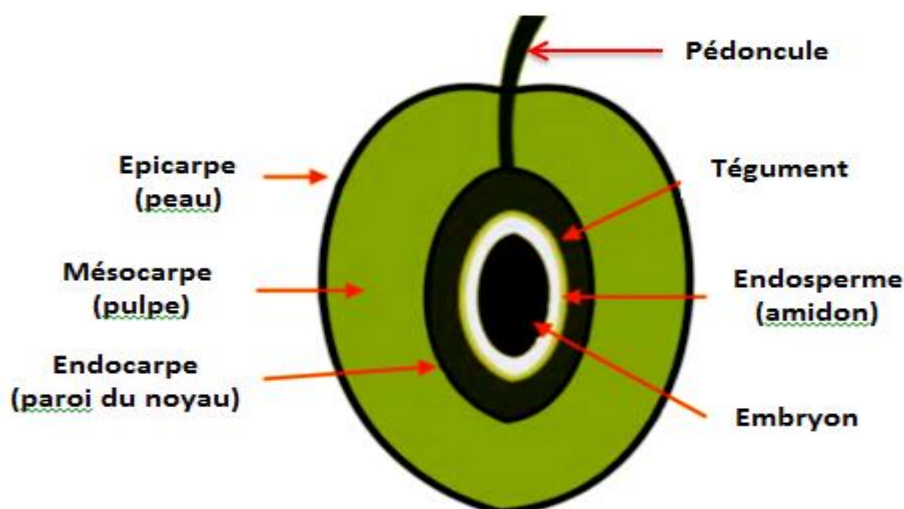


Figure II.3. Coupes schématiques d'un fruit d'olive (drupe) (Muzzalupo et Micali, 2015)

- ✓ **L'épicarpe:** c'est la peau de l'olive qui est très attaché au mésocarpe (ou pulpe). Elle est recouverte d'une matière cireuse; la cuticule est imperméable à l'eau. A maturité, l'épicarpe passe de la couleur vert tendre (olive verte), à la couleur violette ou rouge (olive tournante), et enfin à la couleur noirâtre (olive noire), vers octobre novembre (Loussert et Brousse, 1978).
- ✓ **Le mésocarpe:** c'est la pulpe du fruit, représentant la partie charnue. Elle est 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 très dur (osseux), généralement fusiforme portant une série de sillons longitudinaux. La morphologie et la dimension du noyau permet de caractériser et d'identifier les cultivars d'oliviers (Barranco *et al.*, 2000). L'endocarpe est formé de deux types de cellules: l'enveloppe qui se sclérifie l'été à partir de fin juillet et de l'amidon à l'intérieur du noyau, contenant deux ovaires dont l'un est stérile et le second produit un embryon.

La couleur de l'épiderme et les formes du mésocarpe et de l'endocarpe ainsi que le nombre de sillons sont des caractères variétaux (Chol *et al.*, 2005). La longueur du fruit et du noyau sont les caractères les plus héréditaires (Baltoni et Fontanazza, 1989).

II.3. Caractéristiques biologiques et physiologiques

Comme les autres espèces fruitières ligneuses, l'olivier répond aux mêmes phénomènes biologiques et physiologiques de développement.

II.3.1. Caractéristiques biologiques

Le cycle évolutif annuel d'un arbre fruitier concerne l'ensemble des processus et des changements que subit la plante durant une année (Benettayeb, 1993). Il se distingue par deux grandes phases: de repos et celle d'activité.

II.3.1.1. Cycle du développement

La vie d'un arbre d'olivier comprend essentiellement quatre grandes périodes (Loussert et Brousse (1978):

- **Période juvénile ou de jeunesse:** C'est la période d'élevage et de croissance du jeune plant. Elle commence en pépinière et se termine au verger. Au cours de cette période, se développent le système racinaire et la frondaison, de même que le plant acquiert l'aptitude à fleurir.

- **Période d'entrée en production:** La période d'entrée en production, est une phase qui empiète sur les phases jeunesse et adulte. C'est une phase intermédiaire chevauchant entre les phases de jeunesse et d'adulte. Elle s'étale du moment où l'arbre est apte à produire, jusqu'à ce que ses productions soient importantes et régulières.

- **Période de maturité (ou adulte):** C'est la plus intéressante pour l'oléiculture, lorsque la période adulte commence et l'olivier fournit l'optimum de sa production, car il a atteint sa taille normale de développement, et sa durée est de 30 à 40 ans en culture intensive.

- **Période de sénescence:** Cette période est caractérisée par un ralentissement de renouvellement des jeunes ramifications et le rapport feuille/bois prend une allure descendante. L'alternance s'installe au détriment de la productivité et l'arbre est marqué par une perte progressive de la faculté productive. Cette phase peut se trouver accélérée par des causes externes (attaques parasitaires, manque de soins, gel, longue sécheresse, etc ...).

- ✓ Les durées respectives des phases précédentes varient avec les conditions culturales et les variétés. L'amélioration des techniques de production et l'amélioration du matériel végétal ont permis de modifier la durée de chacune des périodes et donne les conditions de production suivantes (Maillard, 1975):
- ✓ Installation productive: de 1 à 7 ans;
- ✓ Croissance et augmentation progressive de la production: de 7 à 35 ans;
- ✓ Maturité et pleine production: de 35 à 150 ans;
- ✓ Sénescence et rendements décroissants: au-delà de 150 ans.

II.3.1.2. Cycle végétatif annuel de l'olivier



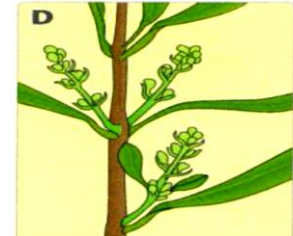
L'olivier se développe dans le climat méditerranéen. Le déroulement annuel de son cycle végétatif est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation (Loussert et Brousse, 1978).




Le cycle évolutif annuel est caractérisé par les processus et les changements biologiques, biochimiques et morphologiques que subit l'arbre durant l'année (tab. II.1).

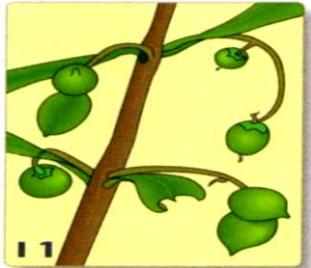
Pour Boulouha (1995), le cycle biologique de l'olivier est caractérisé par le chevauchement de deux fonctions physiologiques différentes:

- La floraison et la fructification de l'année en cours qui se manifestent sur les rameaux d'un an.
- La croissance végétative des nouvelles ramifications qui naissent sur les rameaux d'un an ou sur d'autres, d'âges différents.

Tableau II.1. Etapes du cycle végétatif de l'olivier [Colbrant et Fabre (1976) cités par Loussert et Brousse (1978)]

Phases végétatives	Période	Durée	Manifestations	Image et commentaire (Argenson <i>et al.</i> , 1999).
Repos végétatif	Novembre-février	1 – 4 mois	Activité germinative arrêtée ou ralentie. Floraison et fructification ne se produisent pas à -1,3 et -2°C.	Stade hivernal; le bourgeon terminal et les yeux axillaires sont en repos végétatif. 
Réveil végétatif	Février-mars	20 – 25 jours	Apparition de nouvelles pousses terminales et éclosion des bourgeons axillaires.	Le bourgeon terminal et les yeux axillaires amorcent un début d'allongement. 
L'inflorescence. Apparition de boutons floraux	Mars-avril	18 – 23 jours	Différenciation des bourgeons, donnant soit de jeunes pousses, soit des fleurs. Inflorescences se développent et prennent une couleur vert-blanchâtre à maturité.	Gonflement des boutons floraux; les boutons, en s'allongeant, s'agrandissent. Ils sont portés par un pédicelle court. Les bractées situées à leur base s'écartent de la hampe florale. 

Floraison	Mai – 10 juin	7 jours	Fleurs ouvertes et bien apparentes. Pollinisation et fécondation.	Pleine floraison; la majorité des fleurs sont épanouies.	
Fructification	Fin mai - juin		Chute des pétales, hécatombe précoce des fleurs et des fruits.	Chute des pétales; les pétales brunissent, se séparent du calice. Ils peuvent subsister un certain temps au sein de la grappe florale.	
Développement du fruit	Juillet-août	3-5 semaines	Sclérification de l'endocarpe. Fin de la formation des fruits,	Grossissement des fruits (1 ^{er} stade); les fruits subsistants grossissent pour atteindre la taille d'un grain de blé.	

				<p>Stade II: grossissement des fruits (2^{ème} stade); les fruits les plus développés atteignent 8 à 10 mm de long et début de lignification des noyaux.</p> 
Croissance des fruits	Août-septembre	1.5 – 2 mois	Augmentation considérable de la taille des fruits et apparition des lenticelles.	
Début de maturation	Mi-septembre - décembre		Récolte des variétés à olive de table de couleur vert au rouge violacé.	
Maturation complète	Fin octobre - février		Fruits avec coloration uniforme, violette à noire pour les variétés à huile.	

II.3.2. Caractéristiques physiologiques de l'olivier

II.3.2.1. Repos hivernal

Hartmann et Porlingis (1957) signalent que chez l'olivier, la floraison et la fructification étaient directement proportionnelles à l'intensité des froids hivernaux et varient avec la variété. En effet, en régions équatoriales, à hiver chaud, la croissance végétative est bonne, alors que la floraison est mauvaise.

Par ailleurs, le caractère des feuilles persistantes chez l'olivier empêche celui-ci d'entrer en phase de dormance mais seulement en phase de semi-repos. Pendant cette période, l'arbre reconstitue ses réserves et accumule une certaine quantité de froid nécessaire à l'évolution des bourgeons et l'induction florale (Daoudi, 1994).

Selon Loussert et Brousse (1978), la période de semi-repos (état d'activité végétative ralentie), s'étend de décembre jusqu'au début mars, lorsque les températures de décembre descendent à -13°C et celle de janvier à -2°C . En général, Cette période s'étend de la chute des feuilles en automne, à l'apparition des premiers signes d'activité au printemps (Benettayeb, 1993).

II.3.2.2. Phénomène de stérilité et d'incompatibilité chez l'olivier

Les systèmes d'incompatibilité sont ceux pour lesquels l'interaction pollen-style ne conduit pas à la formation de zygote, bien que les gamètes femelles et mâles sont potentiellement fertiles (Boivin, 2014). Beaucoup de fleurs sont anormales et l'avortement de l'ovaire est très fréquent. Son pourcentage est une caractéristique variétale (Magherini, 1971), mais il est également conditionné par les facteurs trophiques, la sécheresse et des températures anormalement élevées (coups de Sirocco en Afrique du Nord) durant la différenciation florale. Compte-tenu du très faible pourcentage de fleurs fertiles, tout ce qui tend à diminuer les possibilités de fécondations aura un effet dépressif très net. Or, il semble que beaucoup de variétés d'oliviers soient auto-incompatibles, ce qui implique des plantations de variétés en mélange, condition souvent réalisée intuitivement dans la plupart des plantations traditionnelles. Il est cité aussi des cas d'inter-compatibilité: Moraiolo et Frantoio, par exemple (Crossa-Raynaud, 1984).

Certaines variétés, comme Chemlal, Zarazi, Lucques, Tanche, Olivière sont plus ou moins strictement mâle-stériles.

La microsporogénèse commence seulement 15 à 20 jours avant la floraison, au moment de l'apparition des pétales. La stérilité mâle a des origines diverses: dégénérescence précoce des tissus nourriciers ou tapis chez Tanche, anomalie de la division homéotypique chez Chemlal, défaut de cloisonnement des tétrades chez Lucques, dégénérescence tardive des cellules du tapis chez Olivière [Villemur *et al.* (1978) cité par Crossa-Raynaud (1984)].

Pendolino, en Italie, est réputée pour donner un bon pollen, mais beaucoup de variétés ont un pourcentage élevé (de 15 à 40 %) de graines vides (Lavee et Datt, 1978).

Il est observé l'effet de la présence d'un pollinisateur accidentel dans une plantation homogène de Picholine marocaine.

Les agriculteurs de Tunisie apportent des rameaux fleuris de « Dokkar» dans les arbres de Zarazi, Chemlal est toujours plantée en mélange avec d'autres variétés. Des essais comparatifs précis ont montré l'intérêt de la pollinisation croisée sur l'augmentation de la production (Griggs *et al.*, 1975; Lavee et Datt, 1978).

Il existe cependant des variétés auto-compatibles: Chemlali à Sfax, est plantée seule, à raison de plusieurs millions d'arbres et les essais de pollinisation croisée n'ont apporté aucune amélioration de la production.

Les cas assez fréquents d'auto-incompatibilité décrits par de nombreux auteurs, après ensachage de rameaux fleuris, ne sont peut-être pas aussi stricts qu'ils paraissent, car les fleurs de l'olivier sont très sensibles aux conditions anormales (température, humidité) qui règnent dans les sacs (Crossa-Raynaud, 1984).

II.3.2.3. Phénomène de l'alternance de la production chez l'olivier

L'alternance est un phénomène physiologique très répandu chez les arbres fruitiers; elle est très dépendante de l'expression endogène et les conditions environnementales et de leurs interactions (Lavee, 2007; Toplu *et al.*, 2009b).

Le cycle biologique de l'olivier se déroule sur deux ans (Poli, 1979):

-La première année est caractérisée par la croissance des rameaux qui restent entièrement végétatifs; cette croissance végétative se produit en une ou deux vagues (printemps et automne);

-La deuxième année, il est observé des phénomènes de production: l'induction florale (décembre-janvier), puis la différenciation florale (avril-mai), et enfin la croissance et la maturation des fruits (juillet-décembre).

L'alternance de production est l'un des principaux facteurs limitants de la production d'olives. Cet attribut apparaît lorsque certains cultivars ont tendance à produire des rendements plus élevés pendant une année, suivie par une baisse des rendements de l'année suivante (Pearce et Doberšek-Urbanc, 1967).

D'après Ben Rouina (2001), chez l'olivier, il est démontré qu'une floraison abondante inhibe la formation de nouvelles pousses végétatives et accentue l'alternance de production, même en présence de conditions favorables d'alimentation hydrique et minérale.

Gargouni (1987) cité par Ben Rouina (2001) signale qu'une forte production ou une récolte tardive réduisent les teneurs des feuilles en phosphore et en potassium. Ces faibles teneurs se maintiennent tout au long de la campagne suivante et affectent la croissance des rameaux fructifères. Ce phénomène est attribué à une compétition pour les assimilés durant la différenciation des bourgeons, la croissance des inflorescences, la nouaison, la croissance des fruits et la croissance végétative (Proietti, 2003; Cuevas *et al.*, 2009).

Les pratiques culturales appliquées aux vergers, notamment la taille, la fertilisation et l'irrigation ont contribué à réduire son intensité ((Lavee, 1997; Vossen et Kicenik Devarenne, 2007).

Mora *et al.* (2007) et Arji (2015) rapportent que l'indice d'alternance est une caractéristique horticole très importante liée à la productivité, et ont trouvé une forte association négative entre la production de fruits et l'indice d'alternance, alors que ce caractère est utile pour sélectionner le cultivar approprié dans la région testée.

II.4. Exigences agro-écologiques de l'olivier

L'olivier possède des qualités indéniables de résistance aux mauvaises conditions de culture; mais lorsque ses besoins sont satisfaits, il devient l'une des espèces les plus productives.

II.4.1. Climat

II.4.1.1. Température

Les zones de plus grande diffusion de l'olivier sont caractérisées par des hivers doux, des températures rarement inférieures à zéro degré et des étés secs, avec des températures élevées (COI, 2007).

La résistance de l'olivier au froid varie selon son stade végétatif. En hiver, décembre et janvier, en repos végétatif hivernal, si le refroidissement est progressif, il peut supporter des températures minimales non inférieures à -6 ou -7°C (Loussert et Brousse, 1978), seuil en dessous duquel les dégâts se manifestent suite à l'impuissance du système racinaire à pomper l'eau ainsi que les nutriments vers la partie aérienne, ce qui provoquerait le dessèchement de cette partie et les feuilles sont gravement affectées (Baldy, 1990).

Toutefois, l'olivier a besoin d'une période de froid hivernal inférieur à +7°C pour assurer une bonne induction florale. La durée de cette période peut varier, avec les variétés, de 500 à + de 100 heures (ITAFV, 2004).

Dans les régions chaudes, il est nécessaire de satisfaire les exigences en froid de la culture, car des températures constamment supérieures à 16°C empêchent le développement des bourgeons à fleur. Les températures doivent en effet être inférieures à 11 – 12°C pendant au moins un mois (COI, 2007).

Au printemps, février, mars, avril, des gelées à 0 ou -1°C peuvent provoquer la destruction des bourgeons et des fleurs, et compromettre la floraison. Une température de -3 ou -4°C peut abîmer les fruits ayant une teneur élevée en eau qui n'auraient pas encore été récoltés, avec des conséquences négatives sur la qualité de l'huile.

L'olivier est un arbre thermophile caractéristique des régions chaudes, malgré son aptitude à supporter les températures élevées de l'été (avec alimentation hydrique régulière et suffisante), en période de végétation. Les températures optimales du développement de

l'arbre sont comprises dans la fourchette de 12°C à 22°C. A 35 – 38°C, la croissance végétative s'arrête et à 40°C et plus, des brûlures endommagent l'appareil foliacé et peuvent faire chuter les fruits, surtout si l'irrigation est insuffisante (Walali *et al.*, 2003; ITAFV, 2004). Enfin, les températures élevées durant la maturation du fruit provoquent une augmentation de l'acide linoléique dans l'huile et une forte réduction de l'acide oléique (COI, 2007).

II.4.1.2. Pluviométrie

Les précipitations doivent être supérieures à 400 mm. Entre 450 et 600 mm, la production est possible à condition que les capacités de rétention en eau du sol soient suffisantes (sol profond, argilo-limoneux). Avec 600 mm de pluie bien répartis, les conditions sont suffisantes et l'olivier végète et produit normalement. Elles sont acceptables jusqu'à 800 mm et bonnes jusqu'à 1000 mm. La distribution doit permettre qu'il n'y ait pas de périodes de sécheresse supérieures à 30 – 45 jours ni d'inondations prolongées (Walali *et al.*, 2003; COI, 2007).

A moins de 350 mm de pluie, la culture sans irrigation ne peut être économiquement rentable. En intensif, l'irrigation doit être obligatoire et permanente (ITAFV, 2004).

II.4.1.3. Hygrométrie

Les fortes humidités de l'air (+60 %) peuvent être néfastes pour la croissance de l'arbre. Elles favorisent le développement des maladies et des parasites (ITAFV, 2004), comme elles gênent la pollinisation anémophile; c'est pour cette raison que cette culture est à éviter dans les zones du littoral, à proximité immédiate de la mer (au moins 10 km). Par contre, certaines variétés, comme la Hamra cultivée dans le golfe de Jijel est assez tolérante à l'excès d'humidité, dans la mesure où elle n'est pas excessive (+ de 60%) ni constante (Loussert et Brousse, 1978).

II.4.1.4. Vents

La pollinisation chez l'olivier est essentiellement anémophile. De ce fait, le vent joue un rôle primordial dans la production (Loussert et Brousse, 1978).

Malgré son importance, l'olivier craint les vents chauds qui peuvent causer des brûlures sur les arbres et le dessèchement des stigmates au moment de la floraison, ce qui engendrerait la destruction de la récolte (Walali *et al.*, 2003).

II.4.1.5. Lumière

L'olivier étant exigeant en lumière, l'insolation est à considérer dans le choix de l'orientation des arbres; la densité de plantation et les tailles d'éclaircie (Walali *et al.*, 2003).

L'olivier exige une lumière abondante pour pousser et fructifier normalement, ce qui explique que seuls les rameaux externes de la frondaison fleurissent et fructifient (Loussert et Brousse, 1978).

Selon Daoudi (1994), avec une bonne exposition au soleil, l'olivier donne de meilleurs rendements. Par ailleurs, les coteaux bien exposés au soleil (versant sud) présentent un meilleur développement. Par contre, un manque d'éclaircissement et d'enseulement affecte la formation des fruits et augmente la probabilité d'infection des oliviers par des parasites, tels que la fumagine et les cochenilles (Walali *et al.*, 2003).

II.4.1.6. Altitude

L'ITAFV (2004), signale que la culture de l'olivier dépend de l'altitude. Les limites à ne pas dépasser sont de 700 à 800 m pour les versants exposés au nord et de 900 à 1000 m pour les versants exposés au sud.

En altitude, parmi les contraintes, sont la neige, par son poids, peut provoquer la rupture des charpentières (ITAFV, 2004), et le froid, où les olives gelées dégradent rapidement la qualité de l'huile (Courboulex, 2009).

II.4.1.7. Brouillard, neige et grêle

Le brouillard est néfaste, car il provoque la chute des fleurs (coulure). La neige provoque la rupture des branches et des charpentières. Les zones où les chutes de grêle sont fréquentes doivent être écartées, pour les risques de destruction des jeunes rameaux, du feuillage et des fruits (ITAFV, 2004). La grêle est nuisible, tout comme la neige, qui ne doit pas être excessive pour éviter qu'elle ne s'accumule dans la frondaison et qu'elle ne rompe les branches (COI, 2007).

II.4.2. Sol

L'olivier connu pour sa plasticité, est cultivé dans toutes sortes de types de sol. Néanmoins, les sols francs, profonds et fertiles constituent donc une base optimale de développement. Ils devraient avoir des caractéristiques physico-chimiques correspondant à celles indiquées dans le tableau II.2. La profondeur du sol nécessaire au développement de l'olivier doit être au minimum 1 à 1.5 m (Loussert et Brousse, 1978).

Tableau II.2. Caractéristiques d'un sol jugé adéquat pour l'oléiculture (COI, 2007)

Texture	Sable	20-75%
	Limon	5-35%
	Argile	5-35%
Structure	Friable	
Capacité de rétention d'eau	30-60 %	
Perméabilité	10-100 mm/h	
pH	7-8	
Matière organique	>1%	
Azote	>0.10 %	
Phosphore disponible (P ₂ O ₅)	5-35 ppm	
Potassium échangeable (K ₂ O)	50-150 ppm	
Calcium échangeable (Ca CO ₃)	1 650-5 000 ppm	

Toutefois, attention aux sols acides (pH<6.5), car ils entraînent la libération d'ions interchangeables d'aluminium et de manganèse toxiques pour la culture. En outre, l'activité des microorganismes est réduite et la minéralisation se bloque, ce qui provoque une carence en éléments nutritifs (COI, 2007).

Le pH peut aller jusqu'à 8 à 8.5, avec, cependant, des risques d'induction de carence en phosphore, en fer et en magnésie (Walali *et al.*, 2003). La présence de carbonate de sodium empêche la floculation de l'argile et la structuration des particules: le sol durcit, il a du mal à s'oxygéner et devient imperméable (COI, 2007).

Sur des sols caractérisés par une concentration élevée en sels dissous dans la solution circulante, comme les sulfates et les chlorures; l'absorption racinaire est plus difficile. La concentration des sels est supérieure à 4 dS/m, et les effets négatifs commencent à se noter, avec des valeurs de 10-15 dS/m; et ces effets sont considérables. Par précaution, il faut surtout veiller à prévenir les attaques de *Verticillium dahliae* Kleb.,

en choisissant du matériel sain, en évitant d'utiliser des terrains consacrés précédemment à des cultures horticoles (tomate, pomme de terre, poivron ou melon), et en effectuant un contrôle efficace des adventices (COI, 2007).

II.5. Techniques culturales

La culture de l'olivier nécessite un certain nombre de choix et d'opérations dont dépendra l'avenir de l'oliveraie.

II.5.1. Préparation de la parcelle

II.5.1.1. Installation des brises vents

- L'installation des brises vents, doit précéder de préférence d'au moins une année avant l'installation des vergers et pouvant être constituée:
- d'une seule rangée avec un écartement de 0.8 à 1.2 m entre plants ou de deux rangées alternées, avec un écartement de 1.6 à 2.4 m entre plants et 1.2 m à 1.5 m entre les lignes (Collectif, 2009). Ce type de brise vent est réservé pour des régions très venteuses et doit être perpendiculaire aux vents dominants (ITAFV, 2004).
- En rangs (2) alternés d'1,50 m d'intervalle en inter-plants et de 2 m en inter-rangs.

II.5.2. Multiplication de l'olivier

L'olivier peut être multiplié par différentes méthodes qui sont à la fois facile, si l'on pratique le bouturage, la division de souchets (ou souquets), le greffage en place, mais peut être délicate et demande une certaine technicité, cas du semi-greffage et du bouturage semi-ligneux (Loussert et Brousse, 1978). Actuellement, la multiplication de l'olivier a intégré de nouvelles techniques de culture *in vitro*, principalement le micro-bouturage (Leva *et al.*, 2004). Les techniques de propagation sont la reproduction et la multiplication.

II.5.3. Choix des variétés

Le choix de la variété est capital; il est nécessaire de respecter (ITAFV, 2004):

- ✓ L'adaptation de la variété aux conditions pédoclimatiques;
- ✓ Le type de production (huile ou olives de table);
- ✓ La vigueur, le développement et le port de l'arbre;
- ✓ L'amélioration de la production par l'introduction d'une variété pollinisatrice.

La liste des variétés préconisées sont décrites (tab. II.1 / Annexe II).

II.5.4. Qualité des plants

Il est nécessaire à ce que chaque agriculteur prenne connaissance des critères d'un plant conforme. L'approvisionnement en plants ne doit se faire qu'auprès des pépiniéristes et revendeurs agréés (ITAFV, 2004).

Un bon plant doit présenter un aspect vigoureux et sain dans sa végétation et dans son système racinaire.

Parmi les méthodes de production de plants, il est choisi des plants formés sur tige unique, en attachant plus de valeur au critère de diamètre au dessus du niveau du sol (bouture) ou à 5 cm au-dessus 03 point de greffe (plants greffés) qu'au critère d'allongement. Un diamètre de 8 mm est satisfaisant pour une pousse de l'année.

Les plants de 1 an de greffe ou d'élevage pour les boutures herbacées, sont à préférer aux plants plus âgés.

II.5.4.1. Normes phytotechniques des plants d'oliviers

Les plants greffés sont livrés (ITAFV, 2004):

- ✓ A racines nues, dans ce cas, ils doivent présenter;
- ✓ Une cicatrisation du point de greffe sans nécrose et sans étranglement;
- ✓ Un système racinaire bien développé, comportant 3 ou 4 racines vigoureuses, bien attachées au tronc, sans blessure, ni déformation, ni dessèchement (vérifier la qualité du pralinage);
- ✓ Un état sanitaire parfait.

A la plantation, le système végétatif doit être allégé par une taille de préformation sur les prolongements, sans nécrose, ni cicatrice, ni blessure.

En motte: avec les mêmes qualités que pour les plants à racines nues, la motte doit faire au moins 20 cm de diamètre et 30 cm de hauteur.

Les plants sont généralement livrés en sac plastique d'une contenance de 4 litres.

II.5.5. Conditionnement - transport - stockage

Les instituts nationaux spécialisés (Collectif, 2009) ont souligné la nécessité de prendre soin des plants d'oliviers et veiller à ce que les étapes suivantes soient respectées:

- Conditionnement

Les plants doivent être identifiés individuellement par une étiquette du producteur et une étiquette de contrôle de couleur bleu.

Chaque étiquette du producteur doit comporter les indications suivantes:

- ✓ Espèce;
- ✓ Variété;
- ✓ Porte-greffe;
- ✓ Nom du producteur;
- ✓ Compagne de production.

- Transport

Pour veiller à préserver les qualités phytotechniques des plants d'oliviers, il est impératif de respecter certaines précautions lors du transport:

- ✓ Protéger contre le dessèchement et l'effeuillement par une bâche ou mettre les plants dans des camions conteneurs frigorifiés.
- ✓ Les plants doivent être accompagnés de documents de contrôle et bons de livraison ou facture du producteur ou revendeur.

- Stockage

- Doit se faire sous ombrière ou dans un hangar protégé du soleil et du vent par arrosage régulier;
- Ne doit pas être prolongé, les plants doivent être utilisés dans les brefs délais.

II.5.6. Installation de la culture**II.5.6.1. Traçage et piquetage**

L'orientation des lignes d'arbres doit être Est- Ouest. L'opération consiste à quadriller le futur verger selon la densité étudiée. Il faut tracer la ligne de base avec fil de fer en calculant l'angle droit et utiliser les jalons et le décamètre pour démarrer l'opération de traçage (Collectif, 2009).

II.5.6.2. Ouverture des potets

La confection des potets (trous) peut être manuelle ou à la tarière; sa dimension doit être d'un volume équivalent à 1 m³ (1mx1mx1m) (Collectif, 2009).

II.5.6.3. Plantation

II.5.6.3.1. Période de plantation

L'olivier peut être planté pendant toute l'année, s'il est produit et livré en sachet. Cependant, il est déconseillé de le planter au cours des périodes trop chaudes ou gélives. La période de plantation conseillée est située entre le mois de septembre et mars. La meilleure époque doit correspondre avec le repos végétatif, selon le climat (ITAFV, 2004).

Il faut également prendre les précautions suivantes:

- 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 légers et les régions à faible pluviométrie, il est préférable de planter en automne avant les précipitations, afin de profiter au maximum de celles-ci;
- 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;
- Les jeunes arbres doivent être tuteurés pour les protéger des vents dominants (ITAFV, 2004).

II.5.6.3.2. Choix de la densité et des schémas de plantation

- Densité de plantation

Généralement, la densité de plantation est déterminée en fonction de trois critères, à savoir (ITAFV, 2004):

- la pluviométrie;
- la nature du sol;
- le mode de culture (en sec ou en irrigué).

En oléiculture, les distances définitives oscillent majoritairement entre 5 x 5 m, 6 x 6 m et 7 x 7 m, sans considérer les zones dont les climats sont particulièrement favorables, et dans lesquelles le développement est supérieur à la normale et où des distances plus grandes sont alors nécessaires (COI, 2007). Les résultats des essais menés sur des parcelles pilotes sur la densité de plantation ont confirmé les effets qu'exerce l'intensité de la lumière sur l'activité reproductive de l'olivier et sur le rapport entre interception de la

lumière et productivité (Pastor *et al.*, 2007; Guerfel *et al.*, 2010; Cherbiy-Hoffmann *et al.*, 2012).

Les plantations de 5 x 5 m à 7 x 7 m s'avèrent donc les plus efficaces. Ils sont adaptés dans chaque oliveraie pour celle qui s'ajuste le mieux au développement que l'arbre devrait atteindre en fonction de la vigueur de la variété, de la fertilité du sol, de la disponibilité en eau et des techniques de culture appliquées. Les plantations de 6 x 6 m et de 7 x 7 m constituent une bonne référence dans les oliveraies du bassin Méditerranéen (COI, 2007).

Avec l'introduction de la récolte mécanisée au moyen de vibreurs de tronc munis de récepteurs, il est préférable d'adopter des distances légèrement supérieures à celles employées dans les oliveraies où d'autres systèmes de culture sont appliqués.

- Schémas de plantation

En ce qui concerne la disposition géométrique des arbres, les solutions possibles sont: le carré, le rectangle, le système en quinconce et le quinconce équilatéral. Dans la figure II.4, il est observé la disposition des arbres dans les différents systèmes avec indication par un cercle autour de chaque arbre de l'espace utile pour la frondaison de chacun d'eux. En comparant les différents schémas de plantation, conçus de manière à ce que la densité soit de 278 arbres/ha. Il est observé que le carré permet aux oliviers de tirer profit d'un espace semblable dans les deux directions et que les labours peuvent être réalisés avec facilité, aussi bien en longueur que dans le sens transversal. Dans le système en quinconce, les arbres jouissent d'une meilleure exposition à la lumière. La circulation des machines s'avère plus facile dans l'une des deux directions et un peu moins dans la perpendiculaire (COI, 2007).

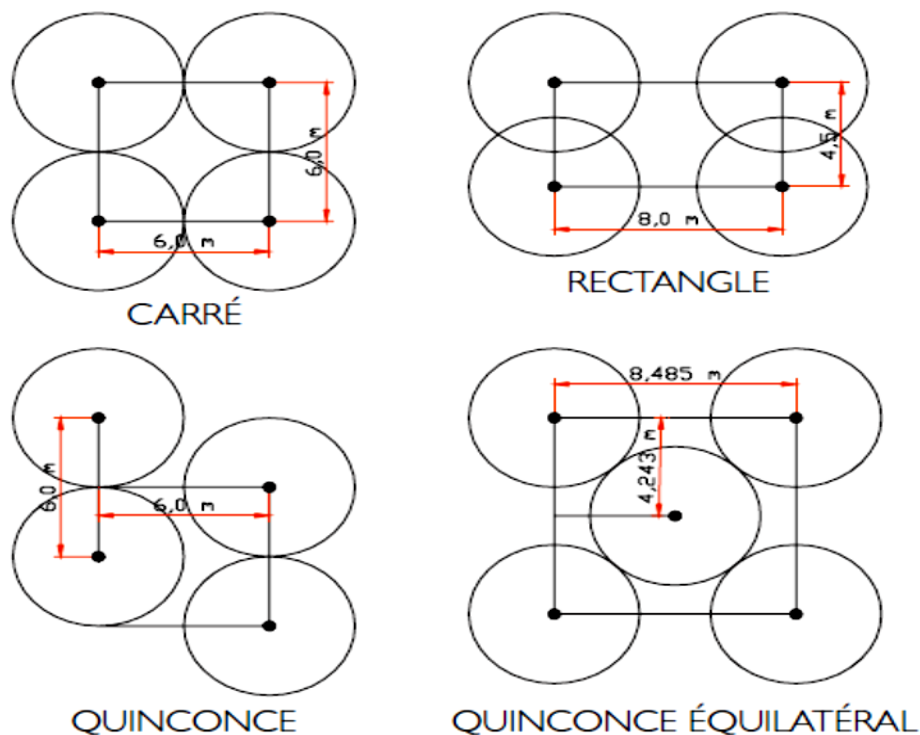


Figure II.4. Arbres plantés en carré, rectangle et quinconce à une même densité de 278 arbres par hectare (COI, 2007)

Les schémas de plantation les plus efficaces et les plus diffusés sont donc le carré et le système en quinconce; le rectangle n'est utilisé que dans certains cas imposés par les exigences de la mécanisation, et lorsque le volume de la frondaison n'atteint pas des niveaux maximaux en raison de limitations environnementales.

II.5.7. Entretien de la culture

Cet arbre fruitier possède des qualités indéniables de résistance aux mauvaises conditions de culture, mais lorsque ses besoins sont satisfaits, il devient une des espèces les plus productives du bassin méditerranéen. Sa période critique se situe depuis la préfloraison (février) jusqu'à la maturation (octobre) (ITAFV, 2004).

La conduite du verger doit avoir pour but de favoriser et de soutenir l'activité végétative au cours de cette période en agissant par:

- Les travaux du sol;
- La taille;
- La fertilisation;
- L'irrigation;
- La protection phytosanitaire.

II.5.7.1. Entretien du sol

L'objectif est d'assurer une meilleure exploitation hydrique et minérale du sol. Les plantes adventices constituent la principale concurrence. Pour cela, le sol doit être ameubli (labour léger), lutte contre les mauvaises herbes, limiter les déperditions d'eau causées par l'évaporation du sol et d'éliminer les foyers d'insectes (ITAFV, 2004).

II.5.7.2. Désherbage chimique

Le désherbage chimique est indispensable en irrigation localisée. Il permet de préserver la couche superficielle du sol dans laquelle se développent les nombreuses racelles autour des goutteurs. Son utilisation nécessite une bonne connaissance des adventices et des modes d'actions des produits (ITAFV, 2004).

II.5.7.3. Taille

Les différents types de tailles de l'olivier sont (ITAFV, 2004):

- **Taille de formation:** elle est nécessaire pour donner aux arbres une forme facilitant son exploitation, en leur donnant une ossature solide avec un tronc d'un mètre de haut environ et sélectionner un ensemble de charpentières selon les conditions climatiques du milieu et le type de conduite envisagée.
- **Taille de fructification:** la taille de fructification doit être absolument pratiquée tous les ans. Elle s'effectue après la récolte. Le bois de l'olivier n'est capable de fructifier qu'une fois dans sa vie. Seules les pousses de l'année précédentes sont en mesure de porter des fruits pour la récolte à venir.
- **Taille de rajeunissement:** elle s'effectue sur des arbres adultes et mal entretenus. Elle consiste à éliminer les ramifications âgées (certaines charpentières).
- **Taille de régénération:** elle s'effectue sur les arbres très âgés et non productifs. Elle consiste à reformer l'arbre à partir du tronc.

De nombreuses recherches ont confirmé l'importance des processus de la taille pour la croissance et la productivité des arbres d'oliviers (Metzidakis, 2000; Salimia, 2008; Cherbiy-Hoffmann *et al.*, 2012).

Les experts du Conseil Oléicole International (COI, 2007) ont également souligné la nécessité de procéder à l'élagage des arbres dans les oliveraies, compte tenu de la plus

haute importance pour la réussite de la culture et la production d'olive et l'huile d'olive, où les avantages de l'élagage peuvent être résumés dans les points suivants:

- La taille consiste à éliminer une partie de la frondaison comprenant les branches, les rameaux et les feuilles considérés inutiles pour la gestion correcte de l'arbre;
- La taille prétend empêcher la domination d'une partie de la plante sur les autres et optimiser la contribution que chaque partie peut apporter à la production et à l'adoption des techniques de culture;
- La taille doit contribuer à réunir les conditions optimales pour la synthèse des produits nécessaires à la production, qui dépendent de la superficie foliaire, de l'exposition à la lumière, de la température et de la disponibilité d'eau et d'éléments nutritifs;
- La taille de l'olivier est pratiquée pour augmenter la productivité et permettre une fructification précoce, régulière et rentable;
- La taille peut renforcer la photosynthèse grâce à l'augmentation de la surface foliaire des feuilles, de l'épaisseur du mésophylle et de la chlorophylle, et grâce à une plus grande activité journalière, due à une meilleure économie de l'eau disponible;
- La taille, en éliminant une partie de la frondaison, provoque également la diminution du nombre de bourgeons, ce qui donne lieu à l'apparition de pousses plus vigoureuses qui bénéficient ainsi d'un volume supérieur de substances hormonales, nutritives et d'eau qui affluent de l'appareil racinaire;
- La formation d'un nombre élevé de nouvelles pousses entraîne en effet la réduction des réserves, en particulier des hydrates de carbone stockés dans les parties structurelles de la plante. S'il est vrai que les plantes taillées accumulent l'amidon plus tardivement que les plantes non taillées, à la fin de l'été, les unes et les autres présentent le même niveau de substances nutritives;
- La régulation de l'azote et de l'eau parallèlement à la taille peut favoriser ce processus;
- La phase juvénile, caractérisée par une vigueur élevée, la taille accentue ultérieurement la vigueur des pousses et retarde la mise à fruit, mais dans la phase adulte, elle peut améliorer la fructification en rendant plus vigoureuses les pousses tendant à être faibles;
- Une taille sévère sur toute la frondaison permet ainsi le développement de rameaux vigoureux, alors qu'une taille légère sur toute la frondaison entraîne le développement de pousses ayant tendance à être faibles;

- L'apparition des bourgeons à fleurs est favorisée par la présence d'une quantité suffisante de substances nutritives dans la plante, sans la concurrence des fruits, des pousses ou des racines. Ces bourgeons apparaissent sur les pousses de dimensions moyennes et bien exposées à la lumière qui ne sont ni trop faibles ni trop vigoureuses;
- La carence de substances nutritives et la présence de pousses trop vigoureuses qui continuent à se développer pendant une longue période de l'année empêchent la différenciation des bourgeons à fleurs, car l'extrémité de ces pousses, en activité continue, attire les substances nutritives synthétisées.

II.5.7.4. Amendements et fertilisation

Il n'existe pas de règle stricte en matière de fertilisation. La fumure est déterminée dans une fourchette, permettant de s'adapter aux caractéristiques du verger. Elle dépend des critères végétatifs et productifs perceptibles sur l'arbre et accessoirement des analyses du sol.

Pour la fumure organique: tout apport de matière organique même localisée au trou sera d'une importance capitale pour la réussite de la plantation (ITAFV, 2004).

Pour la fertilisation minérale, comme indiqué dans le tableau II.3.

Tableau II.3. Apport d'Engrais / Rendement / Arbre pour l'olivier (ITAFV, 2004)

Rendement / arbre	60 kg/ arbre	90 kg/ arbre	120 kg/ arbre	150 kg/ arbre
Azote (unités)	4	5	5.5	6.5
Phosphore (unités)	3	4.5	5.5	6.5
Potassium (unités)	10	12	14.5	16.5

- Technique d'apport

Les engrais peuvent être épandus superficiellement sur toute la surface exploitée par les racines. La technique d'apport par goutte à goutte constitue une alternative intéressante (COI, 2007).

Le fonctionnement des apports est plus nécessaire lorsque le sol est léger et perméable. Il concerne particulièrement les engrais azotés qui sont apportés (ITAFV, 2004):

- 50% avant floraison;
- 25% après nouaison;
- 25% au grossissement des fruits.

II.5.7.5. Irrigation

L'olivier est une espèce particulièrement résistante aux stress hydriques, même dans des conditions très sévères (Connor, 2005; Fernández, 2014).

L'activation de ces mécanismes de défense suppose toutefois une dépense énergétique notable de la part de la plante, qui peut entraîner une chute de la production et une réduction sensible de la croissance végétative (Sofo *et al.*, 2009; Zeleke *et al.*, 2012), situation susceptible de s'avérer compromettante, non seulement pour la production de l'année en cours, mais également pour celles des années suivantes, comme le montre le tableau II.4.

Tableau II.4. Effets du déficit hydrique sur les processus de croissance et de production de l'olivier selon les moments où il se produit [Beede et Goldhamer (1994), cité par le COI (2007)]

Phases du cycle de végétation et de production	Périodes	Effet du déficit hydrique
Croissance végétative	fin été-automne	Développement réduit des bourgeons à fleurs et des pousses l'année suivante
Formation des bourgeons à fleurs	février-avril	Réduction du nombre de fleurs; avortement ovarien
Floraison	Mai	Réduction du nombre de fleurs fécondées
Nouaison	mai-juin	Réduction du nombre de fruits noués (augmentation de l'alternance)
Croissance initiale du fruit	juin-juillet	Diminution de la taille du fruit (moins de cellules/fruit)
Croissance postérieure du fruit	août-novembre	Diminution de la taille du fruit (cellules du fruit plus petites)
Lipogenèse	juillet-novembre	Teneur plus faible d'huile/fruit

Afin d'éviter les dommages et les conséquences précédentes, vous devez respecter les règles suivantes et en tenant compte des conseils mentionnés (COI, 2007):

- Les doses et fréquences des irrigations varient en fonction de la nature des sols et du climat; elles se calculent en fonction de l'évapotranspiration;
- Les irrigations débutent en février et se prolongent jusqu'à la fin de novembre. Elles sont apportées de préférence en fin d'après-midi ou tôt le matin;
- L'humidité du sol est maintenue au-dessus de 50% de la capacité au champ sur une profondeur de 30 à 50 cm depuis le début des irrigations;
- Durant la période d'élaboration de l'huile (phase de lipogenèse); il est conseillé de réduire les apports d'eau.

L'eau d'irrigation doit être amenée à la plante, de la manière la plus rationnelle et économique possible. Pour ce faire, il y'a lieu de respecter les directives et techniques suivantes:

- ✓ L'irrigation doit être localisée (goutte à goutte, capillaire, micro-jet).

Elle est considérée comme la technique qui rentabilise au mieux les apports d'eau, car elle (ITAFV, 2004):

- Réduit les pertes d'eau;
- Assure une constance de l'humidité du sol;
- Permet l'apport d'engrais soluble dans l'eau (ferti-irrigation) et sa répartition uniforme par rapport aux plantes.

Il faut veiller à l'entretien régulier du réseau d'irrigation. Après chaque campagne agricole, enlever les bouchons de fin de ligne et mettre le réseau sous pression afin de le nettoyer.

- **Eau**

Il est très important de bien connaître les caractéristiques de l'eau d'irrigation au moment de programmer l'irrigation de l'olivieraie. Elle permet de déterminer si l'eau utilisée n'influe pas négativement sur (ITAFV, 2004):

- ✓ Le bon développement du verger;
- ✓ La production à vouloir atteindre;
- ✓ Le matériel d'irrigation en l'occurrence l'obstruction des goutteurs; d'où la non uniformisation d'arrosage, et par voie de conséquence une sous irrigation du verger.

La qualité de l'eau est évaluée par les analyses de la conductivité électrique (CE), le pH et le taux de sodium adsorbé (SAR).

La réduction de la production sera négligeable si la CE de l'eau est inférieure à 1.8 dS/m, de 25% dans le cas des eaux caractérisées par une CE d'environ 3.7 dS/m et totale pour les eaux de 14 dS ou plus (COI, 2007).

Toutes les variétés d'oliviers ne présentent pas la même tolérance à la salinité. Dans les oliveraies où l'eau d'irrigation est saline, il y a les variétés sensibles pour préférer dans la mesure du possible les variétés tolérantes à l'irrigation avec ce type d'eau.

L'autre stratégie est d'ordre agronomique; selon cette même source, elle consiste à appliquer une quantité d'eau supérieure à celle que nécessite l'olivier (eau de lessivage) pour entraîner les sels dans des zones du sol où ils n'affecteront pas l'olivier. Cette opération doit être associée à une fréquence d'irrigation supérieure pour éviter un dessèchement excessif du sol.

II.5.7.6. Protection phytosanitaire

Pour une production de qualité aujourd'hui très recherchée, les micro-organismes pathogènes et les ravageurs (insectes) de l'olivier deviennent préoccupants (tab. II.5): l'œil de paon, la fumagine, la verticilliose, la cochenille noire, la mouche et la teigne sont les préoccupations majeures de l'oléiculteur (ITAFV, 2004).

Tableau II.5. Principales maladies fongiques et ravageuses (insectes) de l'olivier
(ITAFV, 2004)

Origine	Désignation de la maladie	Symptômes et dégâts	Méthodes de luttés
Fongique	Œil de paon <i>Cycloconium</i> <i>Oleaginum</i> Cast.	Petites tâches en cercles concentriques provoquant la chute des feuilles.	Traiter avec des produits cupriques dès l'apparition des taches puis en mars et octobre.
	Fumagine <i>Capnodium oleaginum</i> ou <i>Fumago salicina</i>	Moisissure noire envahissant progressivement les feuilles puis les branches et les fruits (maladie secondaire).	- Pulvériser la bouillie bordelaise après la taille au début du printemps et à l'automne. - Pratiquer une taille sévère pour aérer l'arbre.
	Verticilliose (<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.) (d'après Bellahcene <i>et al.</i> (2000)).	Dessèchement rougeâtre des rameaux. Sortie importante de rejets. Perte d'une charpentièrre ou de l'arbre.	Ne pas planter sur un terrain à risque. Ne pas travailler le sol et préférer un enherbement de graminées. Limiter la fertilisation et l'irrigation.
Ravageur	Cochenille noire <i>Saissetia oleae</i> Bern.	Coque ovale brun noirâtre. Saillie du bouclier en forme de H, très caractéristique de l'espèce (engendre la fumagine).	- A l'éclosion des œufs, pulvériser un insecticide sur le premier stade larvaire. - Répéter des traitements selon l'intensité de l'attaque.
	Teigne de l'olivier <i>Prays oleae</i> Bern.	Les 3 générations occasionnent des dégâts sur feuilles, pousses, fleurs et fruits. Boutons floraux et fleurs détruits rassemblés par des fils soyeux.	-Traiter en hiver avec un insecticide systémique. -Traiter en période de végétation
	Mouche de l'olive <i>Bactrocera oleae</i> Gmel.	- Fruits attaqués par un asticot blanc. - La mouche pond à l'intérieur des fruits à partir de juillet.	-Lutte préventive: Traiter en localisé avec un insecticide et un attractif. -Lutte curative: Pulvériser un insecticide sur toute la végétation.
Notes: - La meilleure méthode de protection du verger est la lutte intégrée qui combine les interventions mécaniques (parcelles propres, aération de la frondaison) avec la lutte chimique préventive bien raisonnée. - Pour assurer une meilleure efficacité des traitements, il est recommandé de se référer aux services de la protection phytosanitaire de la région.			

CHAPITRE III. TECHNOLOGIE OLEICOLE

III.1. Récolte

La récolte des fruits est un grand moment de plaisir. Pourtant, cette étape doit être réalisée avec beaucoup de rigueur.

III.1.1. Période de récolte

La période optimale de la récolte varie selon que les fruits sont destinés à la production d'olive de table ou d'olive à huile:

Pour les olives de table, l'époque de récolte est différente selon les variétés et les bassins de production. Les olives récoltées trop tôt ont une chair très dure et un goût de "bois". La récolte trop tardive se traduit par la présence d'olives dont l'épiderme est mauve, voire noir (tab. III.1).

L'époque idéale de récolte peut être déterminée pour les olives de table selon le produit recherché (olives de table vertes, tournantes ou noires) (ITAFV, 2004), comme il est indiqué dans le tableau III.1.

Concernant les olives destinées à la trituration, la qualité de la matière première (olives) est déterminante dans la fixation de la qualité de l'huile.

La qualité des olives est sous forte influence de la variété, des techniques culturales appliquées à l'olivieraie et des conditions pédoclimatiques de la région.

Ces dernières, dans leur ensemble, conditionnent la teneur en huile des olives ainsi que les niveaux des divers composants de l'huile (Abaza *et al.*, 2002; Hannachi *et al.*, 2007; Rosati *et al.*, 2014)

L'époque de récolte est liée directement au degré de maturité des olives (tab. III.1). Au fur et à mesure de sa maturité, l'olive passe par les trois stades de pigmentation suivants: vert, semi-noir et noir.

Tableau III.1. Epoque et techniques de récolte des olives en Algérie (Collectif, 2009)

Destinations	Époques de récolte	Techniques de récolte	Matériels
Olives de table vertes	Avant l'apparition du pigment jaune	Cueillette à la main	Paniers Caisses
Olives de table tournantes	Complète Avant maturité Teinte rose ou brune	Cueillette à la main	Peigne Filet - Caisses Panier - Échelles
Olives de table noires	A complète maturité (ou peu avant), couleur noir rougeâtre à noir olivâtre	Cueillette à la main	Peigne Filet - Caisses Panier - Échelles
Olives à huile	La couleur vire au noir La pulpe ramollie violette; le noyau se détache facilement	Cueillette à la main gaulage	Peigne Gaule souple Filet - Caisses Échelles

Le degré de maturité des olives au moment de la trituration, affecte aussi bien la qualité que le rendement d'extraction des huiles qui en sont produites, comme suit (Baccouri *et al.*, 2007; Dag *et al.*, 2011):

- Au stade de maturité précoce (stade vert), les olives sont peu riches en huile et donnent un produit fini très susceptible à l'oxydation de par sa teneur exceptionnellement élevée en pigments chlorophylliens, favorisant l'oxydation en présence de lumière. L'huile issue d'olives vertes est également moins riche en composés phénoliques doués de propriétés antioxydants, tels que l'hydroxytyrosol et l'acide caféique.
- A maturité complète (stade noir), il y'a une influence négative sur le taux des composés mineurs responsables des attributs sensoriels de l'huile (composés aromatiques, polyphénols) et de sa stabilité à l'oxydation (polyphénols). Il favorise également la chute des olives, qu'elle soit naturelle ou provoquée (pluie, vent, attaques par les ravageurs de l'olivier). Les olives donnent des huiles moins aromatisées, moins riches en composés phénoliques à activité antioxydante, et ont tendance à être plus acides en fonction du temps de séjour sur le sol, et absorbent des odeurs étrangères. Si les fruits sur-murissent sur les arbres, ils épuisent leurs réserves nutritives et

accentueront l'alternance durant l'année suivante (Gargouni (1987) cité par Ben Rouina (2001)).

Pour assurer une production oléicole de qualité, il faut procéder à la récolte à un stade optimal de maturité. L'époque optimale de récolte doit être déterminée pour chaque variété d'olive et par région oléicole, en prenant en considération les objectifs suivants (Cimato, 1990; Jacotot, 1994):

- Une teneur maximale en huile dans les fruits;
- Une huile de meilleure qualité;
- Un coût aussi faible que possible de la récolte.

Il est primordial de respecter les délais avant récolte des traitements phytosanitaires pratiqués sur les olives.

III.1.2. Techniques de récolte des olives

Les techniques de récolte peuvent varier suivant le produit recherché, les reliefs et les conditions culturales.

La cueillette manuelle est la technique la plus ancienne et la seule utilisée encore en Algérie. Elle est réalisée par chute naturelle du fruit à la main ou encore avec de simples instruments de gaulage (tab. III.1) (ITAFV, 2004).

La cueillette à la main, c'est l'opération qui convient le mieux pour obtenir la meilleure qualité de l'huile vierge, car les olives sont cueillies sélectivement selon leur degré de maturité. C'est une méthode coûteuse en main d'œuvre (Chimi et Ouaouich, 2007; Courboulex, 2009).

Elle peut faire appel à l'usage des gaules pour faire tomber les fruits. Le fait de frapper les branches fructifères provoque la chute des brindilles qui doivent porter la fructification de l'année suivante. Par ailleurs, les olives qui tombent par terre, subissent des lésions à travers lesquelles pénètrent les parasites du sol. La productivité de l'olivier s'en trouve compromise et la qualité de l'huile altérée. L'acidité augmente et le profil du goût et de l'arôme change.

Une fois la maturité atteinte, les fruits peuvent tomber par terre et l'oléiculteur se contente de les ramasser.

Si cette méthode permet d'obtenir un volume d'huile élevé, la qualité s'en trouve altérée; le taux d'acidité est élevé et l'odeur de l'huile modifiée (Chimi et Ouaouich, 2007).

III.1.2.1. Mécanisation comme outil de développement de l'oléiculture

La mécanisation joue un rôle stratégique, en particulier dans la mesure où elle permet de réduire les coûts de production, d'améliorer les conditions de travail et de résoudre certains aspects sociaux fondamentaux, en atténuant le manque de main-d'œuvre et en réduisant la nature pénible de certaines opérations culturales (COI, 2007).

Les techniques adoptées varient d'une région à l'autre selon les caractéristiques des arbres, selon l'élagage, et par conséquent selon la hauteur des rameaux (Ben Salah *et al.*, 1986).

Des équipements sont utilisés actuellement en récolte mécanique et parmi eux, il faut citer les crochets vibrants, les peignes oscillantes et les vibreurs.

Si ces machines gagnent du terrain dans les pays oléicoles industrialisés à cause de la cherté de la main d'œuvre; dans les pays du sud de la Méditerranée, elles sont d'un usage peu courant. Considérées sous l'aspect économique, ces machines bien que rentables, présentent l'inconvénient de laisser 20 à 30% de fruits sur l'arbre. Les vibreurs, n'étant pas sélectifs, les fruits récoltés présentent des meurtrissures, sont hétérogènes surtout au point de vue degré de maturité, ce qui ne manque pas d'affecter négativement la qualité de l'huile qui en est extraite.

De plus, la méthode de secouage des oliviers, n'est pas utilisable dans les régions sahariennes, par ce que les arbres sont irrigués par le système de goutte à goutte, ce qui fait que les racines sont superficielles et ne pénètrent pas profondément dans le sable. Cette technique peut déraciner l'arbre et l'air peut pénétrer dans les racines. Avec le temps, l'arbre s'assèche et meurt.

III.2. Techniques de transformation de l'olive à huile

III.2.1. Opérations préliminaires

Les olives récoltées doivent être mises dans des caisses en plastique lavées auparavant et ne pouvant contenir plus de 20 kg chacune. Les caisses pleines doivent être mises à l'abri du soleil et de la pluie.

Le délai entre la récolte et l'acheminement au moulin doit donc être le plus bref possible.

Dans certaines régions, il est laissé se déshydrater les olives entre la récolte et le moulin (Courboulex, 2009). Cela permet de diminuer fortement les frais de transformation mais dégradait la qualité de l'huile dont le degré d'acidité grimpait en flèche. Les olives ayant pour particularité de capter les odeurs environnantes, certaines huiles sentaient le grenier, d'autres le feu de cheminée. Les saveurs de jus de fruits frais étaient éliminées.

III.2.1.1. Transport des olives

Dans le souci de conserver les caractéristiques de qualité que les olives possèdent au moment de la récolte sur l'arbre, il s'avère nécessaire de les acheminer immédiatement vers les moulins.

Selon Courboulex (2009), le moyen le plus approprié pour le transport des olives est représenté par les caisses à claire voie en matière plastique, permettant la circulation de l'air et évitant des réchauffements préjudiciables causés par l'activité catabolique des fruits.

Ces caisses limitent la couche d'olives et réduisent donc le danger d'écrasement, tout en représentant un moyen idéal pour le stockage en attendant la mouture.

Par contre, le transport des olives dans des sacs en jute est peu rationnel, car cette modalité provoque inévitablement des lésions aux drupes, surtout si elles sont très mûres. Elles sont à l'origine du déclenchement de processus biologiques d'altération de la qualité de l'huile.

Dans le cas où le trajet est long, il est préférable d'assurer le transport durant la nuit. Il profite de la fraîcheur nocturne pour éviter les températures automnales qui peuvent être excessives durant la campagne.

III.2.1.2. Pesage

D'après Courboulex (2009), le pressage des olives est toujours facturé au kilo d'olives trituré et non pas au litre d'huile obtenue.

Le pesage se fait au moulin à huile, au moment de la livraison, par plusieurs techniques parmi elles: l'utilisation d'un pont bascule ou balance.

III.2.1.3. Réception des olives

L'aire de réception des huileries doit être prête pour assurer le déchargement et faciliter les opérations de manutention.

Les lots d'olives, une fois pesés, sont stockés de manière individualisée, selon la provenance, le degré de maturité et l'état sanitaire des fruits etc... Le stockage des olives est effectué dans des caisses de plastiques aérées.

III.2.1.4. Contrôle

Dès la réception, les olives doivent être soumises à un contrôle quelque soit leur origine.

Argenson *et al.* (1999) et Courboulex (2009), rapportent que le contrôle permet de valoriser les rapports d'olives de qualité et d'inciter les différentes oléicultures à soigner leurs livraisons. Les paramètres à prendre en compte sont: l'humidité, la teneur potentielle en huile des olives et l'acidité des huiles.

III.2.1.5. Stockage des olives

Selon Chimi et Ouaouich (2007), le stockage s'impose quand la cadence de réception est supérieure à la capacité de trituration, mais également dans le cas inverse; dans ce cas, le stockage a pour but la constitution d'une quantité d'olive suffisante pour alimenter les machines pendant une durée minimale économiquement acceptable. Le stockage est donc un mal nécessaire et constitue dans la majorité des cas la principale cause de la détérioration de la qualité de l'huile extraite.

Au cours de ce stockage, les olives subissent des altérations plus au moins profondes selon la durée et les conditions de stockage. Pour atténuer ces altérations, il est opérer des stockages en silos ventilés ou greniers à olives, en bacs superposés en matière plastique, en atmosphère contrôlée, sous froid.

La seule manière de limiter l'altération des olives est de réduire la durée de stockage au minimum possible (2 à 5 jours), limiter l'épaisseur de la couche entre 20 et 30 cm d'épaisseur en cas de stockage en vrac pour permettre l'aération du tas, et veiller à une rotation méthodique des stocks; alors que le stockage dans les sacs est à bannir.

La durée du stockage non respectée peut causer les altérations suivantes:

- l'hydrolyse spontanée vu l'activité d'eau élevée des olives;
- l'action défavorable de la lipolyse enzymatique et l'effet néfaste de la lipolyse microbienne produite par la microflore d'olive.
- Avec l'allongement de la durée de stockage, on assiste à une augmentation de l'acidité, de l'indice du peroxyde et à une détérioration des propriétés organoleptiques de l'huile.

C'est ainsi que les huiles des olives fermentées sont caractérisées par le défaut "chaumé", alors que les huiles en provenance d'olives qui ont chaumé pendant plusieurs jours à une humidité élevée, se caractérisent par le défaut "moisi humide".

III.2.2. Techniques de transformation de l'olive à l'huile

Le processus d'extraction de l'huile d'olive est relativement simple mais nécessite de respecter avec soin ses successions d'opérations: lavage, broyage, malaxage de la pâte obtenue, pressurage, puis passage dans un décanteur et stockage.

Quelle que soit la méthode de récolte adoptée, un nettoyage préliminaire sur le terrain est indispensable. Les olives tombées au sol peuvent contenir jusqu'à 15% d'impuretés. Le fruit cueilli sur l'arbre est accompagné d'une quantité également non négligeable de feuilles et de brindilles (Argenson *et al.*, 1999).

Il existe deux méthodes d'extraction de l'huile d'olive: la méthode traditionnelle artisanale et la méthode moderne.

III.2.2.1. Huilerie traditionnelle (Maâsra)

La méthode traditionnelle artisanale est la plus ancienne et la plus répandue; elle utilise la meule en pierre pour le broyage des olives pendant des heures pour obtenir une pâte homogène; le pressoir manuel pour les moulins les plus anciens ou le pressoir hydraulique. La décantation et la séparation de l'huile s'effectuent en bassin. Le ramassage de l'huile s'effectue après filtration manuelle [Camps et Faber (1953) cité par Benabid (2009)].

Cette technique n'est plus utilisée depuis des lustres, les presses mécaniques ou hydrauliques développent des forces de l'ordre de 400 kilos par centimètre carré qui rendent superflue toute deuxième pression (Courboulex, 2009).

La figure suivante représente la méthode traditionnelle d'extraction de l'huile d'olive.

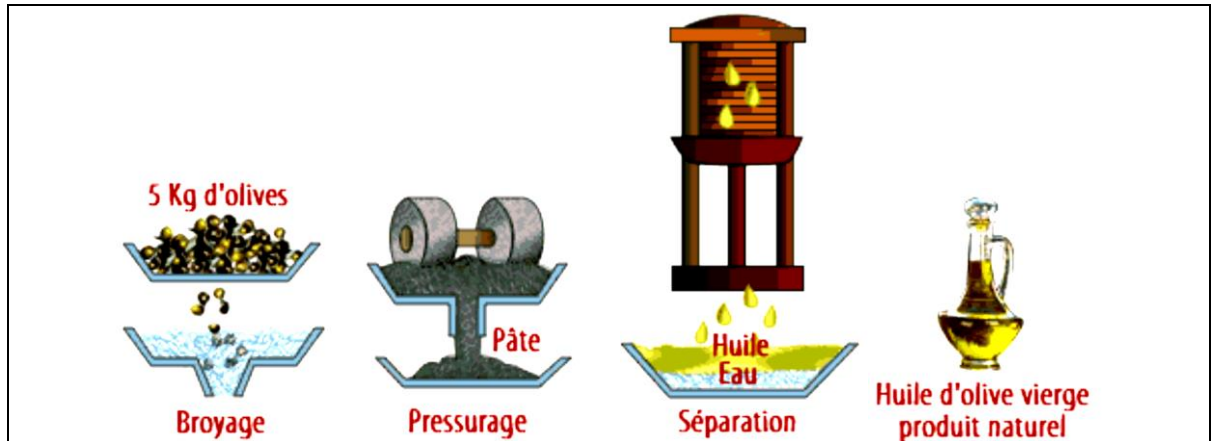


Figure III.1. Procédé traditionnel de l'extraction de l'huile d'olive
[Camps et Faber (1953) cité par Benabid (2009)]

III.2.2.2. Huilerie moderne

Les procédés modernes de la technologie oléicole ont le même cheminement. Les différentes étapes d'extraction d'huile d'olive sont représentées dans la figure suivante (Chimi, 2006; Courboulex, 2009):

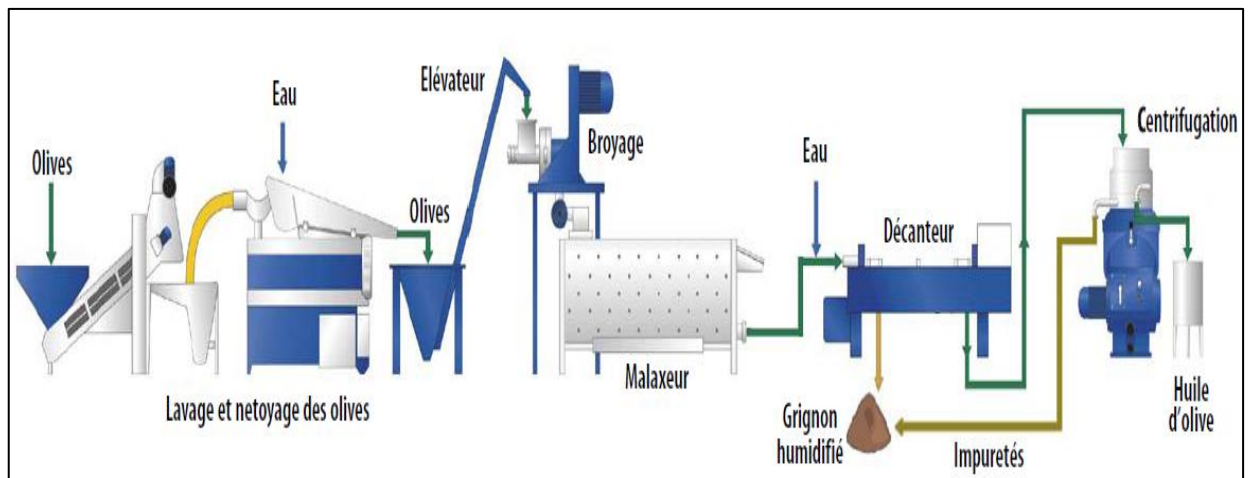


Figure III.2. Plan standard d'extraction d'huile d'olive d'une huilerie moderne (chaîne continue) (Chimi, 2006)

III.2.2.2.1. Effeuilage

Cette opération est nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile, se traduisant par un excès d'amertume et par une moindre aptitude à la conservation de l'huile. Le poids de feuilles à tolérer ne doit pas dépasser 1% du poids du lot d'olives à triturer.

L'effeuillage des olives peut être effectué manuellement ou à l'aide d'un système rectangulaire en fils de fer, séparés entre eux par environ 1 cm. Cette opération peut être

effectuée par un appareil muni d'un système d'aspiration ou par des machines effeuilleuse-laveuse en même temps (Chimi et Ouaouich, 2007).

III.2.2.2.2. Lavage

Le terme lavage signifie la séparation des impuretés de l'olive par un liquide, qui dilue et enlève les poussières, les terres, les pierres et autres matières solides et métalliques sans endommager ce même fruit. Puis la laveuse continue à circulation forcée d'eau pour bien effectuer le lavage des olives.

Cette opération n'est pas seulement indispensable pour les olives ramassée sur le sol, elle est très bénéfique aussi pour les olives cueillies, même si les lots paraissent propres (Mordret, 1999).

III.2.2.2.3. Broyage

Les broyeurs sont constitués essentiellement par un organe métallique de forme variable, qui tourne à une grande vitesse en écrasant les olives sur une surface métallique fixe, pourvue d'orifices appropriés et les réduisant en pâte finement broyée. Ils peuvent être: à marteaux fixes ou mobiles, à cylindres striés, à disques dentés ou à cônes.

Cette opération permet de détruire, plus ou moins parfaitement, les tissus végétaux et de libérer la plupart des gouttelettes d'huile des vacuoles contenues dans les cellules.

Selon la norme du Conseil Oléicole International (COI), la durée de broyage ne doit pas dépasser 20 à 30 minutes. Si le broyage est plus prolongé, les polyphénols inhibiteurs naturels de l'oxydation, ainsi que l'huile produite s'oxydent en présence de l'air et cette dernière perd de sa qualité (Chimi et Ouaouich, 2007).

III.2.2.2.4. Malaxage

Le malaxage de la pâte va faciliter l'union des gouttelettes d'huile en gouttes très grosses et également la formation de poches de phase huileuse continue, et la rupture de l'émulsion huile/eau.

Les appareils utilisés pour le malaxage sont souvent pourvus d'une double paroi, avec un dispositif de réchauffage (résistances électriques ou circulation d'eau chaude), permettant d'amener la pâte à une température comprise entre 25 et 30°C. Elle garantit une meilleure conservation de l'huile, un nombre élevé de polyphénols, de vitamines et de

typiques éléments qui donnent de magnifiques caractéristiques qui facilitent la libération de l'huile.

III.2.2.2.5. Extraction

Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive sont essentiellement de trois types (Chimi, 2006; Chimi et Ouaouich, 2007):

- Système discontinu d'extraction par presse

Ce système, dont le processus d'extraction est illustré sur la figure III.3, utilise des presses métalliques à vis, où le cas échéant, des presses hydrauliques.

La pâte issue du broyage est empilée sur des disques en fibre naturelle ou synthétique tressés appelés scourtins, à raison de 5 à 10 kg/scourtin. L'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive. La partie liquide, constituée d'eau de végétation (marges), et d'huile, s'écoule, alors que la partie solide (noyaux et pulpe) reste entre les scourtins: c'est ce que l'on appelle le grignon. La durée totale de l'opération de pressage, réalisée en une seule fois, varie entre 45 à 60 mn.

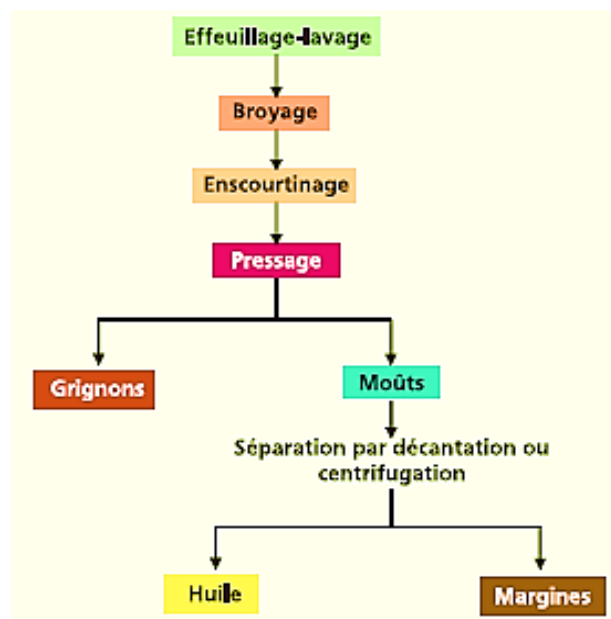


Figure III.3. Schémas du système discontinu d'extraction par presse (Chimi, 2006)

Les unités de trituration qui sont équipées en presses et qui sont classées selon la pression exercée: unités traditionnelles Maâsras dont la pression est de l'ordre de 100 kg/cm², unités semi-modernes dont la pression est aux environs de 200 kg/cm², et les unités modernes équipées en super-presses pouvant développer une pression de 400 kg/cm².

- Système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases

Les unités de trituration qui sont équipées en chaînes continues à trois phases avec deux centrifugations; la première pour séparer les grignons et les huiles plus margines et la deuxième pour séparer les huiles et les margines (les trois phases sont les grignons, les margines et les huiles) (fig. III.4).

L'introduction de ces installations "continues" a permis de réduire les coûts de transformation et la durée de stockage des olives, avec comme conséquence, une production oléicole de moindre acidité.

De part la capacité élevée de traitement (jusqu'à 100 tonnes d'olives/jour) des systèmes continus; la durée de chômage des olives dans l'attente de leur transformation a été considérablement réduite.

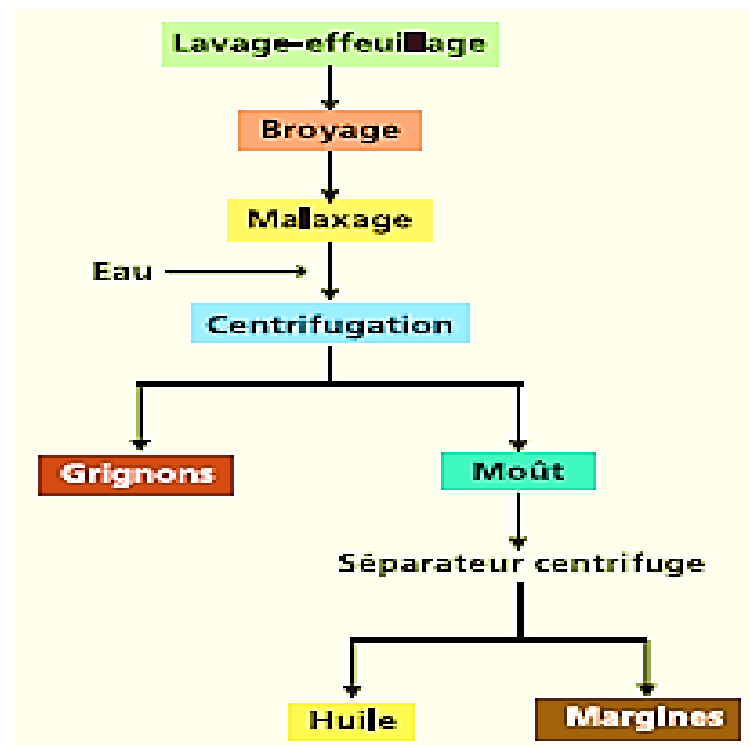


Figure III.4. Schémas du système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases
(Chimi, 2006)

- Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases

Le procédé technologique d'extraction des huiles d'olives fonctionne avec un nouveau décanteur avec centrifugation (de 3000 à 4000 tours/minute) à 2 phases (huile et grignons) qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant les grignons et les margines (fig. III.5).

Ce procédé continu d'extraction des huiles à deux phases est caractérisé par sa capacité de traitement qui est élevée (jusqu'à 100 tonnes d'olives/jour) et sa durée de chômage des olives dans l'attente de leur transformation, qui est considérablement réduite, ce qui s'est traduit par une diminution de l'acidité des huiles produites.

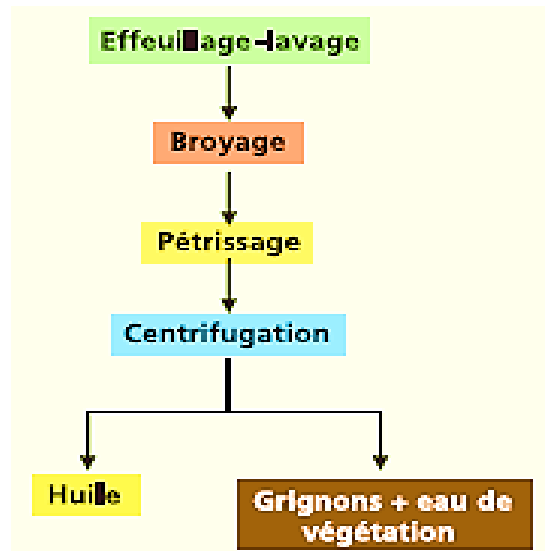


Figure III.5. Schémas du système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases (Chimi, 2006)

Le système d'extraction de l'huile d'olive par presse peut produire une huile pressée à froid, de bonne qualité, à condition d'appliquer les bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène (Chimi, 2006). Loussert et Brousse (1978) signalent que, durant ce processus, l'oleuropéine au goût amer est éliminée dans les eaux de végétation.

Pour le système d'extraction de l'huile d'olives par centrifugation à trois phases, nécessite l'ajout de l'eau pour séparer les trois phases précitées. L'huile produite se trouve appauvrie d'antioxydants naturels et le taux de dégradation des polyphénols reste élevé.

Par contre, Chimi et Ouaouich (2007) rapportent que le système de centrifugation à deux phases garantit une huile d'olive de bonne qualité, riche en antioxydant naturels, notamment les diphénols, qui sont de bons inhibiteurs contre l'oxydation de cette huile produite, par conséquent elle serait caractérisée par une durée de conservation élevée.

III.3. Raffinage de l'huile d'olive

D'après Argenson *et al.* (1999), les huiles vierges lampantes doivent être soumises à un processus de raffinage pour en corriger les caractéristiques non conformes aux normes internationales.

Les défauts à éliminer sont:

- acidité trop élevée;
- excès de couleur;
- odeur ou saveur trop prononcées.

Les opérations de correction consistent en: la neutralisation, la décoloration et la désodorisation.

Ces différentes étapes sont susceptibles d'entraîner des modifications de la composition de l'huile.

Selon le COI (2015e), l'huile d'olive raffinée est l'huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3 gramme pour 100 grammes et ses autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la présente norme (COI/T.15/NC n° 3/Rév. 8 février 2015).

III.4. Conditionnement et stockage des huiles d'olive

Les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive destinées au commerce international doivent faire l'objet de conditionnement dans des récipients conformes aux principes généraux d'hygiène alimentaire recommandés par la Commission du Codex Alimentarius (CAC/RCP 1 - 1969, Rév.3 - 1997), ainsi que des autres textes pertinents du Codex, tels que les Codes d'usage en matière d'hygiène et autres Codes d'usage (COI, 2015e).

Ces récipients peuvent être:

- **des citernes, containers, cuves**, permettant le transport en vrac des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive;
- **des fûts métalliques**, en bon état, étanches, dont les parois intérieures devraient être recouvertes d'un vernis adéquat;

- **des bidons et des boîtes métalliques** lithographiés, neufs, étanches, dont les parois intérieures devraient être recouvertes d'un vernis adéquat;
- **des bonbonnes, des bouteilles** de verre ou de matériau macromoléculaire adéquat.

L'huile d'olive doit être conservée à l'abri de la chaleur et de la lumière. La limite de validité (DLV) proposée par le COI est de 12 mois pour les huiles conditionnées dans du matériau macromoléculaire, et peut atteindre 18 mois pour les huiles emballées dans des récipients métalliques (Chimi et Ouauouich, 2007).

L'étiquetage de chaque récipient doit comporter les renseignements suivants (COI, 2015e):

Dénomination du produit, contenu net, nom et adresse, pays d'origine, identification des lots, datage et conditions d'entreposage, date de durabilité minimale etc...

III.5. Sous-produits oléicoles

Les principaux déchets engendrés lors de l'élaboration de l'huile d'olive sont de deux types: solides et liquides que sont respectivement les grignons et les margines (CAR/PP, 2000). En outre, l'olivier, à travers la taille génère des feuilles, des brindilles et du gros bois (Nefzaoui, 1991).

Les sous-produits de l'oléiculture sont partiellement ou totalement perdus pour certains pays, alors que leurs possibilités d'utilisation sont multiples. Selon Moussouni (2009), en Algérie les pertes annuelles dans les déchets solides (grignons) sont d'environ 16000 T de matières organiques et 21000 T de matières énergétiques. Dans les déchets liquides (Margines), il se retrouve: 650 T matière organique, 300 T d'Azote et près de 600T d'éléments minéraux (Potassium, Phosphore, Calcium, Magnésium...), ajouté à cela, une perte considérable d'eau (en moyenne 15000 litres par jour au niveau de chaque huilerie). Cependant, la valorisation de ces sous-produits permet, entre autres, de minimiser les problèmes de pollution engendrés par les effluents des huileries et de contribuer à compenser le déficit fourrager, surtout dans les pays d'Afrique du nord et du Moyen Orient (Nefzaoui, 1991).

III.5.1. Résidus de la taille et de la récolte

La taille de l'olivier génère de nombreux résidus (feuilles, grosses branches et des brindilles). Ces résidus, en plus de leur utilisation dans l'alimentation du bétail (Martinez

Nieto, 2009), ils peuvent être employés comme combustibles, servir à la préparation du compost et constituer la matière première pour la fabrication du papier (Nefzaoui, 1991). Actuellement, les résidus de taille et notamment les feuilles sont employés dans l'industrie pharmaceutique (Martinez Nieto, 2009) et cosmétique (Fedeli, 1998).

III.5.2. Sous-produits d'huileries

Comme il a été précédemment indiqué, les grignons et les margines sont les principaux déchets élaborés par l'industrie oléicole.

III.5.2.1. Grignons

Les grignons d'olives sont les résidus solides obtenus de pressoirs et de systèmes en trois phases lors de l'extraction d'huile d'olive. Ils sont riches en matières sèches de l'olive (peau, pulpe, semences et morceaux de noyaux) avec une certaine quantité d'eau de végétation et une partie résiduelle d'huile (Argenson *et al.*, 1999). La richesse de ces déchets en matières azotées, matières grasses, fibres, ...etc, favorise leur valorisation et leur réutilisation dans de nombreux domaines. A cet effet, selon Nefzaoui (1991) et Paredes *et al.* (1999), les grignons d'olive peuvent être transformés en:

- Aliment pour le bétail;
- Combustible;
- Engrais organique;
- Huile de grignons d'olive;

III.5.2.2. Margines

Les margines sont les résidus aqueux qui sont générés lors de la phase de séparation de l'huile par centrifugation ou sédimentation après le pressage (Argenson *et al.*, 1999). Ce sont des liquides de couleur plus ou moins rouge foncé, contient en suspension des restes de tissus, de pulpe, mucilages, pectines ... etc (Martinez Nieto, 2009). Les margines sont des effluents acides, riches en polyphénols, donc en éléments minéraux et organiques (azote, phosphore) (Martinez Nieto, 2009). Cette composition fait que les margines sont des polluants (CAR/PP, 2000).

Les margines sont le plus souvent rejetées dans la nature sans aucun traitement préalable et nuisent fortement à la qualité des eaux de surfaces et des sols. Enrichis, mélangés à d'autres résidus agricoles, concentrés, séchés et/ou purifiés. Ces effluents peuvent être valorisés et employés pour la production de certains composants de valeur

ajoutée (Lakhtar, 2009). Certaines études ont démontré que l'épandage des margines sur quelques cultures a amélioré leur croissance et production et a augmenté la fertilité et l'activité biologique du sol (Abichou *et al.*, 2003; Yaakoubi *et al.*, 2010). En outre, Martinez Nieto (2009) a déclaré que les margines peuvent être utilisées:

- Pour la production du compost par l'ajout de résidus solides;
- Pour la production de biogaz;
- Pour la production des protéines unicellulaires;
- Dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique.

CHAPITRE IV. OLIVE DE TABLE, HUILE D'OLIVE ET FEUILLES D'OLIVIER: DEFINITIONS, COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEURS NUTRITIONNELLE ET THERAPEUTIQUE

IV.1. Olives de table

On appelle « olives de table » le produit (COI, 2004):

- préparé à partir des fruits sains de variétés de l'olivier cultivé (*Olea europaea* L.), choisies pour leur production de fruits dont le volume ou le poids (> 5g), la forme, la proportion de pulpe par rapport au noyau (> 5), la finesse de la chair, la saveur, la fermeté et la facilité à se séparer du noyau les rendent particulièrement aptes à la confiserie;
- soumis à des traitements de désamérisation et conservé par fermentation naturelle ou par traitement thermique, avec ou sans agent de conservation;
- conditionné avec ou sans liquide de couverture.

Selon la demande commerciale, la variété d'olive et le stade de maturité au moment de la récolte dictent normalement la nature du traitement (olives vertes; olives tournantes; olives noires). Les olives de table sont habituellement traitées selon l'un des procédés ou «styles» connus dans le monde: Américain; Espagnol; Grec; Kalamata (Kailis et Harris, 2007).

IV.1.1. Composition chimique du fruit d'olive

La composition chimique des olives de table varie selon la variété, les conditions pédo-climatiques et culturelles. Les principaux constituants chimiques du fruit d'olive se répartissent de façons différentes selon les parties anatomiques (Loussert et Brousse, 1978), et la pulpe est plus équilibrée à la nutrition humaine, comme il est indiqué dans le tableau IV.1.

Le contenu en sucres doit dépasser les 4% du poids de la pulpe surtout lorsque les olives sont destinées à être mises en saumure.

Tout au contraire, le contenu en huile des olives de table doit être le plus bas possible et ne pas dépasser 15 à 20% du poids de la pulpe, car la présence d'huile en très grande quantité ne favorise pas la conservation des fruits (Balatsouras, 1997).

Tableau IV.1. Composition de la pulpe de l'olive de table en poids frais
(Balatsouras, 1966)

Composants	Quantités
Eau	- 70 à 75% du fruit.
Substances grasses	- Triglycérides et complexes lipidiques: 17 à 30% de
Sucres simples (Monosaccharides et Oligosaccharides)	- Glucose, fructose, saccharose et mannitol (alcool à 6°): 5 à 6.
Polysaccharides	- Cellulose, hémicellulose, gommés et pentosanes: 3 à 6%.
Les pectines	- 1,5% de la chair de l'olive, sont d'excellente qualité.
Les protéines	- 1,5% sous forme d'acides aminés.
Les polyphénols	- Polyphénols en particulier l'oleuropéine, teneur variable selon la variété: 1,96 -2% à 7%.
Les tannins	- 1,5 à 2%
Les vitamines	-Carotènes 0,15-0,23 mg/100 g de pulpe; vitamine C 12,9-19,1 mg/100 g de pulpe, Thiamine 0,54-11,0 mg/100 g de pulpe; vitamine E (tocophérol) 238,1-352 mg/100 g de pulpe.
Substances minérales	- Potassium, calcium, sodium, magnésium, Fe, chlore.
Substances colorantes	- Chlorophylle (a et b), caroténoïdes et anthocyanine.

IV.2. Huile d'olive vierge

Parmi les huiles végétales alimentaires, l'huile d'olive occupe un rang privilégié notamment par le fait que cette huile, soit consommée surtout à l'état vierge.

D'après le Conseil Oléicole International (COI, 2015e), les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration.

Selon les normes internationales, la qualité et le classement de l'huile d'olive vierge sont déterminés par les résultats des analyses physico-chimiques et organoleptiques. Elle est commercialisée et classée en quatre catégories selon un ensemble de paramètres reportés dans le tableau IV.1.

Tableau IV.2. Paramètres analytiques standards de qualité de l'huile d'olive vierge
(COI, 2015e)

Critères de qualité	Huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état			Huile d'olive vierge non propre à la consommation en l'état
	Vierge extra	Vierge	Vierge courante	Vierge lampante
Acidité libre (% d'acide oléique)	≤ 0.8	≤ 2.0	≤ 3.3	> 3.3
Indice de peroxyde (meq O ₂ /kg)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	non limité
Absorbance K ₂₇₀ dans l'UV	≤ 0.22	≤ 0.25	≤ 0.3	non limitée
Extinction spécifique ΔK à 270nm	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	non limitée
Evaluation organoléptique	≥ 6.5	≥ 5.5	≥ 3.5	≤ 3.5

IV.2.1. Composition et caractéristiques de l'huile d'olive

L'huile d'olive occupe parmi toutes les huiles alimentaires une place particulière en raison de sa composition nutritionnelle et ses bienfaits sur la santé.

La composition et les caractéristiques de cette huile sont influencées par les conditions pédo-climatiques et les différentes opérations culturales appliquées. Elles sont aussi fortement dépendantes de la variété du fruit, de son époque de ramassage, du stockage des fruits avant trituration et de la trituration elle-même (Aparicio *et al.*, 1999).

L'huile d'olive est un mélange complexe de différents composés chimiques, d'une part, de sa composition en acides gras caractérisée par la prédominance de l'acide oléique, et d'autre part, des divers composés mineurs qu'elle renferme, tels les polyphénols et les tocophérols (Nasles, 2006), comme le montre le tableau IV.3.

Tableau IV.3. Composition chimique de l'huile d'olive (Fedeli, 1983)

Composants	Quantités
Triglycerides (99 %)	
Acides gras mono-insaturés	
Oméga 9 oléiques	63 – 83%
Acides gras saturés	
Palmitique	7 – 17%
Palmitoleique	0,3 – 3,0%
Acides gras polyinsaturés	
Oméga 6 linoléique 18 – 2n – 6	3 – 14 %
Oméga 3 linoléique 18: 3n – 3	<1.5 %
Composants mineurs et d'autres antioxydants (1%)	
Vitamine E	15-17 mg/100 ml d'huile
Composés phénoliques (phénols, acide phénolique et polyphénols)	Trace
Phyto-oestrogènes	trace
Stérols exp. b- sitosterol	trace
Hydrocarbures exp. le Squaléne	0.15 mg/100 ml d'huile
Alcools terpéniques exp. le Cyclo arthénol	trace
Substances colorantes: caroténoïdes, Chlorophylles	trace

Aparicio *et al.* (1999) ont estimé la contribution des composés phénoliques, acides gras, l' α -tocophérol et les pigments dans la stabilité de l'huile, à environ 30%, 27%, 11% et 6% respectivement.

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont proposé d'inclure les phénols comme un bon indicateur de qualité d'huile d'olive (Servili et Montedoro, 2002; Psomiadou *et al.*, 2003).

IV.3. Olive de table et l'huile d'olive: intérêts nutritionnel et valeur biologique

Compte tenu de ses propriétés, l'huile d'olive apparaît comme un véritable aliment fonctionnel susceptible d'avoir d'autres effets positifs sur la santé que de répondre aux besoins nutritionnels de base (Yaqoobb, 2002).

Comme la large popularité de l'huile d'olive dans l'alimentation des pays méditerranéens, l'olive verte ou noire intervient ainsi dans composition de nombreux plats méditerranéens. Elle se met dans les salades et elle accompagne viandes et volailles (QAIC, 2008).

Ces bienfaits pour la santé sont liés l'un ou l'autre à ses richesses en acides gras mono-insaturés et en antioxydants naturels, tels que les phytostérols, les caroténoïdes, les tocophérols et les phénols hydrophiles (Waterman et Lockwood, 2007; Preedy et Watson, 2010).

Voici un aperçu des principales propriétés de cette huile légendaire, confirmées ces dernières années par les découvertes du monde médical:

Elle est nourrissante, adoucissante, cicatrisante, sédative, cholagogue, laxative et purgative:

- Une alimentation saine, équilibrée, riche en acides gras et en triglycérides (Grati Kamoun et Khlif, 2001).
- L'acide oléique réduit particulièrement le taux du mauvais cholestérol (LDL: lipoprotéines de faible densité), responsable de la formation de l'athérosclérose (dépôts lipidiques dans les parois des artères), et augmente le bon cholestérol (HDL: lipoprotéines de haute densité), ceci conduisant à réduire le rapport LDL/HDL (Sacks et Katan, 2002).
- L'huile d'olive a des propriétés anti-thrombotiques et anti-inflammatoires (Bogani *et al.*, 2007). Elle calme la douleur, empêche le gonflement et l'infection.
- Elle présente essentiellement des propriétés antioxydantes, antihypertensives, antiagrégants plaquettaires responsables d'effets préventifs des maladies cardiovasculaires (Mustad et Kris-Etherton, 2000; Sacks et Katan, 2002) .
- Les lignanes inhibent la croissance des cellules cancéreuses au niveau du cancer du sein, de la peau, du colon et du poumon (Hirano *et al.*, 1990; Kardono *et al.*, 1990). Von Holtz *et al.* (1998) ont observé une régression sur des cellules du cancer humain de la prostate, traitées par le β -sitostérol.
- L'oleuropéine et l'hydroxytyrosol sont des agents utiles pour inhiber la fusion et l'intégration du VIH (SIDA) dans les cellules humaines [Hammer, 2005 et Cohen, 2002 cités par Benlemlih (2012)].
- Kubo *et al.* (1995) ont prouvé l'activité antimicrobienne des molécules appartenant au vaste groupe des composés aromatiques.
- L'huile d'olive facilite la digestion, favorise la sécrétion de sels biliaires, ce qui explique la grande digestibilité, évite la constipation et calme les brûlures d'estomac et les gastrites (Grati Kamoun et Khlif, 2001).

- Elle est contre l'ostéoporose, a une action bénéfique sur le diabète et l'hypertension (Franz *et al.*, 2003; Perona *et al.*, 2004; Saleh et Saleh, 2011).
- Prévention des polyphénols contre la maladie d'Alzheimer et d'autres maladies neurodégénératives (Solfrizzi *et al.*, 2006; Panza *et al.*, 2004 cités par Benlemlih (2012).
- Le tyrosol et l'hydroxytyrosol peuvent augmenter la production des mitochondries dans la cellule (Hao *et al.*, 2010), aussi induire plusieurs protéines reliées à la longévité (anti- vieillissement) des cellules cardiaques [Mukherjee *et al.* (2009) cités par Benlemlih (2012)].
- L'huile d'olive restaure les cellules de l'épiderme et combat les méfaits du vieillissement (Viola et Viola, 2009).

IV.4. Feuilles d'olivier

L'industrie oléicole engendre, en plus de l'huile d'olive comme produit principal, des sous-produits sous forme liquide (margines) et solide (grignons, feuilles et brindilles).

Durant la récolte, des feuilles pourront être cueillies avec les olives. Ces sous-produits sont écartés des olives dans les oliveraies, mais aussi dans les huileries. Ils sont estimés à 10% de la masse globale des olives récoltées (Bouaziz *et al.*, 2008). A cette quantité, s'ajoute la biomasse de la taille. En effet, après la récolte des olives, les oliviers subissent en général une taille sévère un an sur deux et une taille légère l'année suivante. Selon Nefzaoui (1991), les quantités des produits de la taille ont été estimées à 25 kg de feuilles et brindilles (diamètres inférieurs à 3 cm) produites par an et par arbre.

IV.4.1. Composition chimique des feuilles d'olivier

La composition chimique des feuilles varie en fonction de nombreux facteurs: variété, conditions climatiques, époque de prélèvement, âge des plantations (Nefzaoui, 1991).

Selon Aouidi (2012), beaucoup de résultats de recherches, par des méthodes d'analyses avancées ont confirmé que les feuilles d'olivier sont particulièrement riches en carbohydrates (tab. IV.4). La matière organique est constituée par des protéines, des lipides, des monomères et polymères phénoliques (tels que les tannins), et principalement par des polysaccharides (telles que cellulose, hémicelluloses). La teneur en protéine est faible dans les feuilles d'olivier, et sa composition en acides aminées est particulièrement

diversifiée. L'élément minéral le plus abondant dans les feuilles est le fer, avec une concentration de 273 g/ kg de matière sèche.

Tableau IV.4. Composition chimique globale des feuilles d'olivier (exprimé en g par 100 g) selon plusieurs auteurs (Aouidi, 2012)

Composition (%)	Boudhrioua et al. (2009)	Erbay et Icier (2009)	Martin-Garcia et al. (2006)	Garcia-Gomez et al. (2003)	Fegeros et al. (1995)
Eau	46,2-49,7 a	49,8 a	41,4 a	nd	44,0 a
Protéines	5,0-7,6 a	5,4 a	7,0 b	nd	nd
Lipides	1,0-1,3 a	6,5 a	3,2 b	6,2 b	nd
Minéraux	2,8-4,4 a	3,6 a	16,2 b	26,6 b	9,2 b
Carbohydrates	37,1-42,5 a	27,5 a	nd	nd	nd
Fibres brutes	nd	7,0 a	nd	nd	18,0 b
Cellulose	nd	nd	nd	19,3 b	11,4 b
Hémicellulose	nd	nd	nd	25,4 b	13,3 b
Lignin	nd	nd	nd	30,4 b	14,2 b
Polyphénols totaux	1,3-2,3 b	nd	2,5 b	nd	nd
Tannins solubles	nd	nd	nd	nd	0,3 b
Tannins condensés	nd	nd	0,8 b	nd	1,0 b

a correspond aux valeurs exprimées par rapport à la masse fraîche des feuilles d'olivier.
b correspond aux valeurs exprimées par rapport à la masse sèche des feuilles d'olivier.
nd: valeur non déterminée

IV.4.2. Intérêts thérapeutiques des feuilles d'olivier

Les feuilles d'olivier ont été largement utilisées dans les remèdes traditionnels dans les pays européens et méditerranéens. Ils ont été utilisés dans l'alimentation humaine sous forme d'extrait, de poudre et de tisane (El Sedef et Karakaya, 2009).

Selon Ritchason (1999), plusieurs recherches ont confirmé les effets thérapeutiques des feuilles d'olivier pour la santé humaine, pouvant se résumer comme suit:

- Inhibition efficace et prévention des infections causées par les microbes, virus, bactéries, champignons, parasites, levures et moisissures;
- Augmentation de l'élasticité des artères, amélioration de la circulation sanguine avec réduction de l'hypertension artérielle;
- Soulagement de l'inflammation due à l'arthrite, notamment la polyarthrite rhumatoïde;

- Amélioration des symptômes du syndrome de fatigue chronique et des troubles apparentés;
- Aptitude à lutter contre la production de radicaux libres;
- Prévention et traitement de nombreux types d'infections virales, telles que l'herpès, de nombreux virus de la grippe et du rhume, le virus d'Epstein-Barr, le VIH, le cytomegalovirus et autres;
- Elimination du candida;
- Elimination d'une variété de parasites, de protozoaires microscopiques et de vers intestinaux;
- Augmentation de la production d'énergie dans le corps;
- Soulagement des maux de dents, des hémorroïdes, du pied d'athlète, des mycoses et d'autres conditions.

IV.4.3. Voies de valorisation des feuilles d'olivier

Les feuilles d'olivier, biomasse produite en grande quantité dans les pays méditerranéens, où elles sont considérées comme une richesse naturelle qu'on doit utiliser.

Selon Aouidi (2012), de nombreux travaux ont été réalisés pour essayer d'utiliser ce sous-produit, et ainsi améliorer la rentabilité du secteur oléicole.

Historiquement, les feuilles d'olivier étaient totalement orientées vers l'alimentation animale. Toutefois, ils sont aussi utilisés en phytothérapie traditionnelle pour le traitement de certaines maladies chroniques.

Dans le cadre de la phytothérapie moderne, des compléments alimentaires à base de feuilles d'olivier sont apparus sur le marché. Ces produits sont disponibles sous forme de feuilles séchées complètement ou en poudres, d'extrait, de gélules ou d'ampoules buvables, à base des composés d'intérêt, tels que: l'oleuropéine, le tocophérol, le mannitol, les flavonoïdes et les composés phénoliques.

Outre, les propriétés radio-protectrices et antiviellissement, qui caractérisent les feuilles d'olivier, les ont prédestinées à des utilisations dans l'industrie cosmétique. Dans ce domaine, les feuilles d'olivier sont utilisées comme ingrédients dans la formulation d'énormément de produits cosmétiques et diététiques, tels que les savons, les crèmes. Les feuilles d'olivier ont aussi trouvé des applications dans l'industrie alimentaire. Elles sont principalement utilisées pour l'amélioration de la qualité et la conservation des aliments, tels que les viandes, l'olive de table, les huiles.

D'autres voies de valorisation des feuilles d'olivier, en plus de leur utilisation dans l'alimentation du bétail (García *et al.*, 2003), ils peuvent être utilisés pour élaborer un compost et constituer la matière première pour la fabrication du papier (Nefzaoui, 1991).

DEUXIEME PARTIE:

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE V. PRESENTATION DE L'OUED SOUF

V.1. Situation géographique de la région de Oued Souf

La région du Souf est située entre la limite sud-est des montagnes de l'Atlas Saharien et les frontières nord de l'Erg Oriental (fig. V.1), à une altitude de 30° 30' Nord et une longitude de 6° 47' Est (Nadjah, 1970). Cette grande région de sable est entourée par de grandes zones humides du Sahara sur les trois côtés à savoir les grands lacs de sel "Chotts" de la région de Oued Righ à l'ouest, les chotts Merouane et Melghir au nord et le Chott El-Jerid à l'est (Guezoul *et al.*, 2013).



Figure V.1. Situation géographique de la région du Souf

(<https://www.earth.google.com/>)

V.2. Caractéristiques climatiques

V.2.1. Facteurs climatiques

Les données relatives aux différentes composantes qui caractérisent le climat de la région du Souf (températures, pluviométrie, évaporation, vents, insolation et humidité relative de l'air) ont été recueillies auprès de l'Office Nationale de Météorologie (ONM) et enregistrées à la station de l'aérodrome de Guemar à El-Oued, comme indiqué dans le tableau V.1.

Tableau V.1. Relevé des données climatiques de la région de Oued Souf durant la période (2004-2014) (ONM, 2015)

Paramètres	Températures			Humidité (%)	Vents (m/s)	Précipitations (mm)	Evaporation (mm)	Insolation (heure)
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	T moy. (°C)					
Mois								
Janvier	17.65	4.91	11.05	63.3	2.28	20.57	85.52	245.67
Février	19.51	6.23	12.71	53.8	2.79	0.85	110.16	240.59
Mars	24.21	10.61	17.31	46.3	3.45	8.76	161.7	259.92
Avril	28.69	14.68	21.69	43.4	3.88	7.17	203.68	275.29
Mai	33.28	18.7	26.05	37.5	3.7	1.6	253.98	316.02
Juin	38.62	23.69	31.23	31.8	3.45	0.62	301.34	322.38
Juillet	42.07	27.08	34.65	28.7	3	0	352.17	358.24
Aout	41.13	26.46	33.74	32.6	2.88	3.7	309.17	333.13
Septembre	35.53	22.49	28.92	43.9	2.57	7.18	205.08	273.49
Octobre	30.55	17.11	23.62	50.4	2.1	5.04	156.73	260.81
Novembre	22.96	9.94	16.18	57	2	6.13	116.76	250.14
Décembre	17.99	6.75	12.06	64.1	2.01	7.96	77.76	223.33
<i>Moyenne annuelle</i>			22.43	46.07			194.50	
<i>Cumulé annuel</i>						69.58		

V.2.1.1. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance. Le Souf présente de forts maxima de températures en été, alors qu'en hiver, elles peuvent être très basses (Voisin, 2004). Une variation importante de températures entre le jour et la nuit, car le sable se refroidit beaucoup plus vite que la pierre ou l'argile (Nadjah, 1970). Les

données des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes, enregistrées pour la région du Souf durant la période (2004-2014), sont détaillées dans le tableau V.1.

Les températures dans cette région sont constamment variables, avec des écarts la nuit et des maxima de 4.91 °C à 42.07 °C, et ce, selon la durée de l'ensoleillement; où celles-ci sont élevées entre le début du mois le jour, dépassant parfois 21 °C. A l'ombre, les minima des températures progressent régulièrement de 3 °C à 25 °C. Le mois le plus froid est le mois de janvier tandis que le mois le plus chaud correspond au mois de juillet. Enfin, les températures de la période froide, s'étalent de décembre à janvier, de l'ordre de 11.05 °C, avec une moyenne de 15 °C, alors que la température varie de la période chaude, qui s'étale du mois de mai jusqu'au mois d'octobre, de 31.8 °C à 29.1 °C, avec une moyenne de 29.33 °C.

V.2.1.2. Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 2009). D'après Dubief (1963), l'origine des précipitations dans les régions sahariennes est différente selon les saisons. Les précipitations mensuelles du Souf durant la période (2004-2014) sont présentées dans le tableau V.1.

Dans la région d'étude, le mois le plus pluvieux est janvier avec 20.57 mm. Par contre, le mois le plus sec sans aucune goutte de pluie est juillet. Le total des précipitations annuelles durant la période (2004-2014) est de 69.58 mm (tab. V.2).

Tableau V.2. Répartition saisonnière des précipitations dans la région de Oued Souf, durant la période (2004-2014) (ONM, 2015)

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Cumul annuel
Précipitation (mm)	18.35	29.38	17.53	4.32	69.58

Il est constaté qu'au cours de ces dix (10) années l'existence d'une grande irrégularité des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières.

V.2.1.3. Vents

Le vent est un élément caractéristique du climat, il est caractérisé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence (Dubief, 1963). Les vents sont fréquents et cycliques, leur

direction dominante est variable suivant les saisons. Le vent du Nord-ouest vers le Sud-est (Dahraoui), sévit surtout au printemps. Le vent d'orientation Est-Nord (El-Bahri), se manifeste de fin août à mi-octobre, le plus fréquemment. En outre, les vents chauds (Chehili) sont moins fréquents, ils soufflent du Sud vers le Nord pendant l'été (Nadjah, 1970). La vitesse mensuelle du vent durant la période (2004-2014) dans la région d'étude est enregistrée dans le tableau V.1.

La vitesse du vent la plus forte est enregistrée durant le mois d'avril, avec de 3.88 m/s. Il est à souligner qu'au cours du mois de novembre, la vitesse du vent a été extrêmement faible avec de 2 m/s. La vitesse moyenne annuelle du vent est de l'ordre de 2.84 m/s (tab. V.1).

V.2.1.4. Humidité relative de l'air

C'est la vapeur d'eau qui maintient dans l'atmosphère une certaine humidité relative. Elle dépend de plusieurs facteurs, notamment la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, telles que les orages de pluie fine (Dajoz, 1982). Les valeurs d'humidité relative durant la période (2004-2014) sont présentées dans le tableau V.1.

Sur le tableau V.1, il est à remarquer que dans la région d'étude, l'humidité diminue notablement jusqu'à 28.7 % en juillet, c'est le mois qui reçoit le plus faible taux d'humidité. Par contre, en janvier, elle s'élève jusqu'au 63.3 %, c'est le mois le plus humide durant l'année.

L'air du Souf est sec, avec une humidité moyenne annuelle de 46.07 %.

V.2.1.5. Evaporation

Elle est très importante durant la période chaude de l'année, la valeur maximale est de 352.17 mm au mois de juillet et la valeur minimale est de 77.76 mm au mois de décembre. Le cumul annuel atteint 2334.05 mm (tab. V.3).

Tableau V.3. Répartition saisonnière de l'évaporation dans la région de Oued Souf, durant la période (2004-2014) (ONM, 2015)

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Cumul annuel
Evaporation (mm)	478.57	273.44	619.36	962.68	2334.05

V.2.1.6. Insolation

Les durées d'insolations moyennes mensuelles pour la région du Souf, durant la période (2004-2014), sont présentées dans le tableau V.1.

La durée d'insolation est longue dans la région du Souf avec un maximum volume horaire de 358.24 heures en juillet, et un minimum de 245.67 heures au mois de janvier. La moyenne annuelle est de 279.92 heures / mois (tab. V.1).

La région du Souf a un taux d'insolation très important, qui reçoit une grande quantité de rayons solaires et de luminosité, résultant de la pureté, présente presque toute l'année et de la rareté des nuages et de la nébulosité.

V.2.2. Synthèse climatique

Le climat de la région du Souf est de type aride, avec un été chaud et sec dont la température peut dépasser les 45 °C et un hiver doux jusqu'à 3 °C. Généralement, au Souf, il pleut rarement, et les précipitations sont irrégulières entre les saisons et les années. Le cumul annuel moyen est de 69.58 mm. La période sèche s'étale sur toute l'année (fig. V.2), particulièrement en été, de la fin mai jusqu'à fin août, où les arbres d'olivier ont subi un stress thermique qui touche ses phases critiques de développement.

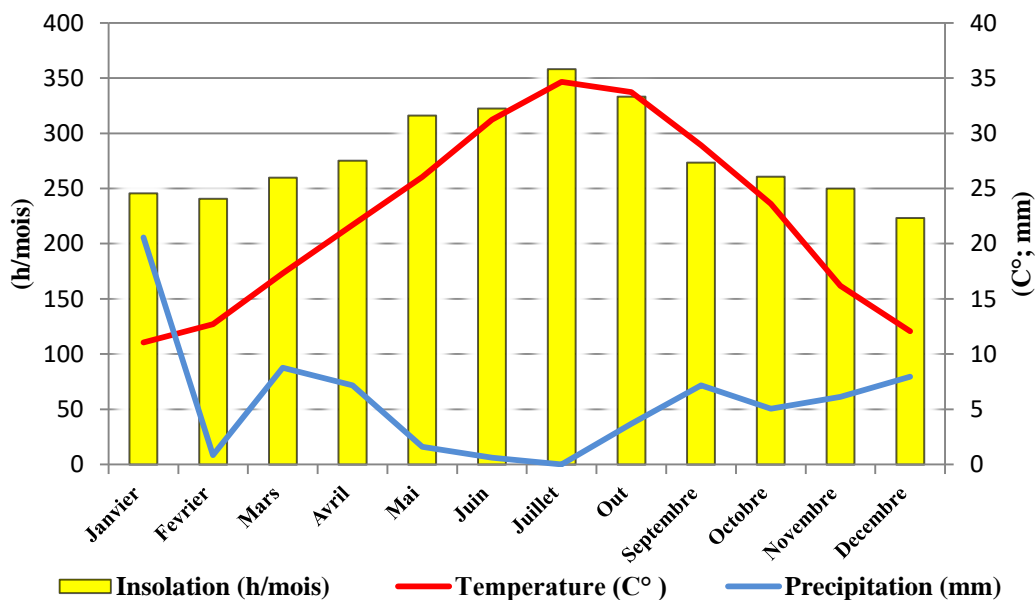


Figure V.2. Conditions météorologiques (précipitations mensuelles moyennes, ensoleillement et températures moyennes) de la région de Oued Souf durant une période de 10 ans (2004-2014)

La wilaya d'El Oued est une région très ventée et les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents très chauds, secs et violents en été, avec 3 m/s, se dirigeant du sud vers le nord, connus sous le nom de "Chehili" ou le sirocco, ainsi que des vents de sables durant le printemps, avril est le mois le plus venté.

V.3. Caractéristiques pédologiques

Le sol de la région du Souf prend deux aspects dont le plus dominant est l'ensemble dunaire qui est constitué par de grandes accumulations sableuses, tandis que l'autre aspect est dénommé localement « Shounes » (plusieurs Sahane), située dans la partie nord-est-sud, où la surface du sol est parfois caillouteuse, avec des croûtes gypseuses entourées par de hautes dunes (Ghrouds) qui leur donnent ainsi une forme de cratères (Achour, 1995).

En général, la région de Oued Souf est caractérisée par des sols légers typiques sahariens, à structure particulière. Ces sols sont connus par une texture sableuse à une bonne aération, perméable à l'eau, pauvre en matière organique, à une forte salinité et un pH alcalin (ENAGEO, 1993). En outre, le sable de la région de Souf est constitué essentiellement de silice, de gypse, de calcaire et parfois d'argile. Les proportions des matériaux sont extrêmement variables d'un kilomètre à l'autre, comme suivant: silice (40 à 60 %), gypse (10 à 40 %), calcaire (2 à 20 %) et d'argile (0 à 5 %) (Voisin, 2004).

V.4. Situation de l'oléiculture dans la wilaya d'El Oued

La région d'El-Oued est considérée comme une zone potentielle en arboriculture dans les zones sahariennes. En effet, les statistiques arboricoles (DSA, 2016) montrent l'existence de certaines espèces et variétés à pépins et à noyaux. Parmi ces espèces il faut noter:

L'olivier; la vigne; le pommier; le poirier; l'abricotier; le grenadier.

V.4.1. Evolution de superficie et répartition géographique

La willaya d'El-Oued connaît ces dernières années une importante évolution des surfaces oléicoles (tab. V.4), où les superficies en rapport ont connu une évolution croissante d'une campagne à une autre avec une nette augmentation: 101 ha en 2005/2006 à 1750 ha en 2015/2016.

Dans la wilaya d'El Oued, la superficie oléicole connaît un développement rapide surtout durant les dernières années où elle a atteint les 3100 ha durant la campagne 2015/2016 (tab. III.1 / Annexe III). Le nombre de pieds en rapport évolue et croît rapidement pour passer de 5574 en 1999/2000 à 650000 en 2015/2016 (DSA, 2016), les variétés qui se trouvent à El Oued sont essentiellement: Chemlal et Sigoise.

L'oléiculture est pratiquement présente à travers tout le territoire de la wilaya, mais avec des densités variables. Elle est essentiellement concentrée à Beni Guecha et El M'ghair ayant une superficie de 240 à 400 ha (tab. III.1 / Annexe III). Aussi à Reguiba, Trifaoui, Hassi Khelifa et El Oued, les oliviers occupent une superficie allant de 152 à 211 ha. Dans les autres communes, les superficies sont réduites entre 50 et 140 ha, va près de 26 ha surtout au sud du territoire de la wilaya: Robbah et El Ogla.

Tableau V.4. Evolution des superficies et nombres d'oliviers cultivés dans la wilaya d'El Oued, durant la période 2005-2015 (DSA, 2016)

Compagne	Superficie cultivée (ha)	Nombre d'oliviers complantés			Superficie et nombre d'oliviers en rapport	
		En masse	Isolés	Total	Superficie en rapport (ha)	Nombre productif
2005	624	137 200	35 040	172 240	101	20 240
2006	1 610	488 290	40 000	528 290	132	29 306
2007	3 054	979 489	64 000	1 043 489	158	37 678
2008	3 124	1 000 269	64 000	1 064 269	212	55 518
2009	3 128	1 001 469	64 000	1 065 469	426	164 200
2010	3 237	1 034 669	64 000	1 098 669	592	217 000
2011	3 237	1 034 629	64 000	1 098 629	870	320 000
2012	3 237	1 034 629	64 000	1 098 629	1 050	390 000
2013	3 237	1 034 629	64 000	1 098 629	1 280	480 000
2015	3 100	1 057 560	95 800	1 153 360	1 750	650 000

V.4.2. Production

La production de la wilaya d'El Oued est estimée en 2016 à 42000 qx d'olives. Cette production est transformée en 26630 qx d'olives de table et 1840 hl d'huile d'olives (tab. III.1 / Annexe III) (DSA, 2016). Les deux premières Communes productrices sont El

Oued et Beni Guecha avec 4369 qx et 4200 qx d'olive respectivement et fournissent 20.4 % de la production wilayale d'olives.

La production oléicole dans la wilaya d'El Oued durant les dix dernières années est très fluctuante (fig. V.3). A partir de 2013, il est noté une augmentation significative à cause de l'entrée des arbres des grandes surfaces oléicoles dans la phase de production; en plus, le rôle actif de l'Etat et de soutien des projets de transformation et la production d'olives de table et également la création des unités des huileries modernes pour la production de l'huile d'olive.

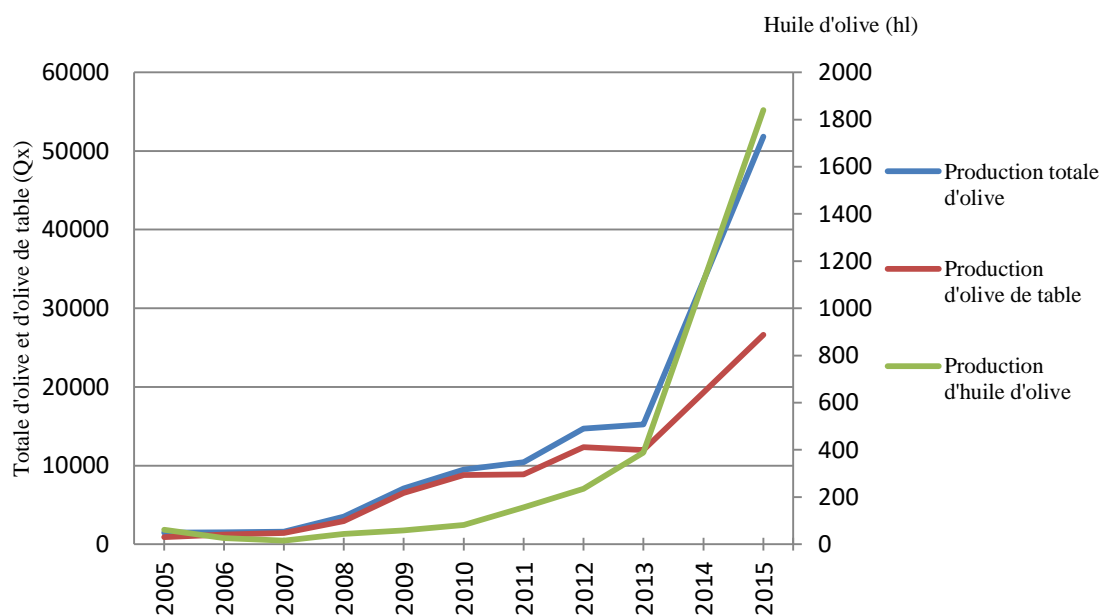


Figure V.3. Evolution de la production oléicole de la wilaya d'El Oued entre 2005 et 2015 (DSA, 2016)

V.4.3. Rendements

D'après les services statistiques et compte économique de la DSA (2016), pour la campagne 2015/2016, les rendements du secteur oléicole dans les différentes régions de la wilaya d'El Oued sont relativement homogènes (tab. III.1 / Annexe III).

Au cours des dix dernières années, le rendement total en olive et l'huile d'olive est très fluctuant (fig. V.4) est resté plus faible et non rentable du point de vue économique. La figure ci-après représente le rendement en olives et l'huile d'olive dans la wilaya d'El Oued durant la période de 2005-2015.

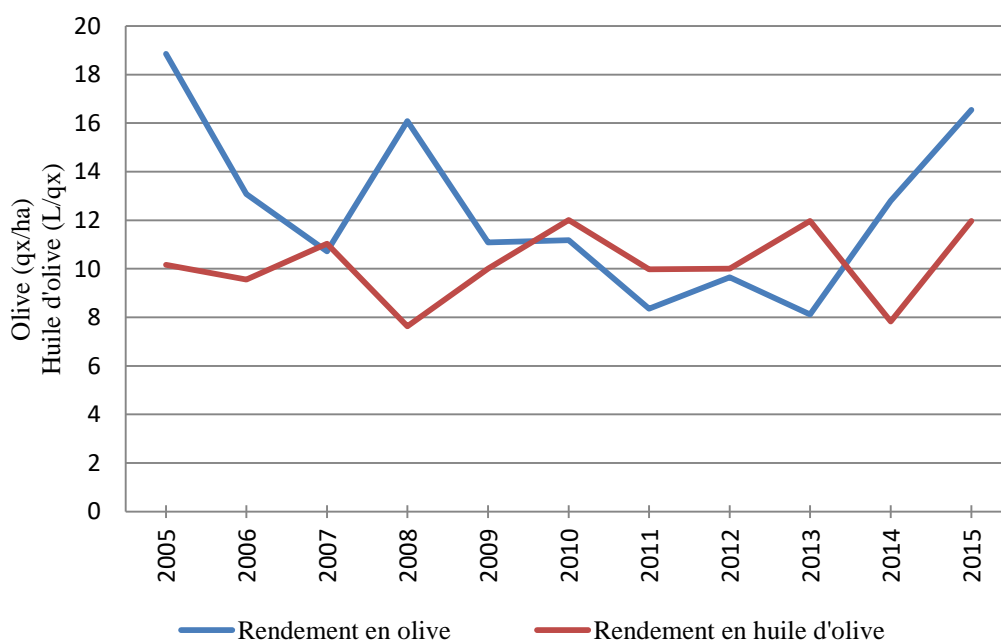


Figure V.4. Rendements en olives et l'huile d'olive dans la wilaya d'El Oued entre les années 2005 et 2015 (DSA, 2016)

La faiblesse du rendement en olives et l'huile d'olive ont pour causes, différents facteurs:

- Le phénomène de l'alternance est aggravé par l'absence de l'entretien et mal pratique de diverses opérations agricoles, due à la modeste expérience des oléiculteurs.
- les mauvaises conditions climatiques des régions sahariennes et le problème de l'excès thermiques durant la période de la maturité de fruits, ont des effets préjudiciables notamment sur le rendement en huile.
- La biodiversité variétale est très limitée et basée principalement sur deux variétés: Chemlal et Sigoise.

CHAPITRE VI. MATERIELS D'ETUDE

VI.1. Présentation du cadre de l'étude

VI.1.1. Choix du site d'étude

L'étude expérimentale est réalisée dans la ferme pilote de la station de Daouia, comme une exploitation oléicole potentielle dans la région du Souf au niveau de la wilaya d'El Oued au sud-est algérien.

Le domaine de Daouia est une société civile immobilière ; Elle a été créée au 1986 et couvre une superficie de 512 ha exploités. C'est la première exploitation de la région du Souf qui a introduit la culture de l'olivier. Elle a débuté en 1990 avec seulement 14 ha, puis a connu une évolution et elle a atteint actuellement plus de 50 ha. Il existe 10.000 arbres, d'un âge moyen qui varie de 7 et 20 ans, avec 3700 arbres productifs. L'oliveraie est gérée par un ingénieur, un technicien et 10 ouvriers permanents (Direction de la ferme, 2010).

VI.1.2. Situation géographique de la station d'étude

Le domaine de Daouia est situé au niveau de la zone Zemlet El Fares, à côté de la route de Touggourt, à 5.56 Km au sud du chef-lieu de la wilaya d'EL-Oued (fig. VI.1), située dans le sud-est algérien (altitude de 33°20'3" Nord et une longitude de 6°48'50" Est), à 80 mètres au-dessus du niveau de la mer (ANAT, 2012).



Figure VI.1. Situation géographique du domaine de Daouia
(<https://www.earth.google.com/>)

VI.2. Matériel végétal

VI.2.1. Variétés d'oliviers étudiées

Les variétés d'oliviers cultivées dans l'exploitation de Daouia sont indiquées dans le tableau VI.1 (caractéristiques plus détaillées des variétés d'oliviers étudiées (tab. III.2 / Annexe III). Elles proviennent de la wilaya de Bouira. Selon la Direction de la ferme (2010), où le choix de ces variétés est lié à leur disponibilité au marché. Il existe neuf variétés, de différentes origines géographiques, dont sept algériennes et deux espagnoles.

Tableau VI.1. Liste des variétés expérimentées: âge, origine géographique et destination de la production

Variétés	Abréviation	Âges (ans)	Destinations de la production	Origines géographiques
Aharoun	AH	7	OTH	Algérie
Azeradj	AZ	20	OTH	Algérie
Chemlal	CH	20	H	Algérie
Ferkani	FR	5	H	Algérie
Gordal (Sevillano)	GS	10	OT	Espagne
Manzanilla	MZ	10	OTH	Espagne
Neb djemel	ND	20	H	Algérie
Rougette	RG	20	H	Algérie
Sigoise	SG	20	OTH	Algérie

(OT: olive de table; OTH: olive de table et huile; H: Huile)

VI.3. Conduite de la culture

L'étude s'effectue dans la ferme pilote « Daouia » sur une période de 5 ans (2010 à 2014), sur neuf variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.), qui ont été installées à différentes dates (Tableau VI.1). Chaque variété est représentée par un nombre de pieds selon la disponibilité au niveau du verger: dix arbres pour Chemlal, Sigoise, Ferkani, Aharoun et Manzanilla et cinq arbres pour Azerradj, Rougette et Neb Djemel et quatre arbres pour Gordal (Sevillano). Les arbres sont plantés en lignes parallèles, avec une distance de 6 m entre elles et entre les arbres, ce qui donne une densité de plantation de 280 arbres/ ha (Figure). Cette densité de plantation est adoptée pour créer un microclimat plus favorable

et pour diminuer l'évapotranspiration. Pour chaque variété, les individus choisis sont ceux présentant la configuration la plus homogène possible. La répartition des variétés a été faite d'une manière aléatoire à l'intérieur de la parcelle. Le choix des individus s'est fait selon un dispositif complètement aléatoire. Il est utilisé souvent du Casuarina comme brise-vent (fig. VI.2).



Figure VI.2. Verger de comportement des variétés d'oliviers étudiées à la station de Daouia, interlignes et bordure de droite à gauche

VI.3.1. Principaux soins culturaux

Le verger expérimental est conduit selon l'expérience de l'agriculteur, comme il est indiqué dans le tableau VI.2.

Tableau VI.2. Emplacement de l'essai et conduite du verger (Direction de la ferme, 2010)

Site d'expérimentation	Hauteur Pluviométrique Moyenne	Type de sol		Eau et Système d'irrigation		Fertilisation	
		Sableux		goutte à goutte 52-150 l/jrs/arbre		Organique	N-P-K (unité)
Ferme pilote Daouia W. El Oued (30° 30' N, 6° 47' E)	< 100 (mm/an)	pH	CE	pH	CE	Origine ovine 50-100 kg/arbre/3ans	0.015-0.2 arbre/an
		8.32	0.453 ms/cm	7.35	3.73 ms/cm		

VI.3.1.1. Irrigation

Vu les conditions climatiques de cette région et la pauvreté du sol, la méthode d'irrigation du goutte à goutte s'avère indispensable et la mieux adaptée dans ces conditions. Elle permet à l'arbre de profiter au maximum de l'eau d'irrigation, et permet aussi de diminuer le développement des mauvaises herbes.

Les besoins en eau augmentent avec l'avancement du cycle de développement de l'arbre. En revanche, la durée d'irrigation varie aussi avec la saison et l'état physiologique de l'arbre où les besoins en eau d'irrigation augmentent progressivement de janvier (52 l/jrs) jusqu'à août (150 l/jrs) (Direction de la ferme, 2010). Cette augmentation est due également aux températures très élevées au cours de l'été où les besoins atteignent leur pic entre le mois d'août et septembre; où la température et l'activité physiologique sont à leur maximum. Après cette période, l'activité de l'arbre diminue progressivement et la température baisse (presque tous les fruits sont mûrs).

VI.3.1.2. Fertilisation

Le sol du domaine est un sol sableux et les amendements organiques et minéraux sont nécessaires périodiquement. Les apports appliqués sont (Direction de la ferme, 2010):

- 50 kg tous les 3ans pour un arbre de 4 à 7 ans;
- 70 kg tous les 3 ans pour un arbre de 8 à 12 ans;
- 100 kg tous les 3ans pour un arbre de 12 ans et plus.

La matière organique est d'origine ovine puisque l'exploitation possède un cheptel constitué de 900 têtes d'ovins. Elle se dégrade pendant une année sous les conditions naturelles.

Le trou de fertilisation à une forme de demi-cercle à côté de l'arbre, la prochaine opération, c'est l'autre coté qui sera fertilisé, pour ne pas dégrader le système racinaire.

Concernant la fertilisation minérale, il est rapporté 0,015 unité de N.P.K (15-15-15) chaque année au début du mois de juin pour les arbres productifs (âge de 4 ans et plus). Les apports minéraux sont donnés sous forme liquide avec l'eau d'irrigation.

Il faut noter que cette opération est absente chez les jeunes plants, ce qui influe négativement sur le bon développement des arbres; mais à partir de l'entrée en production, les besoins de l'arbre sont assurés périodiquement.

VI.3.1.3. Taille

Le verger subit une taille légère annuellement après la récolte entre février-mars. Elle est pratiquée à l'âge de 4 à 5 ans, et est basée sur l'élimination des grandes branches de deux années et plus; et il est éliminé la tige centrale. Elle se pratique pour éclaircir le centre de l'arbre pour renforcer le tronc, et aussi pour donner une forme équilibrée à l'arbre, en vue de diminuer l'effet du vent.

VI.3.1.4. Maladies, ravageurs et protection phytosanitaire

Nous n'avons pas rencontré de problèmes phytosanitaires au niveau du verger et aucun traitement n'a été appliqué contre les parasites de l'arbre, sauf un seul traitement phytosanitaire déclenché dès les premiers symptômes de la mouche de l'olive. Cette situation peut s'expliquer par l'aridité du climat dans la région d'étude.

VI.3.1.5. Récolte

Cette opération commence à partir de la mi-septembre jusqu'à la mi-décembre, et elle est effectuée manuellement, arbre par arbre, car la maturation des fruits ne se fait pas simultanément. L'ouvrier étale une bâche de plastique au-dessous du tronc de l'arbre pour faciliter le ramassage des fruits. Il utilise aussi pour la cueillette une petite herse de plastique pour ratisser les fruits mûrs.

CHAPITRE VII. METHODES D'ETUDE

VII.1. Evaluation de la production

Le rendement (poids de fruits par arbre: kg/arbre) noté annuellement sur les arbres de chaque variété sur une période de 5 ans (2010 à 2014). Fruits d'olives ont été récoltés manuellement durant la première semaine du mois de novembre (au stade de la maturité noire).

La stabilité des rendements est évaluée à l'aide de l'indice d'alternance, calculé chez les arbres de chaque variété étudiée. Il a été calculé sur le rendement moyen obtenu chaque année à l'aide de la formule de Monselise et Goldschmidt (1982):

$$IA = \frac{1}{n-1} \left(\left(\frac{a_2 - a_1}{a_2 + a_1} \right) + \left(\frac{a_3 - a_2}{a_3 + a_2} \right) + \dots + \left(\frac{a_n - a_{n-1}}{a_n + a_{n-1}} \right) \right)$$

où n est le nombre d'années d'évaluation; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ représentent le rendement en fruits d'olives obtenu chaque année (2010 à 2014).

VII.2. Caractérisation pomologique des fruits d'olives des variétés étudiées

La caractérisation pomologique des fruits d'olives est un critère de très grande importance pour l'identification et la sélection des variétés (variétés d'olives à huile ou variétés d'olives de table).

VII.2.1. Choix des caractères

Les paramètres étudiés sont parmi ceux définis par le Conseil Oléicole International dans le cadre d'un projet mondial lancé en 1997 (COI, 1997), pour la caractérisation primaire des variétés d'oliviers, dont l'Algérie est membre, participant à ce projet sous la coordination du COI.

VII.2.2. Méthode d'échantillonnage

Les mesures des caractères pomologiques ont été effectuées sur les fruits de rendement de 5^{ème} campagne (2014/2015). Les échantillons de fruits d'olives sains sont collectés au stade maturité, c'est à dire dès que les fruits sont complètement noirs et

facilement détachables. Ces derniers ont été prélevés durant la première semaine du mois de novembre, lorsque les agriculteurs de cette région récoltent habituellement leurs olives pour la production d'huile. Pour chaque cultivar, il est collecté manuellement un échantillon de 2 à 3 kg de fruits à partir des trois arbres les plus homogènes, et les fruits ont été choisis parmi les plus représentatifs et situés sur la partie de l'arbre, orientée vers le sud, à la hauteur de l'observateur (COI, 1997). Les fruits d'olives ont été immédiatement transportés au laboratoire, en utilisant des sacs isothermes, où ils ont été embarqués directement pour les mesures physiques et les analyses chimiques.

VII.2.3. Caractéristiques physiques des fruits d'olives

La caractérisation physique est effectuée à l'aide des descripteurs du Conseil Oléicole International (Barranco *et al.*, 2000) sur un échantillon de 50 fruits/variété (olives petites, de gros calibre et celles présentant de mal formations sont éliminées). Les propriétés physiques ont été évaluées comme suit: le poids frais moyen, la longueur et la largeur du fruit ont été mesurées. Les fruits ont été coupés en deux horizontalement avec un couteau en acier inoxydable, et les noyaux ont été enlevés. Après l'enlèvement et le nettoyage des noyaux, le poids frais moyen, la longueur et la largeur des noyaux ont été mesurés. L'indice de forme (longueur/largeur) du fruit et du noyau est également calculé selon Mendil et Sebai (2006) (fig. VII.1 et VII.2).

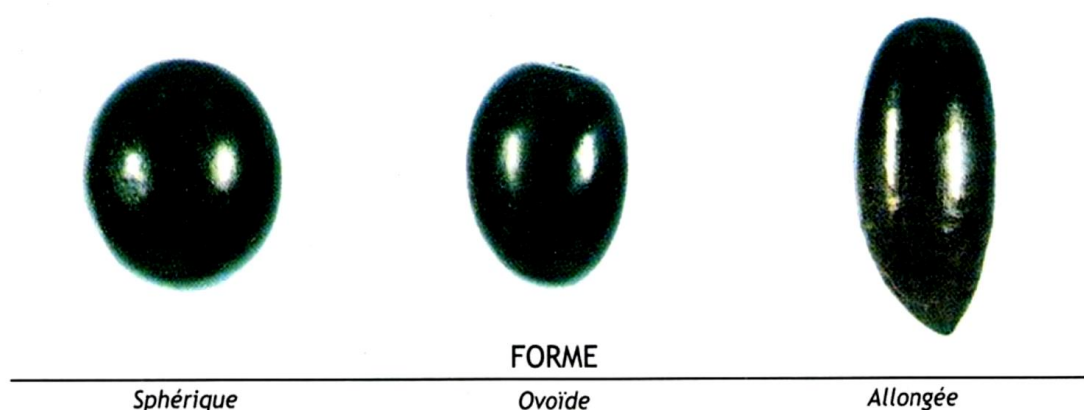


Figure VII.1. Différentes formes du fruit d'olive (Mendil et Sebai, 2006)

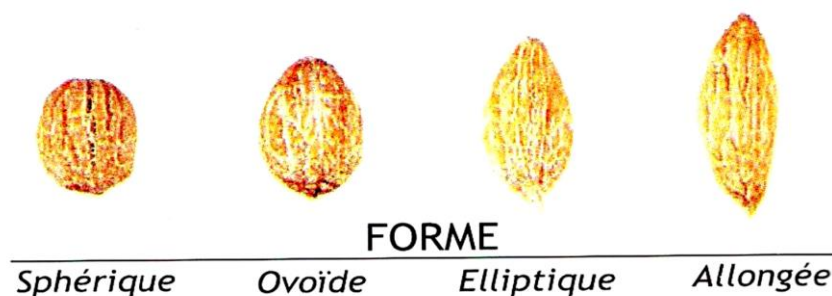


Figure VII.2. Différentes formes du noyau du fruit d'olive (Mendil et Sebai, 2006)

Pour déterminer le poids du contenu de pulpe, en soustrayant le poids du noyau du poids du fruit d'olive entier. Le rapport du poids frais (pulpe à noyau) a été déterminé en divisant la masse de pulpe par la masse du noyau.

Les volumes moyens des fruits et des noyaux de chaque fruit sont calculés en mm^3 à l'aide de l'équation suivante (Burrack *et al.*, 2011):

$$V = \frac{\pi}{6} \times L \times W^2$$

Où: V est le volume de fruits (mm^3), L est la longueur maximale (mm) et W est le diamètre équatorial (largeur) (mm).

Les poids frais et les différentes dimensions (longueur et largeur) des fruits et ceux des noyaux ont été mesurés à l'aide d'une balance de précision (OHAUS USA, Répétabilité ± 0.1 mg) et d'un pied à coulisse digital (HD^{\circledR} Electronic Digital Caliper 6" LCD (China), Répétabilité ± 0.01 mm), respectivement.

VII.2.4. Caractéristiques chimiques des fruits d'olives

VII.2.4.1. Taux d'humidité et teneur en matière sèche

Une masse initiale de fruits d'olives seront séchés dans une étuve à $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant 48 heures (Agar *et al.*, 1998). Une fois que l'olive sera sèche, il sera pesé de nouveau les deux plateaux pour déterminer le poids sec de l'olive et donc son humidité. La teneur en eau est calculée par la formule suivante:

$$\text{TH (\%)} = ((M1 - M2)/Pe) \times 100$$

TH: Teneur en eau;

M1: Poids de la capsule + échantillon avant dessiccation;

M2: Poids de la capsule + échantillon après dessiccation;

Pe: La prise d'essai.

Il est déterminé la moyenne des pourcentages d'eau de 3 essais dans les mêmes conditions. Le taux de matière sèche (MS) est obtenu comme suit:

$$MS (\%) = 100 - TH$$

VII.2.4.2. Teneur (Rendement) en huile de pulpe d'olive

. Extraction de l'huile d'olive

L'huile d'olive est extraite en utilisant le procédé d'extraction par solvant (Lalas *et al.*, 2011). Les noyaux de fruits d'olives ont été enlevés à la main et les échantillons séchés (environ 100 g) de la pulpe d'olive ont été broyés à l'aide d'un moulin à café électrique (COBRA ELECTRONICS, Algérie) et extrait trois fois (3x24h), en utilisant 250 ml de n-hexane dans un flacon d'Erlenmeyer. L'extrait liquide a été filtré au moyen d'un papier filtre, sous vide et concentré, en utilisant un évaporateur rotatif (Rotavapor[®] R-210 BUCHI Switzerland). Après évaporation du solvant, le flacon contenant la matière grasse a été séché à 105°C et refroidi dans un dessiccateur. Pour déterminer la teneur en lipides des pulpes d'olives, la phase lipidique restante a été pesée. Le rendement en huile a été exprimé en pourcentage du poids sec de la pulpe de fruit.

La teneur en huile est déterminée par double pesée et en matière grasse (MG%) de pulpe de fruit pour les variétés étudiées qui sont ainsi calculés.

VII.2.4.3. Extraction et quantification du contenu phénolique de pulpe d'olive

. Extraction des polyphénols de pulpe d'olive

4 g de pulpe d'olive résiduelle (obtenue après l'élimination de la phase de n-hexane dans la dernière extraction de l'huile d'olive) a été prise et macérée à nouveau deux fois (2x24h) dans le flacon d'Erlenmeyer, en utilisant 30 ml de méthanol pur comme solvant. Après filtration, les solutions méthanoliques sont concentrées à sec sous pression réduite dans un évaporateur rotatif à 60 °C. Les résidus secs pesés sont repris et utilisés pour la détermination du contenu phénolique total.

. Quantification des composés phénoliques totaux

Les composés phénoliques totaux sont déterminés par spectrophotométrie, suivant le protocole appliqué par Dewanto *et al.* (2002), avec quelques ajustements. Brièvement, 125 µl d'extrait végétal dilué (1:1 avec l'éthanol) a été mélangé avec 0.5 ml d'eau distillée dans un tube à essai, suivie par l'addition de 125 µl du réactif Folin-Ciocalteu (FCR). Les échantillons ont été bien mélangés puis laissés au repos pendant 6 min avant 1.25 ml d'une solution aqueuse de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à concentration de 7 % sont ajoutés. Une quantité suffisante d'eau distillée a été ajoutée pour ajuster le volume final à 3 ml.

Après une incubation du mélange réactionnel pendant 90 min à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à $\lambda = 760$ nm au moyen d'un spectrophotomètre (SHIMADZU UV-1800).

La courbe d'étalonnage ($y = 0.0025x + 0.0106$; $R^2 = 0.993$) est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 400 µg/ml). Les résultats sont ainsi exprimés en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme poids sec de la pulpe (mg EAG/g MS). Toutes les mesures sont répétées 3 fois.

VII.3. Description morphométrique des feuilles d'oliviers

Les caractéristiques morphométriques des feuilles sont très importantes pour la caractérisation primaire des variétés d'oliviers (COI, 1997), et pour soutenir la performance adaptative de la plante, en particulier dans des environnements difficiles où l'eau est un facteur déterminant (Tognetti *et al.*, 2009; Diaz-Espejo *et al.*, 2012): déficit hydrique, température élevée etc...

Dans la présente étude, il est choisi la forme et la surface foliaire.

VII.3.1. Méthode d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage utilisé est celle établie par le Conseil Oléicole International (COI, 1997), pour la caractérisation primaire des variétés d'oliviers.

Il est prélevé un échantillon de 40 feuilles adultes de la partie médiane des pousses d'une année choisies parmi les plus représentatives, situées sur la partie de l'arbre, orientée vers le sud à hauteur d'homme. Les prélèvements ont été effectués durant la première semaine du mois de novembre 2014.

VII.3.2. Forme foliaire moyenne

La forme de la feuille est déterminée par le rapport entre la longueur (LF) et la largeur (IF) (fig. VII.3) (COI, 1997):

Elliptique: $LF/IF < 4$;

Elliptique-lancéolée: $4 < LF/IF < 6$;

Lancéolée: $LF/IF > 6$.

La longueur et la largeur des feuilles ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse digital [*HD*[®] Electronic Digital Caliper 6" LCD (China), Répétabilité ± 0.01 mm].

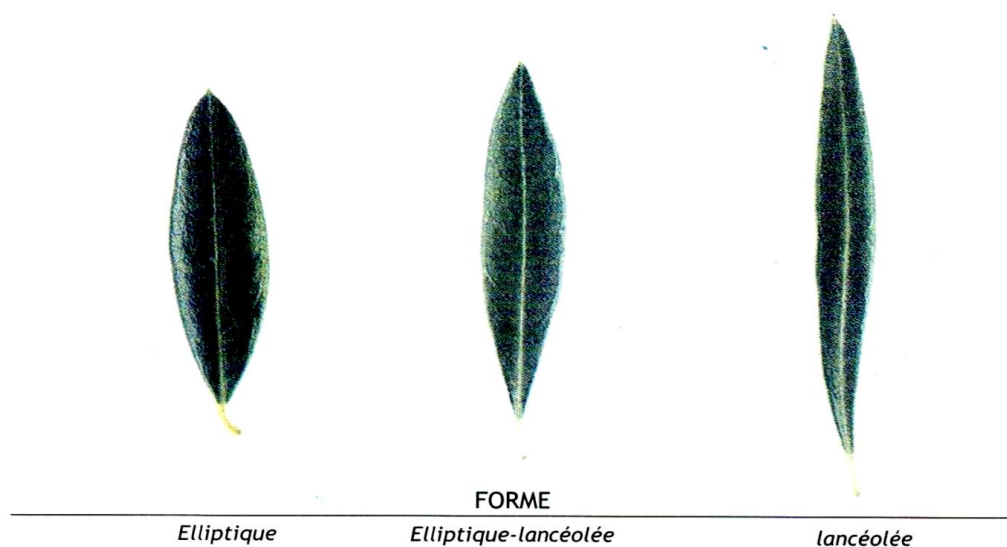


Figure VII.3. Différentes formes de la feuille d'olivier (Mendil et Sebai, 2006)

VII.3.3. Surface foliaire moyenne (cm²)

La surface foliaire moyenne des feuilles (40 feuilles) est déterminée selon Ahmed et Morsy (1999) cités par Shaheen *et al.* (2011), par la formule suivante:

$$SF \text{ (cm}^2\text{)} = 0.53 (L * W) + 1.66$$

SF: Surface foliaire;

L: Longueur de la feuille; **W:** Largeur de la feuille.

VII.4. Caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers

Le choix des feuilles d'oliviers dans cette partie de la recherche est basé sur le fait qu'elle est largement utilisée dans la thérapie traditionnelle. En outre, les feuilles représentent une grande partie des résidus du processus de la taille des arbres au niveau des vergers oléicoles à travers le monde.

VII.4.1. Collecte des feuilles d'oliviers

Pour chaque variété d'olivier étudiée, à partir des trois arbres, des feuilles frais ont été prélevées de manière aléatoire autour du périmètre de chaque arbre, à la hauteur de l'opérateur, durant la première semaine du mois d'octobre 2014 (période de maturation) à la ferme pilote de la station de Daouia, dans la région de Oued Souf. Les feuilles d'oliviers collectées ont été lavées à l'eau distillé et séchées à l'ombre et à l'abri de la lumière pendant 15 jours, puis réduites en poudre fine à l'aide d'un moulin à café électrique (COBRA ELECTRONICS, Algérie). La poudre résultante est conservée à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière dans des flacons en verre hermétiquement fermés.

VII.4.2. Extraction des polyphénols des feuilles d'oliviers

Afin d'extraire les polyphénols totaux, 1 g de poudre des feuilles de l'olivier pour chaque variété étudiée sont macérés dans 20 ml du méthanol pur pendant 48 heures. Après agitation, le filtrat récupéré est séché au rotavapeur pendant 10 minutes à 60 °C. Les polyphénols sont ensuite récupérés avec 5 ml de méthanol.

VII.4.2.1. Détermination du rendement en extraits des feuilles

Le rendement en extraits secs évaporés sur la base du poids sec a été calculé selon Maisuthisakul *et al.* (2007) à partir de l'équation suivante:

$$\text{Rendement (\%)} = (P1 * 100)/P2$$

Où: **P1** est le poids de l'extrait après évaporation de l'éthanol et **P2** est le poids sec de l'échantillon de la plante.

VII.4.3. Caractérisation quantitative des extraits des feuilles d'oliviers

VII.4.3.1. Dosage des polyphénols totaux par colorimétrie

Le dosage des polyphénols est effectué selon la méthode adaptée par Singleton et Ross en 1965 avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est un acide de couleur jaune

constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximum à 765nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Georgé *et al.*, 2005; Boizot et Charpentier, 2006).

Les composés phénoliques totaux ont été déterminés par spectrophotométrie, suivant le protocole appliqué par Dewanto *et al.* (2002).

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 400 µg/ml), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g MS). Toutes les mesures sont répétées trois (03) fois.

VII.4.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La quantification des flavonoïdes a été réalisée par une méthode adaptée avec le trichlorure d'aluminium et la soude. Le trichlorure d'aluminium AlCl₃ forme un complexe jaune avec les flavonoïdes et la soude forme un complexe de couleur rose qui absorbe dans le visible à 510 nm (Zhishen *et al.*, 1999).

La détermination de la teneur en flavonoïdes des extraits des feuilles d'oliviers est effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) (Bahorun, 1998; Djeridane *et al.*, 2006). Brièvement, 1 ml d'extrait dilué dans le méthanol ainsi que le flavonoïde standard, la quercétine aussi préparé dans du méthanol est ajouté à 1ml de AlCl₃ (solution méthanolique de 2%). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm.

La courbe d'étalonnage est effectuée par la quercétine à différentes concentrations (0 à 10 µg/ml), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme d'extrait sec (mg EQ/g). Toutes les mesures sont répétées trois (03) fois.

VII.4.3.3. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles d'oliviers

Dans le cadre de cette étude, la mise en évidence du pouvoir antioxydant des extraits des composés phénoliques des feuilles pour les variétés d'oliviers étudiées a été réalisée par un test *in vitro*, en utilisant la méthode du test de piégeage du radical libre DPPH.

- **Test de piégeage du radical DPPH**

Le DPPH[•] (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre, stable, de couleur violette, absorbe à 517 nm qui peut accepter un hydrogène donné par les antioxydants (RH) présentés dans les extraits à tester pour devenir une molécule diamagnétique stable (Soare *et al.*, 1997). La réduction du DPPH[•] s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune (fig. VII.4) qui n'absorbe plus à 517nm, ce qui permet de quantifier sa réduction par la diminution de l'absorbance à la même longueur d'onde (Chang *et al.*, 2007).

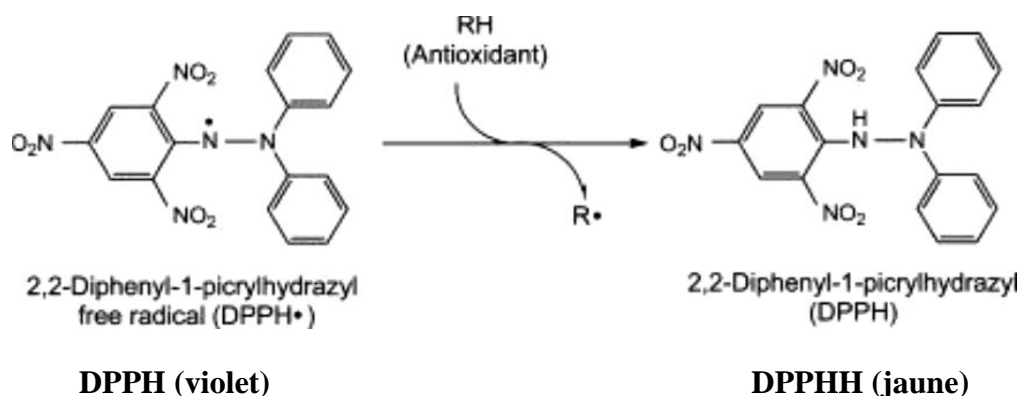


Figure VII.4. Réduction du radical DPPH[•] par un antioxydant (RH) (Lewis, 2012)

L'activité scavenger du radical de DPPH des extraits méthanoliques des feuilles d'oliviers est effectuée selon la méthode décrite par Benhammou *et al.* (2009), avec quelques modifications. Brièvement, un volume de 500 µl de différentes concentrations (10, 20, 30, 40 et 50 µg/ml) de chaque extrait est ajouté à 500 µl de la solution méthanolique du DPPH (0.25 mM) fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle, en mélangeant 500 µl de méthanol avec 500 µl d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Trois (03) répétitions ont été effectuées pour l'ensemble des préparations. Les tubes sont ensuite vortexés puis incubés durant 30 minutes à température ambiante et à l'obscurité. La lecture d'absorbance du milieu réactionnel est ensuite mesurée à 517 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre (SHIMADZU UV-1800).

- Calcul des pourcentages d'inhibitions

L'activité anti-radicalaire est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Inhibition \%} = ((Ac - At)/Ac) * 100$$

Ac: Absorbance du contrôle (solution de DPPH[•] initiale en absence des extraits);

At: Absorbance du test effectué (solution de DPPH[•] en présence des extraits).

- Calcul des IC₅₀:

Les valeurs IC₅₀ ou concentration inhibitrice de 50 % (aussi appelée EC₅₀ pour Efficient concentration 50) déterminées en mg/ml expriment la concentration efficace de l'extrait antioxydant nécessaire pour le piégeage et la réduction de 50% des molécules de DPPH en dissolution dans du méthanol. Selon Parejo *et al.* (2002), les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés; les pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations des extraits testés. Un autre paramètre exprimant la puissance antiradicalaire a été calculé, nommé "ARP" qui est égale à 1/EC₅₀ (Touaibia et Chaouch, 2014).

VII.5. Etude statistique

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne ± standard d'erreur (SE). La comparaison des moyennes est faite par le test d'ANOVA à un facteur (variété d'olive). Les valeurs d'IC₅₀ (concentration inhibitrice à 50%) sont calculées par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe [% inhibition = f (concentration)]. La différence entre les moyennes a été déterminée par le test de Fisher (test de LSD) à l'aide du logiciel Minitab 17, et les valeurs de $P \leq 0.05$ sont considérées statistiquement significatives. Les courbes et les histogrammes sont tracés par le logiciel Excel de Microsoft Office 2010.

Des analyses en composantes principales avec la matrice de corrélation ont été réalisées sur les paramètres pomologiques étudiés, dans le but de faire apparaître la diversité variétale et des corrélations entre les variables. Les analyses ont été effectuées au moyen du logiciel XLSTAT, Version 2009 (Addinsoft).

TROISEME PARTIE :

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE VIII. PERFORMANCE DE PRODUCTION OLEICOLE

VIII.1. Performance de production et l'indice d'alternance

VIII.1.1. Rendement en fruits d'olive

Dans les conditions de cette expérimentation, la performance de production réalisée est dépendante des variétés. Les rendements moyens en fruits d'olives obtenus avec des arbres de chaque variété ont différencié significativement entre les variétés d'oliviers étudiées (tab. VIII.1).

Ceci doit prendre en compte que les variétés d'olives étudiées se répartissent en trois groupes, selon les stades de développement (tab. VIII.1). Pour les variétés en stade de production, les rendements cumulatifs, sur une période de cinq années (2010-2014), oscillent entre 190.6 et 306.6 kg/arbre respectivement pour les variétés Gordal et Chemlal (fig. VIII.1). Le deuxième groupe, qui en est des variétés en stade d'entrée en production: Manzanilla et Aharoun par des rendements cumulatifs de 195.4 et 211.4 kg/arbre, respectivement. Le troisième groupe comprend uniquement la variété Ferkani, en stade de développement juvénile, par un rendement cumulé de 134 kg/arbre.

Leitao (1990) au Portugal, et Tous *et al.* (2000) en Espagne; rapportent des différences significatives entre les cultivars dans la productivité, et les facteurs écologiques ont également des impacts importants sur le rendement.

VIII.1.2. Alternance de production

L'alternance de production a caractérisé toutes les variétés expérimentées (fig. VIII.1). Ce phénomène d'alternance a été plus marqué chez la variété Rougette ($IA = 0.18$) comparée à d'autres ont été plus stables dans la production de fruits ($IA \leq 0.07$).

L'indice d'alternance (IA) est très importante, caractéristique horticole liée à la productivité; il est très dépendant de l'expression endogène et les conditions environnementales et de leurs interactions (Lavee, 2007; Toplu *et al.*, 2009b).

Cet attribut apparaît lorsque certains cultivars ont tendance à produire des rendements plus élevés pendant une année suivie par une baisse des rendements de l'année suivante (Pearce et Doberšek-Urbanc, 1967). L'alternance de production peut être l'un des principaux facteurs limitants de la production d'olives. Ce phénomène est attribué à une compétition pour les assimilés durant la différenciation des bourgeons, la croissance des inflorescences, la nouaison, la croissance des fruits et la croissance végétative (Proietti, 2003; Cuevas *et al.*, 2009). Les pratiques culturales appliquées aux vergers, notamment la taille, la fertilisation et l'irrigation contribuent à réduire son intensité (Lavee, 1997; Vossen et Kicenik Devarenne, 2007).

De même, les résultats concernant *IA*, ont été effectués par Mora *et al.* (2007) dans le sud du désert d'Atacama, au Chili et Arji (2015) dans des conditions environnementales chaudes de Sarpole Zehab de Kermanshah en Iran, confirmant que plusieurs cultivars d'oliviers ont des différences significatives en degrés d'indice d'alternance de production. Ils ont enregistré l'indice d'alternance moyen de 0.17 à 1 et 0.35 à 0.1, respectivement, et ont trouvé une forte association entre la production de fruits et l'indice d'alternance, alors que ce caractère est utile pour sélectionner le cultivar approprié dans la région testée. Les résultats obtenus dans cette recherche étaient en accord avec leur conclusion pour l'indice d'alternance de production. Parmi les cultivars, Neb djemel a le plus bas d'*IA* (0.02) dans des conditions d'environnement de la région d'Oued Souf.

Tableau VIII.1. Phases de développement et rendements moyens en fruits des variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.) étudiées

Variétés	Age et Phases de développement (Loussert et Brousse, 1978)	Rendement moyen en olives (kg/arbre)					Rendement moyen de 5 années (kg/arbre)	Rendement moyen (T/ha) extrapolé à 270 arbres/ha
		Année 2010	Année 2011	Année 2012	Année 2013	Année 2014		
Azeradj	20 ans (en production)	42.2 ± 1.16 <i>a</i>	69 ± 3.67 <i>b</i>	42.6 ± 1.12 <i>b</i>	58 ± 2.55 <i>bc</i>	72 ± 3.39 <i>b</i>	56.76 ± 6.31 <i>ab</i>	15.33 ± 1.7 <i>ab</i>
Chemlal		43 ± 1.38 <i>a</i>	72 ± 3.39 <i>b</i>	55 ± 4.47 <i>a</i>	70 ± 3.54 <i>a</i>	66.6 ± 3.17 <i>b</i>	61.32 ± 5.44 <i>a</i>	16.56 ± 1.47 <i>a</i>
Gordal (Sevillane)		31 ± 2.92 <i>bc</i>	48 ± 2.5 <i>c</i>	33 ± 3 <i>de</i>	32.6 ± 1.12 <i>d</i>	46 ± 5.34 <i>cd</i>	38.12 ± 3.52 <i>bc</i>	10.29 ± 0.95 <i>bc</i>
Neb djemel		46 ± 2.95 <i>a</i>	50 ± 3.54 <i>c</i>	44 ± 1.85 <i>b</i>	51 ± 3.32 <i>c</i>	52 ± 4.06 <i>c</i>	48.6 ± 1.54 <i>ab</i>	13.12 ± 0.41 <i>ab</i>
Rougette		19 ± 2.9 <i>d</i>	92 ± 3.72 <i>a</i>	28 ± 1.22 <i>e</i>	65 ± 3.45 <i>ab</i>	90 ± 7.07 <i>a</i>	58.8 ± 15.2 <i>a</i>	15.88 ± 4.12 <i>a</i>
Sigoise		41.8 ± 0.97 <i>a</i>	70 ± 3.51 <i>b</i>	41.6 ± 0.93 <i>bc</i>	71 ± 3.3 <i>a</i>	53 ± 3.74 <i>c</i>	55.48 ± 6.47 <i>ab</i>	14.98 ± 1.75 <i>ab</i>
Aharoun	12 ans (entrée en production)	32 ± 1.22 <i>b</i>	45 ± 5 <i>c</i>	36 ± 1.87 <i>cd</i>	56.4 ± 1.86 <i>bc</i>	42 ± 1.22 <i>cd</i>	42.28 ± 4.2 <i>abc</i>	11.42 ± 1.13 <i>abc</i>
Manzanilla		25 ± 2.24 <i>cd</i>	42 ± 3.74 <i>c</i>	32.4 ± 1.1 <i>de</i>	53 ± 3.74 <i>c</i>	44 ± 3.67 <i>cd</i>	39.28 ± 4.84 <i>bc</i>	10.61 ± 1.31 <i>bc</i>
Ferkani	7 ans (juvénile)	25 ± 2.74 <i>cd</i>	22 ± 2.55 <i>d</i>	32 ± 2.55 <i>de</i>	24 ± 3.67 <i>d</i>	35 ± 2.74 <i>d</i>	27.6 ± 2.5 <i>c</i>	7.45 ± 0.67 <i>c</i>
Valeur de <i>P</i> et degré de Signification (Annexe V.1)		< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.05 S	< 0.05 S

Tous les résultats sont exprimés sous forme de moyenne ± SE (Standard d'Erreur).
Les valeurs dans la même colonne suivies par différentes lettres sont significativement différentes à $P \leq 0,05$ par test de Fisher.
S: Significative; HS: Hautement significative.

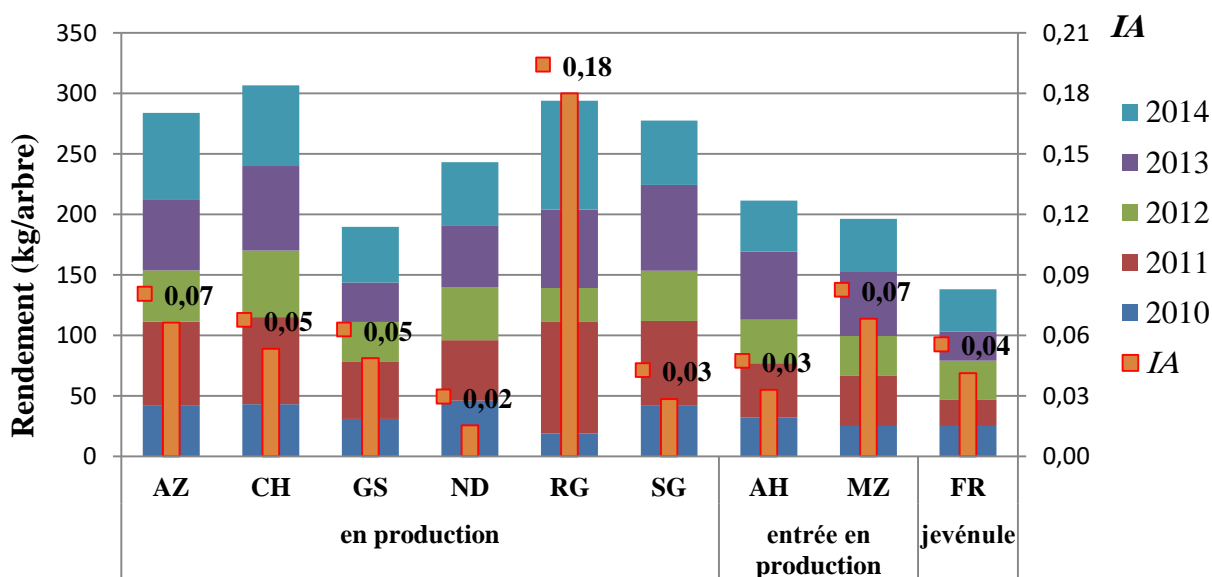


Figure VIII.1. Rendements annuels, rendements cumulatifs en fruits et l'indice d'alternance de production (IA) de neuf variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.), développées sous les conditions sahariennes de Oued Souf entre 2010 et 2014

VIII.2. Caractérisation pomologique des fruits d'olives

Les tableaux VIII.2 et VIII.3 comportent les moyennes des descripteurs pomologiques étudiés et montrent une variation importante entre les cultivars d'oliviers étudiés.

VIII.2.1. Caractéristiques physiques des fruits d'olives

VIII.2.1.1. Poids, volumes et formes des fruits et de leurs noyaux

Les caractères pomologiques des olives produites par chaque variété, le poids et le calibre moyens des olives ont varié selon les variétés (tab. VIII.2). Le poids moyen des fruits, pour toutes les variétés, s'est situé entre 9.07g pour la variété Gordal et 1.76g pour Chemlal, avec des volumes de 8726 et 1697.4 mm³, respectivement.

Les poids des olives ont été accompagnés également par les poids de leurs noyaux avec une forte corrélation positive ($r = 0.943$, tab. VIII.4). En effet, le poids moyen des noyaux a varié entre 1.11g pour Gordal et 0.39g pour Ferkani, avec des volumes de 1136.6 et 393.09 mm³, respectivement.

La forme du fruit varie significativement entre les cultivars ($P < 0.001$, tab. VIII.2) et peuvent être regroupés en trois types de forme (Barranco *et al.*, 2000). Manzanilla et Sigoise ont été sphéroïdes ($L/W < 1.25$), Neb djemel, Rougette et Aharoun ont été allongés ($L/W > 1.45$), et les autres cultivars ont été ellipsoïdes ($1.25 < L/W < 1.45$).

Il semble que le poids et les dimensions des fruits d'olives sont de grande importance pour la valeur commerciale, et de déterminer leur utilisation pour la production d'huile ou comme olives de table (Kiritsakis et Markakis, 1987). De plus, ces propriétés ont des effets significatifs sur l'efficacité d'une machine de récolte (Antognozzi *et al.*, 1990; Proietti *et al.*, 2000).

VIII.2.1.2. Rendement pulpe/noyau des fruits d'olives

Le contenu de la pulpe d'olive est un caractère variétal et le rapport pulpe/noyau est un indice important dans la détermination de la qualité des fruits. Selon les catégories établies par Del Rio et Caballero (1993), le rapport pulpe à noyau le plus élevé a été trouvé chez la Sigoise avec un taux de pulpe de fruit d'environ 88.14 %, tandis que le plus bas a été déterminé pour Chemlal avec un taux de pulpe de 70.44 %. Cependant, pour les autres cultivars, les taux de pulpe de fruit, oscillent entre 87.88 et 82.96 % pour les cultivars Gordal et Azeradj, respectivement (tab. VIII.2). Des résultats similaires ont été rapportés par Del Rio et Caballero (1993) qui ont déclaré que les cultivars d'olives ont varié considérablement dans leur rapport pulpe/noyau, et cultivars avec les taux les plus élevés à cet égard, avec une valeur plus économique.

Tableau VIII.2. Caractéristiques physiques des fruits des neuf variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.), développées sous les conditions sahariennes d'Oued Souf

Paramètres Abréviations	Fruit					Noyau					Rapport Pulpe/Noyau	Pourcentage de pulpe (%)
	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Indice de forme (L/W)	Volume (mm ³)	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Indice de forme (L/W)	Volume (mm ³)		
	PF	LF	IF	FF	VF	PN	LN	IN	FN	VN		
Aharoun	3.92±0.10 <i>ef</i>	24.55±0.28 <i>c</i>	16.64±0.14 <i>e</i>	1.48±0.01 <i>c</i>	3591.7±89.7 <i>ef</i>	0.61±0.01 <i>d</i>	18.98±0.26 <i>c</i>	7.62±0.06 <i>e</i>	2.49±0.03 <i>c</i>	581±14.4 <i>d</i>	5.47±0.09 <i>c</i>	84.38±0.23 <i>c</i>
Azeradj	4.15±0.10 <i>de</i>	23.25±0.22 <i>d</i>	17.86±0.17 <i>d</i>	1.30±0.01 <i>e</i>	3920±100 <i>e</i>	0.70±0.01 <i>c</i>	16.17±0.2 <i>d</i>	8.44±0.07 <i>d</i>	1.92±0.03 <i>e</i>	606.9±14.1 <i>d</i>	5.03±0.14 <i>d</i>	82.96±0.4 <i>d</i>
Chemlal	1.76±0.02 <i>h</i>	18.72±0.11 <i>e</i>	13.15±0.07 <i>h</i>	1.42±0.01 <i>d</i>	1697.4±21.4 <i>g</i>	0.52±0.01 <i>e</i>	14.79±0.13 <i>e</i>	7.12±0.05 <i>g</i>	2.08±0.02 <i>d</i>	393.09±6.33 <i>e</i>	2.4±0.03 <i>e</i>	70.44±0.28 <i>e</i>
Ferkani	2.33±0.06 <i>g</i>	18.82±0.19 <i>e</i>	14.26±0.13 <i>g</i>	1.32±0.01 <i>e</i>	2023.9±53.4 <i>g</i>	0.39±0.02 <i>f</i>	14.26±0.21 <i>e</i>	7.27±0.07 <i>fg</i>	1.96±0.03 <i>e</i>	399.2±11.8 <i>e</i>	5.29±0.2 <i>cd</i>	83.17±0.61 <i>d</i>
Gordal (Sevillane)	9.07±0.41 <i>a</i>	29.87±0.62 <i>a</i>	23.19±0.34 <i>a</i>	1.28±0.01 <i>ef</i>	8726±420 <i>a</i>	1.11±0.06 <i>a</i>	19.53±0.5 <i>bc</i>	10.29±0.18 <i>a</i>	1.89±0.03 <i>e</i>	1136.6±61.8 <i>a</i>	7.59±0.25 <i>a</i>	87.88±0.36 <i>a</i>
Manzanilla	5.90±0.17 <i>c</i>	24.85±0.33 <i>c</i>	20.72±0.20 <i>c</i>	1.20±0.01 <i>g</i>	5647±165 <i>c</i>	0.84±0.02 <i>b</i>	16.01±0.2 <i>d</i>	9.23±0.12 <i>c</i>	1.75±0.04 <i>f</i>	720.6±21.7 <i>c</i>	6.04±0.11 <i>b</i>	85.63±0.22 <i>b</i>
Neb djemel	3.48±0.13 <i>f</i>	27.78±0.42 <i>b</i>	15.13±0.23 <i>f</i>	1.85±0.03 <i>a</i>	3399±137 <i>f</i>	0.57±0.02 <i>de</i>	21.70±0.41 <i>a</i>	7.06±0.1 <i>g</i>	3.09±0.06 <i>a</i>	576.4±22.3 <i>d</i>	5.19±0.13 <i>cd</i>	83.51±0.35 <i>cd</i>
Rougette	4.44±0.11 <i>d</i>	27.47±0.30 <i>b</i>	17.90±0.18 <i>d</i>	1.54±0.01 <i>b</i>	4667±136 <i>d</i>	0.55±0.01 <i>de</i>	19.81±0.24 <i>b</i>	7.51±0.09 <i>ef</i>	2.65±0.03 <i>b</i>	592.6±18.9 <i>d</i>	7.2±0.17 <i>a</i>	87.54±0.26 <i>a</i>
Sigoise	6.86±0.14 <i>b</i>	27.12±0.25 <i>b</i>	21.79±0.16 <i>b</i>	1.25±0.01 <i>f</i>	6788±153 <i>b</i>	0.81±0.02 <i>b</i>	16.79±0.21 <i>d</i>	9.69±0.12 <i>b</i>	1.74±0.02 <i>f</i>	836.8±29.9 <i>b</i>	7.56±0.16 <i>a</i>	88.14±0.2 <i>a</i>
Valeur de <i>P</i> et degré de Signification (Annexe V.2)	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS

Tous les résultats sont exprimés sous forme de moyenne ± SE (Standard d'Erreur).

Les valeurs dans la même colonne suivies par différentes lettres sont significativement différentes à $P \leq 0.05$ par test de Fisher.

HS: Hautement significative

VIII.2.2. Caractéristiques chimiques des fruits d'olives

VIII.2.2.1. Taux d'humidité (TH) et teneur en matière sèche (MS) des fruits d'olives

Les résultats obtenus ont révélé que la teneur en matière sèche et en eau des fruits ont été différents significativement entre les cultivars d'oliviers étudiés ($P < 0.001$, tab. VIII.3). Selon les niveaux établis par Del Rio et Caballero (1993), le cultivar Ferkani a la matière sèche de fruit la plus élevée (45.41%) et le taux d'humidité le plus faible (54.59%), tandis que le cultivar Gordal a le pourcentage de matière sèche le plus faible (26.91%), et la teneur en eau la plus élevée (73.09%), comme il est indiqué dans le tableau VIII.3.

Tableau VIII.3. Caractéristiques chimiques des fruits de neuf variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.), développées sous conditions de la région de Oued Souf

Paramètres Abréviations	Teneur en eau (%)	Matière sèche (%)	Phénols totaux (mg EGA/g)	Contenu en huile (% MS)
Variétés	TH	MS	PT	MG
Aharoun	61.28 ± 0.93 <i>c</i>	38.72 ± 0.93 <i>c</i>	4.11 ± 0.45 <i>e</i>	27.51 ± 2.49 <i>bc</i>
Azerradj	63.37 ± 0.60 <i>c</i>	36.64 ± 0.60 <i>c</i>	4.36 ± 0.2 <i>e</i>	27.991 ± 0.891 <i>bc</i>
Chemlal	61.05 ± 0.07 <i>c</i>	38.95 ± 0.07 <i>c</i>	7.485 ± 0.12 <i>d</i>	31.02 ± 1.02 <i>b</i>
Ferkani	54.59 ± 0.32 <i>e</i>	45.41 ± 0.32 <i>a</i>	8.76 ± 0.2 <i>d</i>	40.25 ± 1.70 <i>a</i>
Gordal (Sevillano)	73.09 ± 0.71 <i>a</i>	26.91 ± 0.71 <i>e</i>	28.46 ± 0.5 <i>a</i>	9.85 ± 1.15 <i>d</i>
Manzanilla	66.49 ± 0.78 <i>b</i>	33.51 ± 0.78 <i>d</i>	18.96 ± 0.8 <i>c</i>	29.06 ± 1.94 <i>bc</i>
Neb djemel	62.99 ± 1.62 <i>c</i>	37.01 ± 1.62 <i>c</i>	18.16 ± 0.4 <i>c</i>	30.28 ± 1.55 <i>bc</i>
Rougette	58.31 ± 0.65 <i>d</i>	41.69 ± 0.65 <i>b</i>	19.16 ± 0.6 <i>c</i>	31.18 ± 2.87 <i>b</i>
Sigoise	65.98 ± 0.30 <i>b</i>	34.02 ± 0.30 <i>d</i>	23.56 ± 1.4 <i>b</i>	24.98 ± 1.52 <i>c</i>
Valeur de <i>P</i> et degré de Signification (Annexe V.3)	<0.001 HS	<0.001 HS	<0.001 HS	<0.001 HS

Tous les résultats sont exprimés sous forme de moyenne ± SE (Standard d'Erreur).
Les valeurs dans la même colonne suivies par différentes lettres sont significativement différentes à $P \leq 0,05$ par test de Fisher.
HS: Hautement significative

En outre, comme le résultat est intéressant, il y a une forte corrélation positive ($r = 0.921$, tab. VIII.4), entre la matière sèche et le pourcentage d'huile des fruits d'olives étudiés. Cette relation a été trouvée pour les cultivars Ferkani et Rougette. Cette relation était non seulement forte, mais présente un meilleur indicateur et une norme idéale de maturité aussi bien que l'indice de couleur couramment utilisé pour l'accumulation d'huile des fruits d'olives. En outre, le pourcentage de matière sèche peut être obtenu facilement en comparaison avec l'extraction d'huile d'olive (Mickelbart et James, 2003).

La teneur en eau est un facteur important au moment de la récolte, car elle a une forte influence sur l'efficacité de l'extraction au cours de la transformation. Il a également plusieurs effets sur les fruits et la qualité de l'huile d'olive. Sanchez Casas *et al.* (1999) signalent que le contenu en huile du fruit est très influencé par l'humidité de la pulpe du fruit. Cet effet antagoniste entre l'eau du fruit et des teneurs en huile d'olive peut être expliqué par leur polarité opposée et leur concurrence dans l'occupation des espaces cellulaires (Gianfranco, 1989). Pinheiro *et al.* (1995) et Proietti et Antognozzi (1996) rapportent que les valeurs d'humidité sont dépendantes des conditions environnementales dominantes, notamment les précipitations et les pratiques culturales adoptées, telle que l'irrigation. Cet effet a été encore confirmé par Motilva *et al.* (2000) pour les oliviers soumis à l'irrigation déficitaire régulée (IDR), où la teneur en huile augmente lorsque la teneur en eau diminue.

VIII.2.2.2. Teneur (Rendement) en huile de pulpe de fruit d'olive

Le tableau VIII.3, montre que la teneur en huile d'olive à la base de la matière sèche de pulpe de fruit a été différente significativement entre les cultivars étudiés ($P < 0.001$). La teneur en huile d'olive de la variété de table Gordal Sevillane n'a pas dépassé 9.85 %, alors que pour les variétés exclusivement à huile, les teneurs en huile oscillent entre 30.28 et 40.25 % pour les cultivars Neb djemel et Ferkani, respectivement. Pour les variétés à double fin, les teneurs en huile oscillent entre 24.96 et 29.06 % pour les cultivars Sigoise et Manzanilla, respectivement. Selon l'échelle établie par Del Rio et Caballero (1993), les résultats obtenus ont montré que la plupart des variétés d'olives étudiées ont une production d'huile d'olive très basse sous ces conditions du milieu saharien.

Plusieurs résultats de recherche ont confirmé que le contenu en huile d'olive peut varier selon le cultivar, les périodes de récolte et les conditions environnementales, telles que les températures et la disponibilité de l'eau. Cela a une influence significative sur la

croissance des fruits, l'accumulation d'huile d'olive et la maturation des fruits (Toplu *et al.*, 2009a; Di Vaio *et al.*, 2013; Saadati *et al.*, 2013).

La température maximale pertinente dans cette expérience a été supérieure à 40.6 °C pendant les mois de juin, juillet et août pour cinq années successives (2010 à 2014). Cette température élevée correspond à une faible humidité relative (28.7%), ce qui conduit à l'évapotranspiration excessive pendant le long et chaud été dans cette zone saharienne (fig. V.2), où l'olivier est soumis à un stress thermique élevé. Ce dernier conduit certainement à la sécheresse physiologique, causant un ralentissement de la croissance et la limite du développement, provoquant des effets indésirables pendant la biosynthèse d'assimilat lipidique et sa migration au fruit (García-Inza *et al.*, 2014; Gómez-del-Campo *et al.*, 2014). En outre, le manque de bonnes pratiques des différentes opérations agricoles au niveau des vergers de cette région dû à la modeste expérience des agriculteurs dans ce nouveau domaine de la culture pérenne de la production végétale a contribué négativement sur le rendement de l'huile d'olive. Plusieurs recherches ont confirmé que la mauvaise gestion de l'irrigation, la fertilisation et la taille diminuent le calibre des fruits d'olive, surtout leur pulpe et promouvoir une réduction de la lipogenèse (Rapoport *et al.*, 2004; Morales-Sillero *et al.*, 2007; Toplu *et al.*, 2009a).

Tableau VIII.4. Matrice de corrélations [Pearson (n)], des descripteurs pomologiques des fruits chez les variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.) étudiées

Variables	PF	LF	IF	FF	VF	PN	LN	IN	FN	VN	P/N	%P	MG	TH	MS	PT
PF	1															
LF	0.782	1														
IF	0.975	0.726	1													
FF	-0.422	0.198	-0.526	1												
VF	0.997	0.806	0.975	-0.393	1											
PN	0.943	0.669	0.910	-0.458	0.929	1										
LN	0.324	0.817	0.213	0.694	0.350	0.234	1									
IN	0.938	0.547	0.954	-0.671	0.923	0.936	0.000	1								
FN	-0.381	0.254	-0.471	0.975	-0.351	-0.448	0.747	-0.661	1							
VN	0.987	0.791	0.932	-0.348	0.981	0.957	0.380	0.911	-0.324	1						
P/N	0.811	0.787	0.822	-0.222	0.827	0.578	0.427	0.664	-0.123	0.749	1					
%P	0.704	0.747	0.732	-0.138	0.710	0.475	0.458	0.555	-0.026	0.638	0.953	1				
MG	-0.856	-0.698	-0.762	0.228	-0.847	-0.918	-0.417	-0.776	0.220	-0.916	-0.487	-0.353	1			
TH	0.857	0.653	0.799	-0.302	0.843	0.965	0.297	0.846	-0.333	0.899	0.420	0.321	-0.921	1		
MS	-0.857	-0.653	-0.799	0.302	-0.843	-0.965	-0.297	-0.846	0.333	-0.899	-0.420	-0.321	0.921	-1.000	1	
PT	0.793	0.764	0.732	-0.080	0.820	0.670	0.429	0.655	-0.092	0.781	0.734	0.579	-0.599	0.638	-0.638	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha = 0.05$

PF; LF; IF; FF; VF; PN; LN; IN; FN; VN; P/N; %P; MG; TH; MS; PT (tab. VIII.2 et VIII.3).

VIII.2.2.3. Teneur en phénols totaux de la pulpe de fruit

Les données du tableau VIII.3, ont montré une différence très hautement significative ($P < 0.001$) entre les cultivars d'oliviers étudiés pour le contenu phénolique total calculé sur la base du poids sec de la pulpe de fruit. Le contenu phénolique le plus élevé a été détecté sur l'extrait de la pulpe de Gordal (28.46 mg EAG / g MS), suivi par Sigoise (23.56 mg EAG / g MS), tandis que pour les fruits des autres cultivars, la teneur en phénols totaux est plus faible et oscille entre 4.11 et 19.16 mg EAG / g MS pour les cultivars Aharoun et Rougette, respectivement.

Dans l'Est algérien, Idoui et Bouchefra (2014) a confirmé que pour la variété Sigoise Jijelienne, la teneur en phénols totaux dans tous les fruits d'olive noire varie entre 578.40 et 1059.04 $\mu\text{g/ml}$ de pulpe sèche. En outre, les variétés d'olives grecque et portugaise sont caractérisées par des teneurs en polyphénols, variant dans une range de 82 à 171 mg/100g de pulpe d'olive (Boskou *et al.*, 2006), et 165.76 mg/kg de poids frais d'olive (Malheiro *et al.*, 2011), respectivement. Compte tenu de ces données, des extraits de pulpe de fruits d'olives de toutes les variétés étudiées peuvent être considérées comme très riches en polyphénols, en particulier les variétés Gordal, Sigoise, Rougette, Manzanilla et Neb djemel.

Les fruits d'olives sont particulièrement source riche d'antioxydants phénoliques. Considérant que la concentration de phénols dépend de plusieurs facteurs, tels que le cultivar et la maturité du fruit (Damak *et al.*, 2008; Ziogas *et al.*, 2010). Le contenu phénolique peut atteindre 14 % (poids sec) dans les jeunes fruits et peut être près de zéro dans les fruits de type noir (Parlati *et al.*, 1993). En outre, il existe de nombreux rapports confirmant l'influence du climat et l'origine géographique sur ces substances actives (Vinha *et al.*, 2005; Di Vaio *et al.*, 2013). Également, les pratiques horticoles, telles que la fertilisation, l'irrigation et la taille ont un impact clair sur les niveaux de phénols de fruits (Machado *et al.*, 2013; Rosati *et al.*, 2014).

Les composés phénoliques ont un rôle important dans la protection des plantes contre diverses bactéries et champignons pathogènes, ayant également un rôle préventif dans plusieurs invasions parasitaires (Ryan et Robards, 1998). En outre, les composés phénoliques jouent des rôles significatifs en nutrition humaine (Bravo, 1998), où beaucoup d'activités ont été rapportées, pour la plupart des composés phénoliques d'olives qui

agissent en tant qu'agents antioxydants, anti-inflammatoires, antiviraux et anti-cancérogènes (Zhao *et al.*, 2005; Kountouri *et al.*, 2007).

Comme un des résultats intéressants de la présente étude est la corrélation remarquable ($r = 0.82$, tab. VIII.4) entre le volume du fruit et leur contenu phénolique total. Aussi, il y a une forte corrélation entre le contenu phénolique de la pulpe et le rapport pulpe / noyau (P/N) du fruit, où la valeur de cette corrélation linéaire $r = 0,734$. Considérant qu'une corrélation négative $r = -0,599$, entre le contenu phénolique et l'huile du fruit d'olive a été enregistrée et est en accord avec les résultats similaires obtenus par Moltiva *et al.* (2002) et Morelló *et al.* (2004). Ils ont constaté une réduction dans le contenu phénolique et l'activité antioxydante avec le progrès de la lipogenèse et la maturation des drupes.

La dernière corrélation entre le contenu phénolique et l'huile des fruits d'olives peut être comprise selon les explications de Di Giovacchino *et al.* (1994), où l'extraction de l'huile d'olive est plus efficace avec des olives de faible teneur en eau. En outre, les composés phénoliques sont solubles dans l'eau, et ainsi, les valeurs élevées de l'humidité réduisent effectivement l'extraction phénolique. La disponibilité de l'eau induit des changements dans l'activité des enzymes responsables de la biosynthèse des composés phénoliques, tels que la L-phenylalanine ammonia-lyase (PAL) (Tovar *et al.*, 2002; Machado *et al.*, 2013).

De même, les composés phénoliques dans les fruits d'olives constituent un facteur très important pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive vierge, puisqu'ils sont responsables de sa stabilité antioxydante (Patumi *et al.*, 2002; Machado *et al.*, 2013). Cela a été confirmé par les résultats préliminaires des tests de la qualité de l'huile d'olive de la variété Chemlal, qui montrent une faible teneur en composés phénoliques en raison de son faible niveau phénolique de la pulpe du fruit.

VIII.2.3. Analyse en composantes principales (ACP) et regroupement des génotypes

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode statistique qui permet d'identifier les tendances dans les données, et d'exprimer les données de façon à accentuer leurs similarités et différences (Winterová *et al.*, 2008). Il a été précédemment utilisé pour établir les relations entre les génotypes et d'étudier les corrélations entre les traits

physiques et chimiques des fruits et d'autres caractéristiques au sein d'ensembles de génotypes d'oliviers (Hannachi *et al.*, 2007; Issaoui *et al.*, 2008).

L'ACP utilisée montre que plus de 96.45 % de la variabilité observée a été expliquée par les trois premières composantes (tab. VI.5), CP1, CP2 et CP3 ont expliqué 67.33 %, 20.06 % et 9.06 %, respectivement, de la variabilité.

La corrélation entre les variables originales et les trois premières composantes principales est montrée dans le tableau IV.1 / annexe IV. Des valeurs positives pour CP1 correspondent aux génotypes à des poids, largeurs et volumes des fruits et des noyaux les plus élevés, ainsi que la teneur en phénols totaux de la pulpe et en eau du fruit les plus élevées comme illustré dans la figure VIII.2. Les génotypes Gordal, Sigoise et Manzanilla ont été inclus dans ce groupe. Les valeurs négatives les plus élevées pour CP1 indiquent des génotypes avec des teneurs en huile et matière sèche de la pulpe du fruit les plus élevées. Ce groupe comprend les génotypes: Chemlal et Ferkani (fig. VIII.2).

Le génotype Aharoun qui présente la valeur de CP2 la plus basse se distingue en particulier par la faible teneur de la pulpe du fruit en phénols totaux (fig. VIII.2). Le groupe de génotypes avec les valeurs de CP2 les plus élevées sont caractérisées par des valeurs des indices des formes des fruits et des noyaux plus élevées et la longueur du noyau la plus élevée. Les génotypes, tels que Neb djemel et Rougette appartiennent à ce groupe suivant les indications de la figure VIII.2.

Les valeurs positives les plus élevées de CP3 montrent des génotypes qui ont les pourcentages des pulpes et les rapports pulpe/noyau des fruits les plus faibles (cultivars Chemlal et Azeradj). De la même manière, d'autres valeurs positives plus au moins élevées de PC3 indiquent des teneurs en matière sèche et en huile d'olive de pulpe des fruits plus élevées. Ces caractéristiques ont été observées dans les génotypes Ferkani et Rougette (fig. VIII.2).

En général, l'analyse des CP peut aider à sélectionner un ensemble de génotypes avec de meilleures performances de qualité du fruit (Hannachi *et al.*, 2007; Issaoui *et al.*, 2008), qui, dans notre recherche, pourraient être indiqués chez Gordal, Sigoise, Ferkani et Rougette.

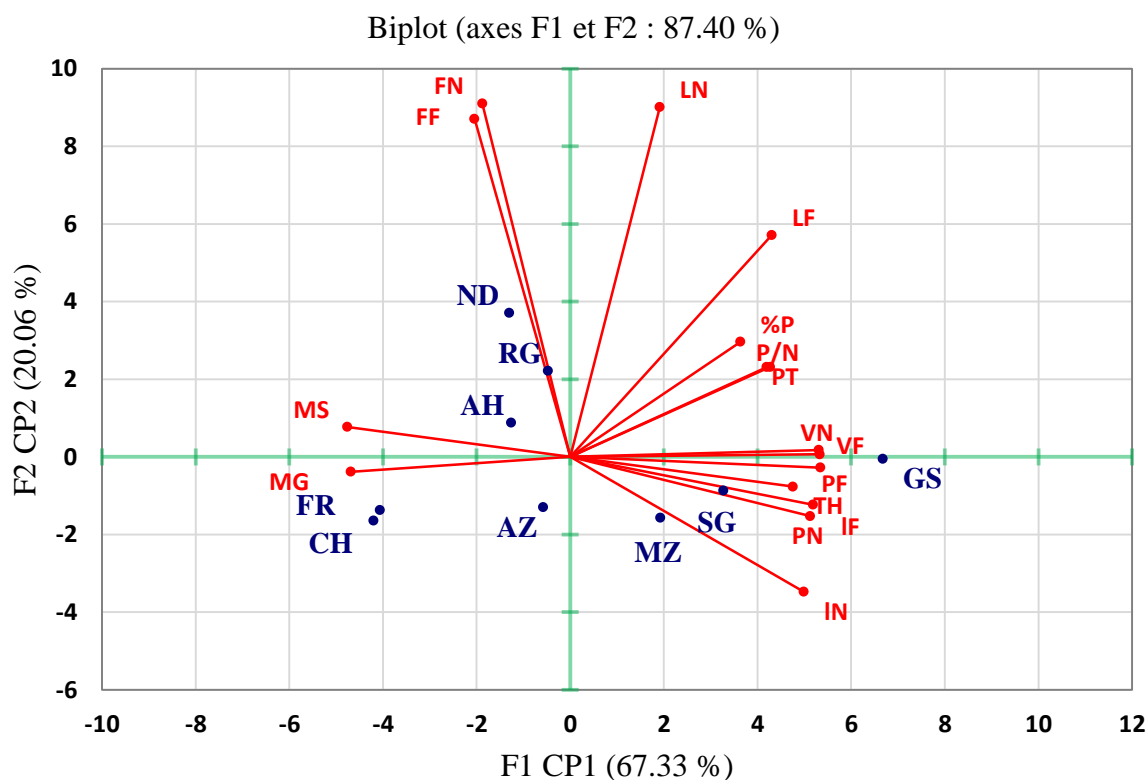


Figure VIII.2. Biplot basée sur l'analyse en composantes principales (ACP) des descripteurs pomologiques des différents génotypes d'oliviers (*Olea europaea* L.) étudiés PF; VF; LF; IF; FF; PN; VN; LN; IN; FN; P/N; %P; TH; MS; MG; PT (tab. VIII.2 et VIII.3). Variétés: Aharoun (AH), Azeradj (AZ), Chemlal (CH), Ferkani (FR), Manzanilla (MZ), Neb djemel (ND), Rougette (RG), Gordal (GS) et Sigoise (SG).

VIII.3. Description des feuilles de variétés d'oliviers étudiées

VIII.3.1. Forme foliaire

Les caractéristiques foliaires ont indiqué une grande variabilité des dimensions ($P < 0.001$, tab. VIII.5) qui oscille entre 4.88 et 7.57 cm pour les valeurs moyennes de la longueur et entre 0,97 et 1,61 cm pour les valeurs moyennes de la largeur. La caractérisation primaire de la feuille a permis de classer les variétés d'oliviers étudiées en deux groupes (COI, 1997): le premier rassemble la plupart des variétés qui sont caractérisées par la forme elliptique-lancéolée des feuilles. Le deuxième groupe se caractérise par la forme lancéolée des feuilles et comporte seulement la variété espagnole: Gordal (Sevillano).

Tableau VIII.5. Caractéristiques morphométriques des feuilles de variétés d'oliviers étudiées

Paramètres Variétés	Morphométrie foliaire				
	Longueur foliaire LF (cm)	Largeur foliaire IF (cm)	Indice de la Forme foliaire LF/IF	Forme foliaire (COI, 1997)	Surface foliaire SF (cm ²)
Aharoun	7.43 ± 0.24 <i>ab</i>	1.61 ± 0.03 <i>a</i>	4.59 ± 0.08 <i>d</i>	elliptique-lancéolée	8.08 ± 0.32 <i>a</i>
Azeradj	7.57 ± 0.09 <i>a</i>	1.51 ± 0.04 <i>b</i>	5.08 ± 0.13 <i>c</i>		7.75 ± 0.25 <i>a</i>
Chemlal	7.06 ± 0.13 <i>b</i>	1.4 ± 0.04 <i>c</i>	5.08 ± 0.11 <i>c</i>		6.95 ± 0.22 <i>b</i>
Ferkani	5.5 ± 0.1 <i>de</i>	1.12 ± 0.03 <i>d</i>	4.96 ± 0.12 <i>cd</i>		4.93 ± 0.12 <i>d</i>
Gordal (Sevillano)	7.19 ± 0.14 <i>b</i>	1.08 ± 0.02 <i>d</i>	6.71 ± 0.13 <i>a</i>	lancéolée	5.78 ± 0.15 <i>c</i>
Manzanilla	4.88 ± 0.08 <i>f</i>	0.97 ± 0.02 <i>e</i>	5.11 ± 0.16 <i>c</i>	elliptique-lancéolée	4.15 ± 0.05 <i>e</i>
Neb djemel	5.87 ± 0.16 <i>d</i>	1.05 ± 0.03 <i>de</i>	5.68 ± 0.21 <i>b</i>		4.92 ± 0.12 <i>d</i>
Rougette	6.28 ± 0.09 <i>c</i>	1.33 ± 0.03 <i>c</i>	4.76 ± 0.12 <i>cd</i>		6.1 ± 0.14 <i>c</i>
Sigoise	5.29 ± 0.11 <i>e</i>	1.08 ± 0.02 <i>d</i>	4.97 ± 0.14 <i>c</i>		4.66 ± 0.11 <i>d</i>
Valeur de <i>P</i> et degré de Signification (Annexe V.4)	< 0.001 HS	< 0.001 HS	< 0.001 HS	/	< 0.001 HS

Tous les résultats sont exprimés sous forme de moyenne ± SE (Standard d'Erreur).
Les valeurs dans la même colonne suivies par les différentes lettres sont significativement différentes à $P \leq 0,05$ par test de Fisher.
HS: Hautement significative

VIII.3.2. Surface foliaire (cm²)

Les données dans le tableau VIII.5, qui révèle que la surface foliaire moyenne diffère significativement entre les variétés d'oliviers étudiées. La variété Manzanilla a produit la plus petite surface foliaire (4.15 cm²), tandis que la surface foliaire la plus large a été obtenue avec la variété Aharoun (8.08 cm²).

De nombreuses recherches ont confirmé que les conditions environnementales pendant le développement ont également une influence marquée sur les caractéristiques des feuilles d'oliviers (Connor, 2005; Shaheen *et al.*, 2011). Chez l'olivier, parmi les caractéristiques morpho-structurales qui soutiennent la plante à résister à la sécheresse

sont: surface foliaire réduite, petite taille des cellules et des changements dans l'élasticité de la paroi cellulaire (Connor, 2005). La petite taille des feuilles d'oliviers contribue également à une forte adaptation à la demande atmosphérique; par exemple, le déficit de la pression de la vapeur de l'air étant la principale variable conduisant pour la transpiration des plantes (Tognetti *et al.*, 2009; Diaz-Espejo *et al.*, 2012).

VIII.4. Caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers

Pour les caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers étudiées, doit prendre en compte les différentes phases de développement entre les variétés d'oliviers étudiées.

VIII.4.1. Rendement d'extraction des composés phénoliques

L'extraction des composés phénoliques des échantillons des feuilles étudiées par le méthanol, a permis de déterminer les rendements de leurs extraits bruts, exprimés en pourcentage de matériel végétal sec.

Les résultats obtenus pour les extraits bruts méthanoliques (tab. VIII.6), montrent que l'évaluation des rendements varie entre 23.12 à 37.33 % et révèle l'ordre suivant:

Ferkani > Manzanilla > Chemlal > Sigoise > Azeradj > Gordal > Neb djemel > Rougette.

Cette différence, reste certainement liée à la variation de l'âge des plantations des variétés d'oliviers étudiées, et aussi probablement liée à la caractéristique génétique de chaque variété, puisque sa croissance est dans les mêmes conditions climatiques et géographiques, et l'extraction a été effectuée avec le même solvant. D'autre part, les résultats obtenus par Abaza *et al.* (2011) ont confirmé que le méthanol reste le solvant le mieux choisi pour extraire les antioxydants des feuilles d'oliviers étudiées.

VIII.4.2. Caractérisation quantitative des extraits bruts des feuilles d'oliviers

Les polyphénols en général et les flavonoïdes en particulier, sont des composés extrêmement actifs biologiquement; ce sont des antioxydants par excellence, possédant également plus d'une activité préventive et thérapeutique (Rodríguez *et al.*, 2013; Hassen *et al.*, 2015). Ils sont trouvés dans le règne végétal, dont leur nature et leur teneur sont très variables. Pour ces raisons, il est choisi d'extraire et de doser ces deux composés pour les

feuilles d'*Olea europaea* L. comme une bonne source naturelle, très riche en ces substances bioactives (El Sedef et Karakaya, 2009; Lee *et al.*, 2009a; Nashwa *et al.*, 2014).

VIII.4.2.1. Teneurs en polyphénols et flavonoïdes des feuilles d'oliviers

Les tests phytochimiques réalisés ont montré la présence des polyphénols totaux et l'apparition de la formation d'un complexe bleu qui a confirmé leur présence.

La mise en évidence des flavonoïdes dans différents extraits foliaires est confirmée par l'apparition d'une couleur rose intense.

Les analyses quantitatives des phénols totaux et des flavonoïdes sont déterminées à partir des équations de la régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage exprimées successivement en milligramme équivalent d'acide gallique et milligramme équivalent de quercétine par gramme de la matière sèche (fig. VIII.3 et VIII.4).

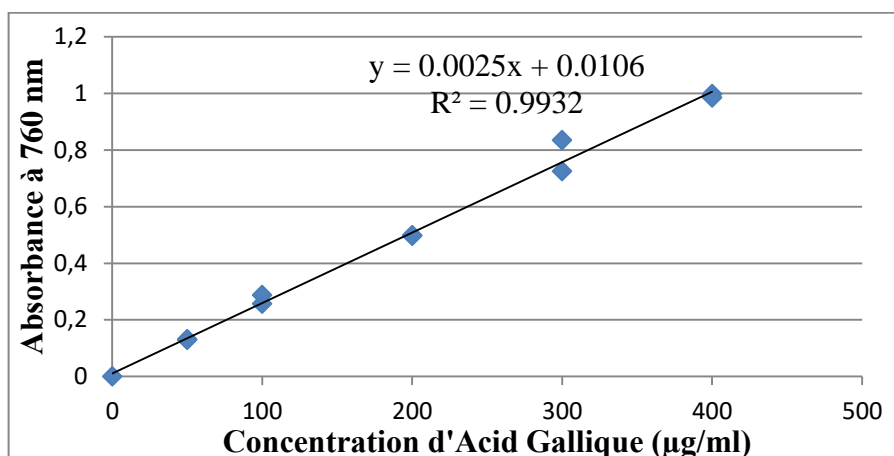


Figure VIII.3. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne de deux essais) pour le dosage des phénols totaux

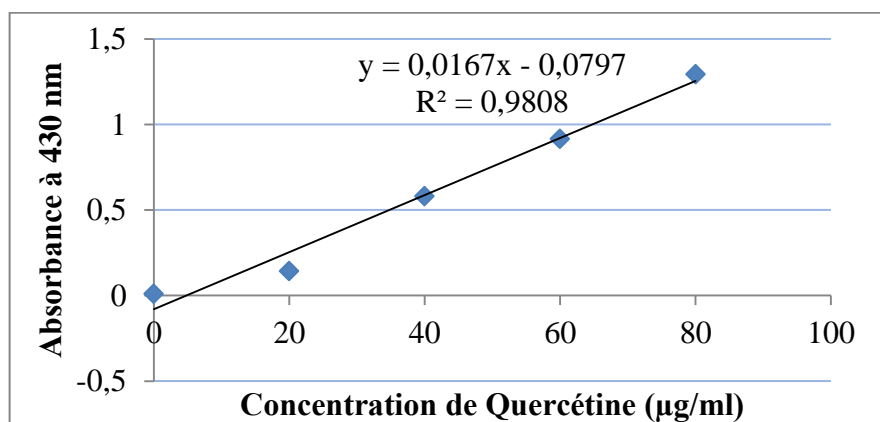


Figure VIII.4. Courbe d'étalonnage de la quercétine (moyenne de deux essais) pour le dosage des flavonoïdes totaux

Les contenus en phénols totaux et en flavonoïdes des extraits bruts méthanoliques des feuilles d'oliviers, obtenus à partir de différentes variétés étudiées sont présentés dans le tableau VIII.6.

Tableau VIII.6. Rendement d'extraction (%), phénols totaux (PT) et flavonoïdes totaux (FT) dans des extraits des feuilles d'oliviers

Paramètres Variétés	Rendement en Extrait (%)	PT (mg EAG/g MS)	FT (mg EQ/g MS)
Azeradj	30.41	388.36 ± 1.96 <i>b</i>	45.58 ± 1.64 <i>ab</i>
Chemlal	32.18	355.89 ± 1.33 <i>c</i>	42.08 ± 0.54 <i>bc</i>
Ferkani	37.33	360.49 ± 2.73 <i>c</i>	36.01 ± 0.04 <i>c</i>
Gordal (Sevillane)	28.26	298.76 ± 1.96 <i>e</i>	24.29 ± 0.35 <i>d</i>
Manzanilla	37.11	409.86 ± 2.94 <i>a</i>	37.44 ± 5.10 <i>c</i>
Neb djemel	24.37	354.76 ± 2.42 <i>c</i>	17.68 ± 2.20 <i>d</i>
Rougette	23.12	327.29 ± 1.47 <i>d</i>	49.65 ± 2.09 <i>a</i>
Sigoise	31.67	299.16 ± 1.62 <i>e</i>	47.26 ± 1.68 <i>ab</i>
Valeur de <i>P</i> et degré de Signification (Annexe V.5)		<i>P</i> < 0.001 HS	<i>P</i> < 0.001 HS
Les résultats sont exprimés ± SE (standard d'erreur) des trois répétitions pour chaque variété. Les Valeurs dans la même colonne portant des lettres différentes sont significativement différentes à <i>P</i> ≤ 0,05 par test de Fisher. HS: Hautement significative			

VIII.4.2.1.1. Teneur des feuilles en polyphénols totaux (PT)

Nos résultats ont révélé que les moyens de PT dans les extraits des feuilles d'oliviers varient de 409.86 ± 2.94 à 298.76 ± 1.96 mg EAG / g de matière sèche (*P* < 0.001, tab. VIII.6). La teneur la plus élevée a été observée dans l'ordre: Manzanilla > Azeradj > Ferkani > Chemlal > Neb djemel > Rougette comparée au contenu de Gordal et Sigoise qui en ont les plus basses teneurs. Cette étude a montré un niveau plus élevé de PT comparé à d'autres investigations rapportées par Abaza *et al.* (2011), Hayes *et al.* (2011) et Myriam Ben (2012). En outre, Mylonaki *et al.* (2008) ont trouvé le maximum de rendement théorique maximal de la teneur en polyphénols totaux, soit 250 ± 0.76 mg/g de matière sèche, en utilisant des techniques de récupération optimale des polyphénols.

Toutefois, les résultats obtenus, sont plus élevés malgré l'utilisation d'une technique d'extraction classique. La variation de la concentration des composés phénoliques dans les feuilles d'oliviers, citée dans la littérature, dépend de la variété de l'olivier, des conditions climatiques, de l'époque de prélèvement des échantillons des feuilles et de l'âge des plantations. En plus de ces facteurs de variabilité, s'ajoute l'effet de la méthode de préparation des feuilles d'oliviers (déshydratation et broyage), du procédé et des techniques d'analyses qualitative et quantitative des composés phénoliques.

VIII.4.2.1.2. Teneur des feuilles en flavonoïdes totaux (FT)

Le contenu en FT est également exprimé en mg EQ / g de matière sèche et se situe entre 17.68 ± 2.2 à 49.65 ± 2.09 mg / g ($P < 0.05$, tab. VIII.6). La variété Rougette a montré une quantité importante de FT. Neb djemel montre le niveau le plus bas de FT par rapport aux autres variétés, tandis qu'elle est supérieure à celle rapportée dans des études antérieures (Škerget *et al.*, 2005; Makris *et al.*, 2007; Abaza *et al.*, 2011). La variation observée dans la teneur phénolique et flavonoïde de l'extrait des feuilles d'oliviers rapportée par différentes études pourrait être due aux différentes méthodes appliquées pour l'extraction (technique d'extraction, nature du solvant et temps d'extraction), et aussi l'influence de l'origine de l'échantillon.

La synthèse des différents résultats des teneurs en polyphénols et flavonoïdes obtenus montre que la variation des teneurs en polyphénols pour les variétés d'oliviers étudiées ne s'accompagne pas de la même variation en flavonoïdes, c'est à dire qu'il n'existe aucune corrélation entre ces deux teneurs ($R^2 = 0.0014$).

VIII.4.2.2. Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydante

- Test de piégeage du radical DPPH

La méthode du test de DPPH est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron. La forme non radicalaire DPPH-H est formée. Les graphes ci-dessous (fig. VIII.5) présentent la variation du pourcentage du pouvoir inhibiteur en fonction de la concentration de chaque extrait foliaire des différentes variétés d'oliviers étudiées.

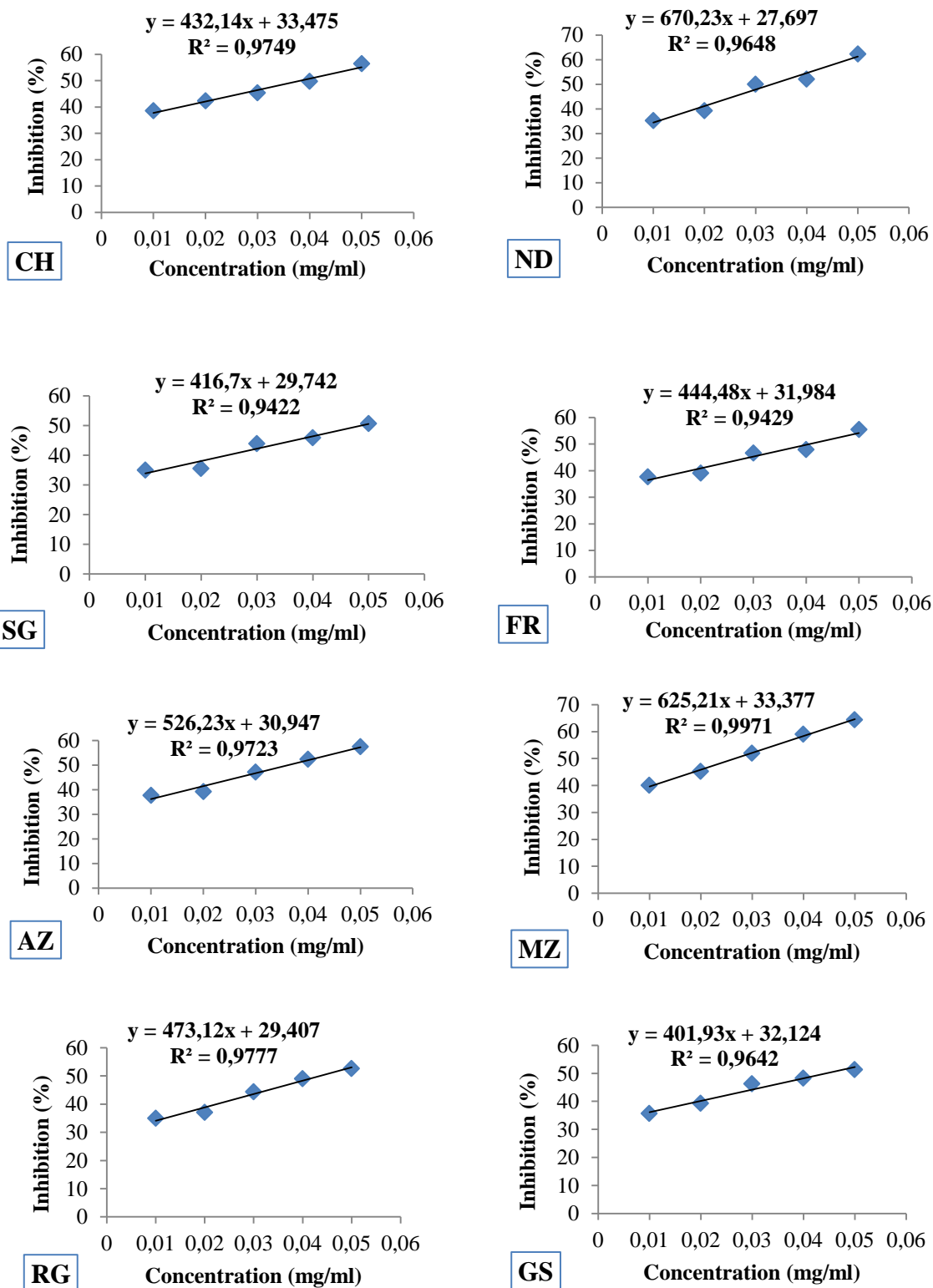


Figure VIII.5. Variation du pouvoir d'inhibition en fonction de la concentration des extraits méthanoliques des feuilles des différentes variétés d'oliviers étudiées. Variétés: Azeradj (AZ), Chemlal (CH), Ferkani (FR), Manzanilla (MZ), Neb djemel (ND), Rougette (RG), Gordal (GS) et Sigoise (SG).

Les résultats obtenus à partir de ce test ont montré qu'une réduction de l'absorbance du DPPH en solution avec l'augmentation de la dose des extraits (fig. VIII.5). Les valeurs des IC_{50} déterminées en mg/ml expriment la concentration efficace de l'extrait antioxydant nécessaire pour le piégeage et la réduction de 50% des molécules de DPPH en dissolution dans du méthanol (tab. VIII.7). Un autre paramètre exprimant la puissance anti-radicalaire a été calculé, nommé "ARP" qui est égal à $1/IC_{50}$.

Tableau VIII.7. Activité antioxydante des extraits méthanoliques des feuilles des différentes variétés d'oliviers étudiées vis-à-vis du radical DPPH

Variétés	Paramètres	IC_{50} mg/ml	ARP ($1/IC_{50}$)
Azeradj		0.0361 ± 0.001 <i>cd</i>	27.74 ± 0.71 <i>bc</i>
Chemlal		0.0387 ± 0.002 <i>c</i>	25.95 ± 1.06 <i>cd</i>
Ferkani		0.0405 ± 0.002 <i>bc</i>	24.78 ± 1.04 <i>cde</i>
Gordal (Sevillane)		0.0445 ± 0.0005 <i>ab</i>	22.46 ± 0.24 <i>ef</i>
Manzanilla		0.0265 ± 0.001 <i>e</i>	37.82 ± 1.22 <i>a</i>
Neb djemel		0.0332 ± 0.0018 <i>d</i>	30.29 ± 1.56 <i>b</i>
Rougette		0.044 ± 0.0031 <i>ab</i>	22.96 ± 1.53 <i>def</i>
Sigoise		0.0486 ± 0.0017 <i>a</i>	20.61 ± 0.71 <i>f</i>
Valeur de <i>P</i> et degré de Signification (Annexe V.5)		$P < 0.001$ HS	$P < 0.001$ HS
Tous les résultats sont exprimés sous forme de moyenne \pm SE (Standard d'Erreur). Les valeurs dans la même colonne suivies par les différentes lettres sont significativement différentes à $P \leq 0,05$ par test de Fisher. HS: Hautement significative			

Il apparaît que presque tous les extraits méthanoliques des échantillons étudiés possèdent une activité antioxydante. Ils sont capables de piéger le radical DPPH. La valeur d' IC_{50} est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé, comme elle exprime la quantité de l'antioxydant nécessaire pour diminuer 50% de la concentration du radical. Plus IC_{50} est faible plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée (Molyneux, 2004; Villano *et al.*, 2007). Comme le montre la figure VIII.5, qui est résumée dans le tableau VIII.7, les valeurs des IC_{50} sont extrêmement diverses ($P < 0.001$), l'extrait foliaire de la

variété Manzanilla a montré une activité antioxydante relativement élevée par rapport aux autres variétés, cela s'explique par la valeur la plus faible d'IC₅₀ (0.0265 ± 0.001 mg/ml); par contre, la variété Sigoise a montré l'activité antioxydante la plus faible parmi les variétés d'oliviers étudiées, s'expliquant par la valeur la plus élevée d'IC₅₀ (0.0486 ± 0.002 mg/ml).

La forte activité antioxydante des feuilles d'oliviers peut être attribuée à leur contenu polyphénolique total élevé. En fait, il a été signalé que les polyphénols constituent l'un des constituants antioxydants les plus efficaces dans la plante (Velioglu *et al.*, 1998). La teneur des polyphénols totaux des extraits des feuilles des variétés d'oliviers étudiées s'est corrélée significativement ($R^2 = 0.883$) avec leurs activités anti-radicalaires. Ces résultats corroborent ceux déjà mentionnés auparavant (Arnous *et al.*, 2002; Bouaziz *et al.*, 2008).

Les polyphénols semblent être des donateurs efficaces d'atome d'hydrogène au radical DPPH, en raison de leurs structures chimiques idéales (Turkmen *et al.*, 2007; Erol *et al.*, 2010). De plus, les activités antioxydantes peuvent être attribuées à la teneur plus élevée d'oleuropéine dans les feuilles des variétés d'oliviers et la bonne activité anti-radicalaire de l'oleuropéine pourrait être due à la présence de groupes d'hydroxyles dans sa structure chimique (Ben Salah, 2012; Hassen *et al.*, 2015). Les autres composés phénoliques mineurs ne devraient pas être négligés, parce que la synergie entre les différents produits chimiques devrait être prise en considération dans l'activité biologique (Bourgou *et al.*, 2008).

Les extraits des feuilles d'oliviers pouvaient prévenir les dommages oxydatifs dans le système biologique, en raison de sa forte capacité à piéger les espèces d'oxygène, tels que les radicaux hydroxyles (Hayes *et al.*, 2011).

Conclusion Générale

Conclusion générale

Durant cinq années d'étude, de 2010 à 2014, dans la région d'Oued Souf, les résultats laissent apparaître que certains cultivars d'oliviers (*Olea europaea* L.) testés ont produit des fruits commercialisables sur la base des caractéristiques d'olives de table. Les cultivars étudiés produisent des fruits de haute qualité commerciale à savoir de gros fruit, un taux élevé de pulpe de fruit et une pulpe riche en composés phénoliques.

Un rendement faible en huile d'olive pour les différentes variétés d'olives étudiées est noté. Il semble avoir été influencé par l'aridité climatique. Les hautes températures, l'insolation élevée et l'évapotranspiration excessive notamment en période estivale peuvent être préjudiciables à divers processus biologiques tels que la biosynthèse et la translocation des assimilés lipidiques aux fruits, ce qui conduit inévitablement à réduire la durée de la maturité et raccourcir la période phénologique habituelle des fruits. En outre, la mauvaise gestion de différentes techniques oléicoles appliquées au niveau des vergers de cette région, faute d'expérience des agriculteurs dans ce nouveau domaine de culture pérenne, a influencé négativement sur le rendement en huile d'olive.

Dans le cadre de valorisation des sous-produits oléicole, l'étude montre que les feuilles des variétés d'oliviers étudiées contiennent des teneurs plus élevées en substances bioactives (phénols et flavonoïdes totaux), ayant des activités antioxydantes très élevées par rapport aux études antérieures dans d'autres zones géographiques. Par conséquent, les feuilles d'olivier sont considérées comme une source naturelle très importante, où elle peut être adoptée en tant que matière première renouvelable pour l'industrie phytopharmaceutique et aussi l'industrie cosmétique.

Le profil variétal qui se dégage de cette étude comprend les variétés Sigoise, Rougette avec des rendements cumulatifs élevés et de bonnes propriétés des fruits. Elles seraient appropriées pour la production d'olives de table. Par leurs performances, les variétés Gordal (Sevillano) et Manzanilla sont des variétés étrangères peuvent élargir la gamme variétale à proposer pour la mise en culture dans l'environnement régional d'étude.

Pour la production d'huile d'olive, Ferkani est une variété plus prometteuse, et il faut toujours tenir compte de l'évaluation de la rentabilité économique et améliorer les différentes pratiques agricoles de production d'huile d'olive dans cette zone aride.

Perspectives

En perspective il faut une révision de la liste provisoire des variétés éligibles pour l'exploitation et la rentabilité des investissements oléicoles dans ces zones arides.

En outre, le couplage de cette étude à celles des approches en cours d'étude sur la morpho-physiologie et les analyses technologiques de l'huile d'olive peuvent permettre d'établir une base des données sur les variations génotypiques et les comportements variétales dans l'environnement spécifiques de cette région saharienne.

La nécessité de créer des instituts techniques spécialisés, tels qu'une annexe d'ITAFV dans les zones arides, et la mise en place de projets de recherches reste nécessaire pour tester les potentialités agronomiques des variétés d'oliviers introduites dans la région de Oued Souf. De mêmes, il est primordial d'introduire après expérimentation d'autres variétés d'oliviers locales et étrangères, connus par leurs tolérances aux conditions environnementales rudes, telles que des températures élevées, ainsi que le stress hydrique. Il y a aussi un besoin urgent d'améliorer la conduite culturale par l'introduction de technologies avancées tels que les systèmes d'irrigation et de fertigation intelligents.

La démarche de recherche a permis de dégager une partie des potentialités de l'oléiculture à Oued Souf. Toutefois, le renforcement de celle-ci par d'autres recherches est nécessaire pour améliorer la rentabilité économique et assurer ainsi une meilleure valorisation des produits et sous-produits de l'oléiculture, permettant un développement durable de l'agriculture saharienne.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Abaza, L., Ben Youssef, N., Manai, H., Mahjoub Haddada, F., Methenni, K., Zarrouk, M., 2011. *Grasas Aceites*, 62 (1): 96-104.
- Abaza, L., Msallem, M., Daoud, D., Zarrouk, M., 2002. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 9 (2): 174-179.
- Abaza, L., Talorete, T.P., Yamada, P., Kurita, Y., Zarrouk, M., Isoda, H., 2007. *Bioscience biotechnology and biochemistry*, 71 (5): 1306-1312.
- Abdessemed, S., Muzzalupo, I., Benbouza, H., 2015. *Sci Hort*, 192: 10-20.
- Abichou, M., Rouina, B.B., Taamallah, H., Gargouri, K., 2003. *Revue Ezzaitouna*, 9 (1): 1-21.
- Achour, A., 1995. Mémoire d'ingénieur. Université de Ouargla: 65p.
- Agar, I.T., Hess-Pierce, B., Sourour, M.M., Kader, A.A., 1998. *J. Agric. Food Chem.*, 46 (9): 3415-3421.
- ANAT, 2012. Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya d'El Oued. *Phase I. ANAT (Agence Nationale d'Aménagement du Territoire). Algérie.*: 120 p.
- Antognozzi, E., Cartechini, A., Tombesi, A., Proietti, P., 1990. *Acta Hortic.*, 286: 417-420.
- Aouidi, F., 2012. Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie. Université du Carthage, Tunisie, 139 p.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, M.A., Gutiérrez, F., 1999. *J. Agric. Food Chem.*, 47 (10): 4150-4155.
- Argenson, C., Regis, S., Jourdain, J., Vaysse, P., 1999. L'olivier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), Paris, France, 204 p.
- Arji, I., 2015. *Biological Forum*, 7 (1): 1865-1870.
- Arnous, A., Makris, D.P., Kefalas, P., 2002. *Journal of food composition and analysis*, 15 (6): 655-665.
- Baccouri, B., Zarrouk, W., Krichene, D., Nouairi, I., Youssef, N.B., Daoud, D., Zarrouk, M., 2007. *Journal of Agronomy*, 6 (3): 388-396.
- Bahorun, T., 1998. Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Second Annual Meeting of Agricultural Scientists, 83 p.
- Balatsouras, G., 1966. *Grasas Aceites*, 17: 83-88.

- Balatsouras, G., 1997.** Méthodes d'élaboration des olives de tables. In Encyclopédie Mondiale de l'Oliver. Conseil Oléicole International, Madrid (Espagne), Pp. 295-345.
- Baldoni, L., Belaj, A., 2009.** Olive. Oil crops. Springer, Pp. 397-421.
- Baldoni, L., Fontanazza, G., 1989.** Preliminary results on olive clonal rootstocks behaviour in the field. International Symposium on Olive Growing 286, Pp. 37-40.
- Baldy, C., 1990.** Le climat de l'olivier (*Olea europaea* L.). *Volume jubilaire du professeur P. QUEZEL. Ecole Méditerranée XVI*: Pp.113-121.
- Barranco, D., Cimato, A., Fiorino, P., Rallo, L., Touzani, A., Castañeda, C., Serafín, F., Trujillo, I., 2000.** World catalogue of olive varieties. *International Olive Oil Council, Madrid*, 480 p.
- Barranco, D., Rallo, L., 2000.** *Hort Technology*, 10 (1): 107-110.
- Beddiar, A.M., M N., 2007.** Infectivité et efficacité de 4 morphotypes de spores de champignons endomycorhiziens à arbuscules extraits de sols Algériens et inoculés à l'oléastre (*Olea oleaster* « HOOFG. Et LINK. »). Colloque international sur les BioTech World., 24-25 Novembre, Oran, Algérie, 18 p.
- Belaj, A., Trujillo, I., De la Rosa, R., Rallo, L., Gimenez, M., 2001.** *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 126 (1): 64-71.
- Bellahcene, M., Forats, Z., Geiger, J., Matallah, A., Henni, D., 2000.** *Olivæ*, 82: 41-43.
- Ben Rouina, B., 2001.** La taille de l'olivier. Cours International « gestion technique des plantations d'olivier en conditions d'agriculture pluviale: Nouvel perspective ». Sfax, Tunisie, 17 p.
- Ben Salah, A., Marzouk, B., Cherif, A., 1986.** *Olivæ*, 14: 14-17.
- Ben Salah, M., 2012.** Study of phenolic composition and biological activities assessment of olive leaves from different varieties grown in Tunisia. *Med Chem.* 2:107-111.
- Benabid, H., 2009.** Caractérisation de l'huile d'olive algérienne, Apports des méthodes chimométriques. INATAA. Université Mentouri De Constantine, Algérie, 139 p.
- Benettayeb, Z.E., 1993.** Biologie et écologie des arbres fruitiers. Ed. O.P.U., Alger, 140 p.
- Benhammou, N., Bekkara, F.A., Panovska, T.K., 2009.** *Comptes Rendus Chimie*, 12 (12): 1259-1266.
- Benlemlih, M., Ghanam, J., 2012.** Polyphenols d'huile d'olive, trésors santé. Medicatrix, Belgique, 208 p.
- Benrachou-Boudour, N., Henchiri, C., Djeghaba, Z., 2011.** biochemical characterization of tree olive oils from tree cultivar of east of Algeria. *Fundam. Clin. Pharmacol.*

WILEY-BLACKWELL COMMERCE PLACE, 350 MAIN ST, MALDEN 02148, MA
USA, Pp. 11-12.

- Besnard, G., Garcia-Verdugo, C., De Casas, R.R., Treier, U.A., Galland, N., Vargas, P., 2008.** *Ann. Bot.*, 101 (1): 25-30.
- Blázquez, J.M., 1997.** Origine et diffusion de la culture., Encyclopédie mondiale de l'olivier. COI, Madrid, Espagne, Pp. 19-58.
- Bogani, P., Galli, C., Villa, M., Visioli, F., 2007.** *Atherosclerosis*, 190 (1): 181-186.
- Boivin, N., 2014.** Destinée des S-RNases dans les tubes polliniques lors des croisements compatibles et incompatibles. Département de sciences biologiques, Université de Montréal, 59 p.
- Boizot, N., Charpentier, J.-P., 2006.** *Le Cahier des Techniques de l'INRA, Numéro spécial 2006: Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques*: Pp. 79-82.
- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulos, N.K., 2006.** *Food Chem.*, 94 (4): 558-564.
- Bouaziz, M., Fki, I., Jemai, H., Ayadi, M., Sayadi, S., 2008.** *Food Chem.*, 108 (1): 253-262.
- Boulouha, B., 1995.** *Olivae*, 58: 54-57.
- Bourgou, S., Ksouri, R., Bellila, A., Skandrani, I., Falleh, H., Marzouk, B., 2008.** *C. R. Biol.*, 331 (1): 48-55.
- Bravo, L., 1998.** *Nutr. Rev.*, 56 (11): 317-333.
- Breton, C., Médail, F., Pinatel, C., Bervillé, A., 2006.** *Cahiers Agricultures*, 15 (4): 329-336.
- Burrack, H., Bingham, R., Price, R., Connell, J., Phillips, P., Wunderlich, L., Vossen, P., O'Connell, N., Ferguson, L., Zalom, F., 2011.** *California Agriculture*, 65 (1): 14-20.
- Bustan, A., Avni, A., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., Riov, J., Erel, R., Zipori, I., Dag, A., 2013.** *Sci Hort*, 152: 44-55.
- Camps-Fabrer, H., 1953.** olivier et l'huile dans l'Afrique romaine. *Imp. Officielle*, Université de Virginie, 95 p.
- Camps, G., 1974.** Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara. *Doin* 366 p.
- Cantini, C., Cimato, A., Sani, G., 1999.** *Euphytica*, 109 (3): 173-181.

- CAR/PP, 2000.** Prévention de la pollution dans la Production d'huile d'olive. Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre. Plan d'Action pour la Méditerranée, Barcelona, Espagne, 140 p.
- Caravaca, F., Barea, J., Figueroa, D., Roldán, A., 2002.** *Applied Soil Ecology*, 20 (2): 107-118.
- Chang, H.-Y., Ho, Y.-L., Sheu, M.-J., Lin, Y.-H., Tseng, M.-C., Wu, S.-H., Huang, G.-J., Chang, Y.-S., 2007.** *Botanical Studies*, 48 (4): 407-417.
- Cherbiy-Hoffmann, S.U., Searles, P.S., Hall, A.J., Rousseaux, M.C., 2012.** *Sci Hort*, 137: 36-42.
- Chimi, H., 2006.** Bulletin mensuel d'information et de liaison de PNTTA: Maroc, 4 p.
- Chimi, H., Ouaouich, A., 2007.** Guide du producteur de l'huile d'olive, Préparé dans le cadre du projet de développement au Maroc. ONUDI, Austria, Vienne, 35 p.
- Chiou, A., Kalogeropoulos, N., Salta, F.N., Efstathiou, P., Andrikopoulos, N.K., 2009.** *LWT-Food Science and Technology*, 42 (6): 1090-1097.
- Chol, P., Lauri, P.E., Moutier, N., 2005.** L'olivier. *In: De la taille à la conduite des arbres fruitiers.* Editions du Rouergue, Parc Saint-Joseph, Pp. 193-208.
- Cimato, A., 1990.** *Olivae*, 31: 20-31.
- Civantos, L., 1998.** L'olivier, l'huile d'olive et l'olive. Ed, Conseil oléicole international, Espagne, 130 p.
- COI, 1997.** Méthodologie pour la caractérisation primaire des variétés d'olivier. *Projet RESGEN-CT (67/97), Union Européenne/COI*, 10 p.
- COI, 2004.** NORME COMMERCIALE APPLICABLE AUX OLIVES DE TABLE. RÉOLUTION N° RÉ-2/91-IV/04. Conseil Oléicole Internationale, Madrid – Espagne, 19p.
- COI, 2007.** Techniques de production en oléiculture. Conseil oléicole international, Madrid, Espagne, 346 p.
- COI, 2012a.** DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OLÉICULTURE DE L'ITALIE. Conseil oléicole international, Fiche Descriptive, Politique - Italie, 13 p.
- COI, 2012b.** DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OLÉICULTURE EN ESPAGNE. Conseil oléicole international, Fiche Descriptive, Politique - Espagne, 14 p.
- COI, 2012c.** DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OLÉICULTURE EN FRANCE. Conseil oléicole international, Fiche Descriptive, Politique - France, 11 p.

- COI, 2015a.** Étude internationale sur les coûts de production de l'huile d'olive. *International Olive Council, Octobre 2015. Madrid ,Spain. : 41p.*
- COI, 2015b.** KEY-FIGURES ON THE WORLD MARKET FOR OLIVE OILS. Data adopted at the 103nd session of the IOOC, 23-27 November 2015, Madrid ,Spain, 3 p.
- COI, 2015c.** KEY FIGURES ON THE WORLD MARKET FOR TABLE OLIVES. Data adopted at the 103nd session of the IOOC, 23-27 November 2015, Madrid ,Spain, 3 p.
- COI, 2015d.** MARCHÉ MONDIAL DE L'HUILE D'OLIVE ET DES OLIVES DE TABLE 2014/15. NEWSLETTER-MARCHÉ OLÉICOLE. Conseil oléicole international, Madrid ,Spain. N° 95 - juin 2015, 5 p.
- COI, 2015e.** NORME COMMERCIALE APPLICABLE AUX HUILES D'OLIVE ET AUX HUILES DE GRIGNONS D'OLIVE. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 8 février 2015. Conseil Oléicole Internationale, Madrid – Espagne, 18 p.
- Collectif, 2009.** Cahier des prescriptions techniques pour l'installation et conduite d'une oliveraie en intensif. *Réalisé par l'ITAFV l'INSID, le CNCC et l'ITDAS. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algerie: 21p.*
- Connor, D., Fereres, E., 2005.** *Hortic. Rev*, 31: 155-229.
- Connor, D.J., 2005.** *Australian Journal of Agricultural Research*, 56 (11): 1181-1189.
- Courboulex, M., 2009.** Les oliviers. *Éd. Rustica*, Paris, France, 119 p.
- Crossa-Raynaud, P., 1984.** Quelques productions fruitières dépendant d'une pollinisation anémo-game: noyer, noisetier, olivier, palmier-dattier, pistachier. In: Pesson P, L.J. (Ed.), *Pollinisation et productions végétales*. Editions Quae, INRA, Paris, Pp. 168 - 172.
- Cuevas, J., Pinillos, V., Polito, V., 2009.** *J Horti Sci Biotechnol*, 84: 370-374.
- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., Ben-David, E., 2011.** *Sci Hort*, 127 (3): 358-366.
- Dajoz, R., 1982.** Précis d'écologie. Écologie fondamentale et appliquée. Ed. GauthierVillars Paris, 503 p.
- Damak, N., Bouaziz, M., Ayadi, M., Sayadi, S., Damak, M., 2008.** *J. Agric. Food Chem.*, 56 (5): 1560-1566.
- Daoudi, L., 1994.** *Thèse de magister*, Inst. Nat. Agr. El-Harrach: 132 p.
- De Candolle, A., 1883.** *Origine des plantes cultivées*. G. Baillièrre et cie, Paris, 380 p.
- De la Rosa, R., Angiolillo, A., Guerrero, C., Pellegrini, M., Rallo, L., Besnard, G., Bervillé, A., Martin, A., Baldoni, L., 2003.** *Theor. Appl. Genet.*, 106 (7): 1273-1282.

- Del Rio, C., Caballero, J., 1993.** Preliminary agronomical characterization of 131 cultivars introduced in the olive germplasm bank of Cordoba in March 1987. II International Symposium on Olive Growing 356, Pp. 110-115.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K., Liu, R.H., 2002.** *J. Agric. Food Chem.*, 50 (10): 3010-3014.
- Di Giovacchino, L., Solinas, M., Miccoli, M., 1994.** *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71 (11): 1189-1194.
- Di Vaio, C., Nocerino, S., Paduano, A., Sacchi, R., 2013.** *J. Sci. Food Agric.*, 93 (5): 1134-1139.
- Diaz-Espejo, A., Buckley, T., Sperry, J.S., Cuevas, M., De Cires, A., Elsayed-Farag, S., Martin-Palomo, M., Muriel, J., Perez-Martin, A., Rodriguez-Dominguez, C., 2012.** *Agric. Water Manage.*, 114: 37-49.
- Direction de la ferme, D., 2010.** Fiche technique – Culture oléicole. Société d'Exploitation Agricole., *DAOUIA, W. d'El Oued, Algérie* 5 p.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N., 2006.** *Food Chem.*, 97 (4): 654-660.
- Dominguez-Garcia, M., Laib, M., De La Rosa, R., Belaj, A., 2012.** *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87 (2): 95-100.
- DSA, 2016.** Annuaire Statistique de la wilaya d'El-Oued. Campagne agricole 2015/2016. Canevas No : A. SERIE (A+B+E) Volet (1+2). Service Statistique et Compte Economique. Direction des Services Agricoles de la Wilaya d'El-Oued, Ministère de l'Agriculture et du développement Rural, 12 p.
- Dubief, J., 1963.** Le climat du Sahara. Tome II. Fascicule 1, Les précipitations. *Ed. Institut de Recherches Sahariennes, Alger. Mémoire hors-série.*: 298p.
- Dubur-Jarrige, M., 2001.** Les origines de la culture de l'olivier en Méditerranée: le point sur les découvertes paléobotaniques et leurs interprétations. *Actes des Iéres Rencontres Internationales de l'olivier (19 et 20 octobre 2000) L'olivier dans l'espace et dans le temps. Institut du monde de l'olivier, Nyons:* Pp. 10-22.
- El Sedef, N., Karakaya, S., 2009.** *Nutr. Rev.*, 67 (11): 632-638.
- ENAGEO, 1993.** Extension de l'étude géophysique par sondage électrique de la région du Souf. *Entreprise Nationale de Géophysique, Division exploitation sismique:* 66p.
- Erol, N.T., Sari, F., Velioglu, Y., 2010.** *GIDA J Food*, 35: 161-168.
- Fedeli, E., 1983.** *Revue Francaise des Corps Gras (France)*, 30 (2): 51-57.

- Fedeli, E., 1998. *SPC. Soap, perfumery and cosmetics*, 71 (10): 57-59.
- Fernández, J.-E., 2014. *Environmental and Experimental Botany*, 103: 158-179.
- Fontanazza, G., Preziosi, P., 1969. *Osservazioni su*, 37: 737-745.
- Franz, M.J., Bantle, J.P., Beebe, C.A., Brunzell, J.D., Chiasson, J.L., Garg, A., Holzmeister, L.A., Hoogwerf, B., Mayer-Davis, E.J., Mooradian, A.D., 2003. *Diabetes Care*, 26 (1): 51-61.
- García-Inza, G., Castro, D., Hall, A., Rousseaux, M., 2014. *Eur J Agron*, 54: 107-115.
- García, A.M.n., Moumen, A., Ruiz, D.Y., Alcaide, E.M., 2003. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 107 (1): 61-74.
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., Amiot, M.J., 2005. *J. Agric. Food Chem.*, 53 (5): 1370-1373.
- Gianfranco, M., 1989. *Olivae*, 29: 28-30.
- Gómez-del-Campo, M., Pérez-Expósito, M.Á., Hammami, S.B., Centeno, A., Rapoport, H.F., 2014. *Agric. Water Manage.*, 137: 84-91.
- Grati Kamoun, N., Khlif, M., 2001. *Ezzaitouna*, Numéro spécial: 1-74.
- Green, P., 2002. A revision of *Olea* L. (Oleaceae). *Kew Bulletin*: 91-140.
- Green, P., Wickens, G., 1989. The *Olea europaea* complex. In: The Davis and Hedge Festschrift: plant taxonomy, phytogeography and related subjects. Edinburgh, University Press, Pp. 287–299.
- Griggs, W.H., Hartmann, H., Bradley, M.V., Iwakiri, B., Whisler, J., 1975. Olive pollination in California. *Bulletin, California Agricultural Experimental Station*, N° 869: 49p.
- Guerfel, M., Ouni, Y., Boujnah, D., Zarrouk, M., 2010. *Trees*, 24 (6): 1137-1142.
- Guezoul, O., Chenchouni, H., Sekour, M., Ababsa, L., Souttou, K., Doumandji, S., 2013. *Saudi J. Biol. Sci.*, 20 (1): 37-43.
- Hannachi, H., Msallem, M., Ben Elhadj, S., El Gazzah, M., 2007. *Comptes rendus biologies*, 330 (2): 135-142.
- Hartmann, H., Porlingis, I., 1957. *Bot. Gaz.*, 119: 102–104
- Hassen, I., Casabianca, H., Hosni, K., 2015. *Journal of Functional Foods*, 18: 926-940.
- Hauville, H., 1953. La répartition des variétés d'olivier en Algérie et ses conséquences pratiques. *Bulletin de la Société Agricole d'Algérie*, 580: 1-8.
- Hayes, J., Allen, P., Brunton, N., O'grady, M., Kerry, J., 2011. *Food Chem.*, 126 (3): 948-955.

- Hirano, T., Fukuoka, K., Oka, K., Naito, T., Hosaka, K., Mitsuhashi, H., Matsumoto, Y., 1990. *Cancer Invest.*, 8 (6): 595-602.
- Idoui, T., Bouchefra, A., 2014. *TOJSAT*, 4 (1): 45-52.
- Idrissi, A., Ouazzani, N., 2003. *Recursos genéticos vegetales, Noticiario*, 136: 1-10.
- Iglesias Picazo, A., Quiroga Gomez, S., Schlickerrieder, J., 2010. *Clim. Res.*, 44 (1): 83-94.
- Issaoui, M., Mechri, B., Echbili, A., Dabbou, S., Yangui, A., Belguith, H., Trigui, A., Hammami, M., 2008. *Journal of Food Lipids*, 15 (3): 277-296.
- ITAFV, 2004. La culture de l'olivier. Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne . Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, Algérie, 38 p.
- Jacotot, B., 1994. *Olivae*, 54: 40-41.
- Kailis, S., Harris, D.J., 2007. Producing table olives. Landlinks press, Australia, 60-64 p.
- Kardono, L.B., Tsauri, S., Padmawinata, K., Pezzuto, J.M., Kinghorn, A.D., 1990. *J. Nat. Prod.*, 53 (6): 1447-1455.
- Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N., Barzegar, M., 2015. *Food Chem.*, 166: 35-41.
- Khoumeri, L., 2009. Influence de la photopériode, des milieux de culture et des hormones de croissance sur le développement in-vitro des embryons et des micro-boutures de l'olivier (*Olea europaea* L.) var. Chemlal. Mémoire Ing, 100 p.
- Kiritsakis, A., Markakis, P., 1987. *Adv. Food Res. (USA)*, 31: 453-482.
- Kiritsakis, K., Kontominas, M., Kontogiorgis, C., Hadjipavlou-Litina, D., Moustakas, A., Kiritsakis, A., 2010. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 87 (4): 369-376.
- Köhler, F.E., Brandt, W., Gürke, M., Schellenberg, G., Vogtherr, M., Pabst, G., 1887. Köhler's Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Texte: Atlas zur Pharmacopoea germanica, austriaca, belgica, danica, helvetica, hungarica, rossica, suecica, Neerlandica, British pharmacopoeia, zum Codex medicamentarius, sowie zur Pharmacopoeia of the United States of America. FE Köhler.
- Kountouri, A., Mylona, A., Kaliora, A., Andrikopoulos, N., 2007. *Phytomedicine*, 14 (10): 659-667.
- Kubo, A., Lunde, C.S., Kubo, I., 1995. *J. Agric. Food Chem.*, 43 (6): 1629-1633.
- Lakhtar, H., 2009. Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne, Marseille, 184 p.

- Lalas, S., Athanasiadis, V., Gortzi, O., Bounitsi, M., Giovanoudis, I., Tsaknis, J., Bogiatzis, F., 2011. *Food Chem.*, 127 (4): 1521-1525.
- Lavee, S., 1986. Olive. *in*: Handbook of fruit set and development. R. Monselise, ed. CRC Press, Boca Raton FL, USA, 261-276 p.
- Lavee, S., 1997. Biology and physiology of the olive. *Olive Encyclopaedia*, International Olive Oil Council, Principe de Vergara, 154, 28002 Madrid, Spain.
- Lavee, S., 2007. *Annales Ser His Nat*, 17: 101-112.
- Lavee, S., Datt, A., 1978. *J. Hort. Sci.*, 53 (4): 261-266.
- Lee-Huang, S., Zhang, L., Huang, P.L., Chang, Y.-T., Huang, P.L., 2003. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 307 (4): 1029-1037.
- Lee, O.-H., Lee, B.-Y., Lee, J., Lee, H.-B., Son, J.-Y., Park, C.-S., Shetty, K., Kim, Y.-C., 2009a. *Bioresour. Technol.*, 100 (23): 6107-6113.
- Lee, O.H., Lee, B.Y., Lee, J., Lee, H.B., Son, J.Y., Park, C.S., Shetty, K., Kim, Y.C., 2009b. *Bioresource technology*, 100 (23): 6107-6113.
- Leitao, F., 1990. *Acta Hort.*, 286: 69-72.
- Leva, A.R., Petruccelli, R., Polsinelli, L., 2004. *Olivae*, , 101: 18-26.
- Lewis, M.J., 2012. *J. Agric. Food Chem.*, 15: 3-11.
- Louadj, L., Giuffrè, A., 2010. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 87 (3): 187-195.
- Loussert, R., Brousse, G., 1978. L'olivier: Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 464 p.
- Maas, E.V., Hoffman, G., 1977. *Journal of the irrigation and drainage division*, 103 (2): 115-134.
- Machado, M., Felizardo, C., Fernandes-Silva, A.A., Nunes, F.M., Barros, A., 2013. *Food Res. Int.*, 51 (1): 412-421.
- MADR/DSASI/SDSA, 2013. Superficies et Productions Agricoles. Série (A) et (B) 2012. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural/Direction des Statistiques et des Systèmes d'Informations/Sous-Direction des Statistiques Agricoles.*, 12 p.
- Magherini, R., 1971. Observations sur l'avortement de l'ovaire de l'olivier. Conf. Intern. Tech. Oleic, Torremolinos (Espagne), Pp. 14-19.
- Maillard, R., 1975. L'olivier. Comité technique de l'olivier, Institut national de vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons, Paris, 75 p.
- Maisuthisakul, P., Suttajit, M., Pongsawatmanit, R., 2007. *Food Chem.*, 100 (4): 1409-1418.

- Makris, D.P., Boskou, G., Andrikopoulos, N.K., 2007.** *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (2): 125-132.
- Malheiro, R., Sousa, A., Casal, S., Bento, A., Pereira, J.A., 2011.** *Food Chem. Toxicol.*, 49 (2): 450-457.
- Martin, G.C., Ferguson, L., Polito, V.S., 1994.** Flowering, pollination, fruiting, alternate bearing and abscission. *In: Olive production manual*. Eds. Univ. California Div. Agr. and Natural Resources, Berkeley, California, PP. 51-56.
- Martinez Nieto, L., 2009.** Journées Méditerranéennes de l'Olivier du 19 au 21 octobre 2009 Meknès, Maroc.
- Mendil, M., Sebai, A., 2006.** Catalogue des Variétés Algériennes de l'Olivier. ITAFV Alger, Ministère de l'agriculture et du développement rural, Algérie, 98 p.
- Metzidakis, I., 2000.** IV International Symposium on Olive Growing 586, Pp. 333-336.
- Mickelbart, M.V., James, D., 2003.** *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 31 (3): 269-276.
- Miralles, P., Chisvert, A., Salvador, A., 2015.** *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 102: 157-161.
- Moltiva, M., Tovar, M., Romero, M., Alegre, S., Girona, J., 2002.** *Acta Hortic*, 586: 345-348.
- Molyneux, P., 2004.** *Songklanakarini J Sci Technol*, 26 (2): 211-219.
- Monselise, S., Goldschmidt, E., 1982.** *Hortic. Rev.*, 4: 128-173.
- Mora, F., Tapia, F., Alberto, C., Nunes, E., 2007.** *J Cent Eur Agr*, 8 (3): 269-276.
- Morales-Sillero, A., Jiménez, R., Fernández, J., Troncoso, A., Beltrán, G., 2007.** *Hort. Science*, 42 (5): 1157-1162.
- Mordret, F., 1999.** Conférence Chevreul: évolution des critères de qualité des huiles d'olive vierges: perspectives. OCL. Oléagineux, corps gras, lipides, Pp. 69-76.
- Morelló, J.-R., Romero, M.-P., Motilva, M.-J., 2004.** *J. Agric. Food Chem.*, 52 (19): 6002-6009.
- Motilva, M.J., Tovar, M.J., Romero, M.P., Alegre, S., Girona, J., 2000.** *J. Sci. Food Agric.*, 80 (14): 2037-2043.
- Moussouni, A., 2009.** L'oléiculture: technologie et développement. *Filaha Innove*, 4: 8-9.
- Mustad, V.A., Kris-Etherton, P.M., 2000.** *Current atherosclerosis reports*, 2 (6): 461-466.
- Muzzalupo, I., Micali, S., 2015.** Agricultural and Food Biotechnology of *Olea europaea* and Stone Fruits. Bentham Science Publishers, 485 p.

- Muzzalupo, I., Stefanizzi, F., Salimonti, A., Falabella, R., Perri, E., 2009. *Scientia Agricola*, 66 (5): 685-690.
- Muzzalupo, I., Vendramin, G.G., Chiappetta, A., 2014. *The Scientific World Journal*, Volume 2014 (2014), Article ID 296590, 12 p.
- Mylonaki, S., Kiassos, E., Makris, D.P., Kefalas, P., 2008. *Anal. Bioanal. Chem.*, 392 (5): 977-985.
- Myriam Ben, S., 2012. *Med chem.*, 2:107-111.
- Nadjah, A., 1970. *Le Souf des oasis. Éditions la maison des livres*: 174p.
- Nashwa, F., Morsy, M., Aziz, A., 2014. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20: 46-53.
- Nasles, O., 2006. *Nouvel Olivier*, 52: 3-5.
- Nefzaoui, A., 1991. *Options méditerranéens*, 16: 101-108.
- ONFAA, 2016. Bilan de la campagne oléicole 2015/2016 « Segment huile d'olive ». *Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires. INRAA, Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche*: 13p.
- ONM, 2015. Bulletins mensuels de relevés des paramètres climatologiques en El Oued de 2010 à 2014. *Office National de Météorologie. Aéroport Guemar, d'El Oued, Algérie*: 12p.
- Ouazzani, N., Lumaret, R., Villemur, P., 1995. *Agronomie*, 15 (1): 31-37.
- Pagnol, J., 1975. *L'olivier. Librairie Lavoisier, 3ème édition*, France, Pp. 17-150.
- Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sánchez-Monedero, M., Bernal, M., 1999. *Bioresour. Technol.*, 67 (2): 111-115.
- Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., Codina, C., 2002. *J. Agric. Food Chem.*, 50 (23): 6882-6890.
- Parlati, M., Perri, E., Palopoli, A., Rizzuti, B., 1993. II International Symposium on Olive Growing 356, Pp. 327-330.
- Pastor, M., García-Vila, M., Soriano, M., Vega, V., Fereres, V., 2007. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82 (4): 555-562.
- Patumi, M., d'Andria, R., Marsilio, V., Fontanazza, G., Morelli, G., Lanza, B., 2002. *Food Chem.*, 77 (1): 27-34.
- Pearce, S., Doberšek-Urbanc, S., 1967. *J. Hort. Sci.*, 42 (3): 295-305.
- Perona, J.S., Cañizares, J., Montero, E., Sánchez-Domínguez, J.M., Catalá, A., Ruiz-Gutiérrez, V., 2004. *Clin. Nutr.*, 23 (5): 1113-1121.

- Pinheiro, A.M., Quintans, F., Marais, A., 1995.** *Rev Olivæ*, (57): 54-57.
- Poli, M., 1979.** Etude bibliographique de la physiologie de l'alternance de production chez l'olivier (*Olea europea* L.). *Fruits*.
- Preedy, V.R., Watson, R.R., 2010.** Olives and olive oil in health and disease prevention. Academic Press, Elsevier, 1520 p.
- Proietti, P., 2003.** *Photosynthetica*, 41 (4): 559-564.
- Proietti, P., Antognozzi, E., 1996.** *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 24 (2): 175-181.
- Proietti, P., Famiani, F., Nasini, L., Tombesi, A., 2000.** IV International Symposium on Olive Growing 586, 415-418.
- Psomiadou, E., Karakostas, K.X., Blekas, G., Tsimidou, M.Z., Boskou, D., 2003.** *European journal of lipid science and technology*, 105 (8): 403-409.
- QAIC, Q.A.I.C., 2008.** LA MINI-ENCYCLOPÉDIE DES ALIMENTS. Les éditions Québec Amérique inc., Pp. 45-46.
- Rallo, L., Barranco, D., 1982.** Autochthonous olive cultivars in Andalusia. *Fruit Breeding, XXI IHC 140*, Pp. 169-179.
- Ramade, F., 2009.** *Eléments d'écologie: Ecologie fondamentale-4e édition*. Dunod. 689p.
- Rapoport, H.F., Costagli, G., Gucci, R., 2004.** *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 129 (1): 121-127.
- Ribéreau-Gayon, P., 1968.** *Les Composés phénoliques des végétaux*. Dunod, Paris, 254 p.
- Ritchason, J., 1999.** Olive leaf extract-Potent antimicrobial, antiviral and antifungal agent. Woodland Publishing, Australia, 32 p.
- Rodríguez, M., Estrela, J., Ortega, Á., 2013.** *J Carcinog Mutag*, S6: 004, 10 p.
- Rosati, A., Cafiero, C., Paoletti, A., Alfei, B., Caporali, S., Casciani, L., Valentini, M., 2014.** *Food Chem.*, 159: 236-243.
- Ryan, D., Robards, K., 1998.** Critical Review. Phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123 (5): 31-44.
- Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, S., Seyyednejad, S., 2013.** *Sci Hort*, 164: 30-34.
- Sacks, F.M., Katan, M., 2002.** *The American journal of medicine*, 113 (9): 13-24.
- Saleh, N.K., Saleh, H.A., 2011.** *BMC Complement Altern Med.*, 11: 10.
- Salimia, R.B., 2008.** *An - Najah Univ. J. Res. (N. Sc.)* 22: 16 p.
- Salta, F.N., Mylona, A., Chiou, A., Boskou, G., Andrikopoulos, N., 2007.** *Food Science and Technology International*, 13 (6): 413-421.

- Sanchez Casas, J., De Miguel Gordillo, C., Marín Exposito, J., 1999.** *Rev. olivæ*, (75): 31-36.
- Sansoucy, R., 1985.** Olive by-products for animal feed. Food & Agriculture Organization., Amazon France, 44 p.
- Servili, M., Montedoro, G., 2002.** *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104 (9-10): 602-613.
- Shaheen, M.A., Hegazi, A.A., Hmnam, I.S., 2011.** *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental sciences*, 11 (5): 663-670.
- Simmonds, N.W., 1976.** Evolution of crop plants. Longman Group Ltd., London and New York, Pp. 219-221.
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A.R., Simonič, M., Knez, Ž., 2005.** *Food Chem.*, 89 (2): 191-198.
- Soare, J.R., Dinis, T.C., Cunha, A.P., Almeida, L., 1997.** *Free Radical Res.*, 26 (5): 469-478.
- Sofa, A., Dichio, B., Montanaro, G., Xiloyannis, C., 2009.** *Agric. Water Manage.*, 96 (8): 1201-1206.
- Tognetti, R., Giovannelli, A., Lavini, A., Morelli, G., Fragnito, F., d'Andria, R., 2009.** *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (8): 1229-1243.
- Toplu, C., Önder, D., Önder, S., Yıldız, E., 2009a.** *Afr. J. Agric. Res.*, 4 (7): 649-658.
- Toplu, C., Yıldız, E., Bayazit, S., Demirkese, T.H., 2009b.** *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 37 (1): 61-70.
- Touaibia, M., Chaouch, F.Z., 2014.** *Nature & Technology*, (10): 3-8.
- Tous, J., Romero, A., Plana, J., Hermoso, J., 2000.** IV International Symposium on Olive Growing, 586: 113-116
- Tovar, M.J., Romero, M.P., Girona, J., Motilva, M.J., 2002.** *J. Sci. Food Agric.*, 82 (8): 892-898.
- Turkmen, N., Velioglu, Y.S., Sari, F., Polat, G., 2007.** *Molecules*, 12 (3): 484-496.
- Velioglu, Y., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B., 1998.** *J. Agric. Food Chem.*, 46 (10): 4113-4117.
- Vergari, G.P., M; Bartolozzi, F; Fontanazza, G, 1998.** *Olivæ* 73: 31-36.
- Villano, D., Fernández-Pachón, M., Moyá, M., Troncoso, A., García-Parrilla, M., 2007.** *Talanta*, 71 (1): 230-235.
- Villemur, P., Dosba, F., 1997.** *OCL. Oléagineux, corps gras, lipides*, 4 (5): 351-355.

- Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Valentão, P.c., Gonçalves, A., Pereira, J.A., Oliveira, M.B., Seabra, R.M., Andrade, P.B., 2005. *Food Chem.*, 89 (4): 561-568.
- Viola, P., Viola, M., 2009. *Clin. Dermatol.*, 27 (2): 159-165.
- Voisin, R., 2004. Le Souf, monographie. *El Walid*. 319p.
- Von Holtz, R.L., Fink, C.S., Awad, A.B., 1998. *Nutr. Cancer*, 32 (1): 8-12.
- Vossen, P., Kicenik Devarenne, A., 2007. Pruning Olive Trees: How to Minimize Alternate Bearing And Improve Production. *First Press Newsletter*, UCCE Sonoma County, 2 p.
- Walali, L.D., Skiredj, A., Elattir, H., 2003. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA n°105 (MADER/ DERD)*, Rabat, Maroc: 4 p.
- Waterman, E., Lockwood, B., 2007. *Altern. Med. Rev.*, 12 (4): 331-343.
- Wiesman, Z., Itzhak, D., Dom, N.B., 2004. *Sci Hort*, 100 (1): 257-266.
- Winterová, R., Mikulíková, R., Mazáč, J., Havelec, P., 2008. *Czech J Food Sci*, 26 (5): 368-375.
- Yaakoubi, A., Chahlaoui, A., Rahmani, M., Elyachioui, M., Oulhote, Y., 2010. *Agro solutions*, 20 (1): 35-43.
- Yaqoobb, P., 2002. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 104: 685-697.
- Zarrouk, W., Baccouri, B., Taamalli, W., Trigui, A., Daoud, D., Zarrouk, M., 2009. *Grasas Aceites*, 60 (5): 500-508.
- Zelege, K., Mailer, R., Eberbach, P., Wünsche, J., 2012. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 40 (4): 241-252.
- Zhao, C., Dodin, G., Yuan, C., Chen, H., Zheng, R., Jia, Z., Fan, B.-T., 2005. *Biochim. Biophys. Acta (BBA) - Gen. Subjects*, 1723 (1): 114-123.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. *Food Chem.*, 64 (4): 555-559.
- Ziogas, V., Tanou, G., Molassiotis, A., Diamantidis, G., Vasilakakis, M., 2010. *Food Chem.*, 120 (4): 1097-1103.
- Zohary, D., 1995. Olive: *Olea europaea* (Oleaceae). In: J. Smartt and N.W. Simmonds (eds.) *Evolution of crop plants*, Longman, UK. 2nd edition: 379-382.

Sites web:

- **Bartolini, G., 2008.** Olive Germplasm (*Olea europaea* L.). OLEA Databases, National Research Council of Italy, Disponible sur le site <http://www.oleadb.it/olivodb.html> (site consulté en janvier 2016).

- Conseil Oléicole International (COI) (14 -10- 2013).

Nom de la page d'accueil : Conseil oléicole international

<http://www.internationaloliveoil.org/web/aafrances/crop/AreasActivitie/economics/AreasActivitie.html>

- Google Earth Pro.Ink)11 Juillet 2017)

Nom de la page d'accueil : Google Earth

<https://www.earth.google.com/>

- Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV) (Mars 2009)

Nom de la page d'accueil : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne

<http://www.itafv.dz/>

ANNEXES

Annexe I.**Tableau I.1.** Chiffres clés du marché mondial de l'huile d'olive (COI, 2015b)

2014 / 15 crop year - Provisional balance - (1 October 2014- 30 September 2015)								
	Production (1000 TONNES)	Imports (1000 TONNES)	Consumption (1000 TONNES)	Exports (1000 TONNES)				
Albania	11.0	1.0	12.0	0.0				
Algeria	69.5	0.0	64.5	0.0				
Argentina	6.0	0.0	4.0	9.5				
Australia	19.5	22.0	37.0	4.5				
Brazil	0.0	66.5	66.5	0.0				
Canada	0.0	37.5	37.5	0.0				
Chile	15.5	0.5	6.0	9.5				
China	0.0	31.0	31.0	0.0				
E.U./28	1,433.5 a)	198.5 b)	1,532.0	504.0 b)				
Egypt	21.0	0.0	20.0	2.5				
U.S.A.	8.0	294.5	290.0	6.0				
Iran	4.5	5.5	10.0	0.0				
Japan	0.0	59.0	59.0	0.0				
Jordan	23.0	0.0	21.0	2.0				
Lebanon	21.0	5.0	20.0	5.5				
Libya	15.5	0.0	15.5	0.0				
Morocco	120.0	7.0	120.0	20.0				
Mexico	0.0	14.5	14.5	0.5				
Palestine	24.5	0.0	17.0	6.5				
Russia	0.0	20.0	20.0	0.0				
Syria	105.0	0.0	126.0	0.0				
Tunisia	340.0	0.0	30.0	303.0				
Turkey	170.0	1.0	146.5	15.0				
Other countries	19.0	125.0	137.5	5.5				
TOTAL	2,444.0	891.0	2,857.5	894.0				
<i>0 Nil or under 300 tonnes</i>								
<i>a) Of which:</i>	<i>Cyprus</i>	<i>Croatia</i>	<i>Spain</i>	<i>France</i>	<i>Greece</i>	<i>Italy</i>	<i>Portugal</i>	<i>Slovenia</i>
2014/15	6.2	1.0	841.2	1.9	300.0	222.0	61.0	0.6
<i>b) Extra-Community trade only, including inward processing traffic.</i>								

Tableau I.2. Chiffres clés du marché mondial des olives de table (COI, 2015c)

2014 / 15 crop year - Provisional balance - (1 October 2014 - 30 September 2015)							
	Production (1000 TONNES)	Imports (1000 TONNES)	Consumption (1000 TONNES)	Exports (1000 TONNES)			
Albania	29.0	3.0	30.0	2.5			
Algeria	233.5	0.0	231.0	0.0			
Argentina	28.0	0.0	35.5	38.0			
Australia	4.0	15.5	19.5	0.0			
Brazil	0.0	103.0	103.0	0.0			
Canada	0.0	29.0	29.0	0.0			
Chile	34.0	15.0	38.0	2.0			
E.U./28	841.5	113.0	590.0	319.0 b)			
Egypt	400.0	0.0	350.0	70.0			
U.S.A.	33.5	152.0	185.0	6.0			
Iran	65.5	0.0	62.5	0.0			
Japan	0.0	4.5	4.5	0.0			
Jordan	28.0	2.0	24.0	4.0			
Lebanon	17.0	2.0	18.0	1.5			
Libya	3.0	11.0	14.0	0.0			
Morocco	100.0	0.0	33.0	70.0			
Mexico	8.0	9.0	15.5	1.5			
Palestine	12.0	0.0	11.0	1.0			
Peru	80.0	0.0	50.0	32.0			
Russian Fed.	0.0	60.0	60.0	0.0			
Syria	75.0	0.0	97.5	0.0			
Tunisia	25.0	0.0	20.0	3.0			
Turkey	410.0	0.0	330.0	73.0			
Other countries	27.5	134.5	162.0	0.0			
TOTAL	2,470.5	657.5	2,533.0	623.5			
0 Nil or under 300 tonnes							
a) Of which:	Cyprus	Croatia	Spain	France	Greece	Italy	Portugal
2014/15	2.8	0.2	547.0	1.1	231.0	42.0	17.5
b) Includes extra-Community trade only.							

Tableau I.3. Evaluation de la campagne oléicole 2015/2016 à travers les wilayas potentielles en Algérie (ONFAA, 2016)

Wilaya*	Béjaïa 23%		Tizi-Ouzou 13%		B.B.Arreridj 4%		Skikda 8%		Jijel 7%		Sétif 8%		Bouira 8%		Total national	
	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016	2014/ 2015	2015/ 2016
Superficie (ha)	52798	56063	35608	35912	25001	25373	10758	16067	14975	19715	20706	24516	35098	35810	407185	47655
Production d'olive à huile (Qx)	893428	999835	382457	534642	143715	152451	196680	347780	146673	319018	230416	271320	671257	302780	420431	474730
Production d'huile d'olive (hl)	193312	212896	75862	100947	23347	23939	45236	76500	28798	66758	51903	58101	118710	56700	746781	935170
Rendement en olive (q/ha)	21.1	19	13.3	15	11.8	8	17.8	28	12.0	21	14.9	15	29.2	12	20.2	23
Rendement en huile (l/q)	21.6	21	19.8	19	16.2	16	23.0	22	19.6	21	22.5	21	17.7	19	17.8	15

* : les wilayas potentielles ont été choisies à partir de la moyenne de production de l'huile d'olive sur une période de 5 campagnes.

Annexe II.**Tableau II.1.** Principaux caractères de la gamme variétale préconisée,

(Il est nécessaire et important de choisir la variété en tenant des exigences de la région) (Collectif, 2009)

Variétés		Port	Vigueur	Appréciation Produit : *** Olive à huile ** Olive de table * Olive Mixte
Variétés Autochtones	Sigoise	étalé	moyenne	** => TB / O.T.
	Chemlal	dressé	Forte	*** => TB / O.D.F.
	Azeradj	dressé	faible	*** => T.B / O.D.F
	Ferkani	dressé	moyenne	* => TB / O.H.
	Blanquette de Guelma	dressé	moyenne	* => TB / O.H.
	Abani	dressé	moyenne	* => TB / O.H
Variétés Etrangères	Manzanilla	dressé	forte	*** => B / O.H.
	Arbequine	dressé	faible	** => B / O. H.
	Coratina	dressé	moyenne	* => B / O.H.
	Frantoio	dressé	moyenne	* => B / O.H
Légende :				
➤ O.H = Olive à Huile ; O.D.F = Olive à double Fin				
➤ O.T = Olive de Table ; T.B ou B.... = Très Bonne ou Bonne				

Annexe III.

Tableau III.1. Superficies, nombres d'oliviers, production et rendement oléicole des différentes communes de la wilaya d'El Oued

(Compagne 2015/2016) (DSA, 2016)

Tableau III.2. Caractéristiques des variétés d'oliviers (*Olea europaea* L.) étudiées

Variétés et synonymes	Arbres	Productivité	Fruits	Rendement en huile	Endocarpe	Feuilles	Destinations de la production	Tolérances	Références
Var. Aharoun	Rustique et autofertile	Productivité élevée et peu alternante.	P: moyen F: allongée P/N: moyen (6)	18 à 22%	Noyau adhérent. P: moyen F: allongée	F: elliptique lancéolée L: moyenne l: moyenne	Huile et olives de table	/	(Mendil et Sebai, 2006)
Var. Azeradj -Aradj, -Adjeraz	Faible étalé et autofertile	Productivité moyenne et alternante.	P: élevé (5g) F: allongée P/N: élevé (8,7)	24 à 28%	Noyau adhérent. P: élevé F: elliptique	F: elliptique lancéolée L: moyenne l: moyenne	Huile et olives de table « moins recommandable pour l'huile »	Élevé à la sécheresse	
Var. Chemlal -Achamlal, -Achamli, -Achemlal	Rustique, tardive et autostérile	Productivité élevée et peu alternante.	P: 3 à 3,5g F: allongée	18 à 22%	P: moyen F: elliptique	F: elliptique lancéolée L: 3,5 à 7 cm l: 1 à 2 cm	Huile	/	(Loussert et Brousse, 1978; Mendil et Sebai, 2006)
Var. Ferkani -Ferkane	Vigueur moyenne, précoce et autofertile	Productivité bonne et peu alternante.	P: 2 à 3g. F: allongée P/N: faible (3.76)	28 - 32%	P: moyen F: allongée	F: elliptique lancéolée L: moyenne l: moyenne	Huile	Élevé au froid et à la sécheresse	(Mendil et Sebai, 2006)

Gordal - <i>Sevillano</i> - <i>Reine espagnole</i> , - <i>Gordal Sevillana</i>	vigueur moyenne, précoce et autostérile	Productivité faible et alternante	P: 8 à 10g F: Ovoïde P/N: 7:1 ou plus.	Très faible 14 à 18%	Noyau adhérent P: élevé F: elliptique	F: lancéolée L: 4,5 à 7 cm l: 1 à 2 cm	uniquement pour d'olives de table en vert	Élevé au froid, l'humidité et mouche de l'olive. Moyen à la salinité, Faible à la sécheresse	(Loussert et Brousse, 1978; Kailis et Harris, 2007)
Manzanilla - <i>Manzanilla de Sevilla</i> , - <i>Manzanillo</i>	vigueur moyenne	régulièrement productif et peu alternante	P: 4 à 6 g F: sphérique P/N: 6 à 8:1 ou plus	Moyen (20%)	Noyau libre P: élevé F: Ovoïde	F: elliptique lancéolée L: 4 à 6.5 cm l: 1 à 2.5 cm	Olives de table et huile	Très sensible à la verticilliose, sensible à l'œil de Paon, à la tuberculose et à la mouche de l'olivier	
Neb Djemel	Rustique et tardive	Productivité moyenne et alternante.	P: 3 à 4 g F: allongée P/N: bas (3)	16 à 20%	P: élevé F: allongée	F: elliptique lancéolée L: 4.5 à 7 cm l: 1 à 2 cm	Huile	Élevé au froid et à la sécheresse.	(Loussert et Brousse, 1978; Mendil et Sebai, 2006)
Rougette	Rustique, étalé et précoce	Productivité faible et alternante	P: 5 g F: allongé P/N: bas (4.33)	18 à 20%	P: élevé F: allongée	F: elliptique lancéolée L: 4 à 7 cm l: 1 à 2 cm	Huile	/	
Sigoise - <i>olive de Tlemcen ou olive du tell</i>	vigueur moyenne et autofertile	Productivité moyenne et alternante.	P: 4.5 à 5.5g F: ovoïde P/N: moyen (6.44)	18 à 22%	Noyau libre P: moyen F: elliptique	F: elliptique lancéolée L: 4 à 7 cm l: 1 à 2 cm	Olives de table et huile	Élevé aux eaux salées et moyenne au froid et à la sécheresse.	

P : poids ; F : forme ; L : longueur ; l : largeur ; P/N : Rapport pulpe/noyau.

Annexe IV.**Tableau IV.1.** Pourcentage de l'inertie, contributions des observations et variables corrélées avec les axes de l'analyse en composantes principales (ACP)

Axes (CP)	Pourcentage de l'inertie (%)	Contributions des observations (%)									Corrélations entre variables et facteurs
		AH	AZ	CH	FR	GS	MZ	ND	RG	SG	
CP1	67.33	1.63	0.34	18.17	17.02	45.99	3.82	1.75	0.23	11.04	PF ; IF ; VF ; PN ; IN ; VN ; TH ; PT ; P/N ; %P
CP2	20.06	2.70	5.85	9.33	6.50	0.01	8.53	47.53	16.95	2.60	FN ; LN ; FF ; LF
CP3	9.06	0.16	0.65	35.71	23.28	7.60	0.59	6.83	17.51	7.67	MS ; MG

PF ; VF ; LF ; IF ; FF ; PN ; VN ; LN ; IN ; FN ; P/N ; %P ; TH ; MS ; MG ; PT (voir Tableaux VIII.2 et VIII.3). Variétés: Aharoun (AH), Azeradj (AZ), Chemlal (CH), Ferkani (FR), Manzanilla (MZ), Neb djemel (ND), Rougette (RG), Gordal (GS) et Sigoise (SG).

Annexe V.

Annexe V.1. Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour le rendement moyen en olives des variétés étudiées

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives (année 2010)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	3764.8	470.61	19.39	0.000
Error	36	873.6	24.27		
Total	44	4638.4			

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives (année 2011)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	17521	2190.14	33.98	0.000
Error	36	2320	64.44		
Total	44	19841			

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives (année 2012)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	2773.6	346.71	13.17	0.000
Error	36	947.6	26.32		
Total	44	3721.2			

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives (année 2013)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	10265	1283.09	26.94	0.000
Error	36	1714	47.62		
Total	44	11979			

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives (année 2014)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	12145	1518.17	17.85	0.000
Error	36	3061	85.03		
Total	44	15207			

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives (de 5 années)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	5259	657.4	2.92	0.013
Error	36	8115	225.4		
Total	44	13375			

Analysis of Variance: Rendement moyen en olives extrapolé à 270 arbres/ha (T/h)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	383.4	47.93	2.92	0.013
Error	36	591.6	16.43		
Total	44	975.0			

DF : degré de liberté. Adj SS : somme des carrés des écarts.

Adj MS : carré moyenne. F-Value : F calculé. P-Value : probabilité.

Annexe V.2. Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères physiques des fruits d'olive des variétés étudiées
Analysis of Variance: PF

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	2095.0	261.872	177.38	0.000
Error	441	651.1	1.476		
Total	449	2746.1			

Analysis of Variance: VF

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	2039922348	254990293	160.57	0.000
Error	441	700303772	1587990		
Total	449	2740226120			

Analysis of Variance: LF

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	6109	763.613	138.17	0.000
Error	441	2437	5.527		
Total	449	8546			

Analysis of Variance: IF

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	4805.1	600.641	321.47	0.000
Error	441	824.0	1.868		
Total	449	5629.1			

Analysis of Variance: FF

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	15.908	1.98854	182.90	0.000
Error	441	4.795	0.01087		
Total	449	20.703			

Analysis of Variance: PN

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	19.01	2.37594	70.64	0.000
Error	441	14.83	0.03364		
Total	449	33.84			

Analysis of Variance: VN

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	21042779	2630347	71.52	0.000
Error	441	16219947	36780		
Total	449	37262726			

Analysis of Variance: LN

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	2579	322.322	78.50	0.000
Error	441	1811	4.106		
Total	449	4389			

Analysis of Variance: IN

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	590.9	73.8665	138.38	0.000
Error	441	235.4	0.5338		
Total	449	826.3			

Analysis of Variance: FN

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	86.27	10.7840	189.36	0.000
Error	441	25.11	0.0569		
Total	449	111.39			

Analysis of Variance: RPN

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	1061.3	132.664	112.80	0.000
Error	441	518.6	1.176		
Total	449	1580.0			

Analysis of Variance: %P

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	11637	1454.69	245.96	0.000
Error	441	2608	5.91		
Total	449	14246			

DF : degré de liberté. Adj SS : somme des carrées des écarts.

Adj MS : carré moyenne. F-Value : F calculé. P-Value : probabilité.

Annexe V.3. Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères chimiques des fruits d'olive des variétés étudiées

Analysis of Variance: MG					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var	8	1028.54	128.568	19.97	0.000
Error	9	57.94	6.438		
Total	17	1086.49			

Analysis of Variance: TH (%)					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var.	8	667.46	83.432	44.94	0.000
Error	18	33.41	1.856		
Total	26	700.87			

Analysis of Variance: MS (%)					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var.	8	667.46	83.432	44.94	0.000
Error	18	33.41	1.856		
Total	26	700.87			

Analysis of Variance: PT					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var.	8	1248.39	156.049	191.44	0.000
Error	9	7.34	0.815		
Total	17	1255.73			

DF : degré de liberté. Adj SS : somme des carrés des écarts.
Adj MS : carré moyenne. F-Value : F calculé. P-Value : probabilité.

Annexe V.4. Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères Morphométrique des feuilles des variétés d'olivier étudiées

Analysis of Variance: Longueur					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	162.46	20.3079	56.23	0.000
Error	171	61.76	0.3612		
Total	179	224.22			

Analysis of Variance: Largeur					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	8.584	1.07298	54.10	0.000
Error	171	3.391	0.01983		
Total	179	11.975			

Analysis of Variance: Forme foliaire

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	64.27	8.0338	21.66	0.000
Error	171	63.41	0.3708		
Total	179	127.68			

Analysis of Variance: Surface foliaire

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	8	316.5	39.5597	59.47	0.000
Error	171	113.7	0.6652		
Total	179	430.2			

DF : degré de liberté. Adj SS : somme des carrées des écarts.

Adj MS : carré moyenne. F-Value : F calculé. P-Value : probabilité.

Annexe V.5. Analyse de la variance ANOVA à un facteur contrôlé pour les caractères phytochimiques des feuilles des variétés d'olivier étudiées

Analysis of Variance: PPT Leaves

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	7	32833.1	4690.45	344.85	0.000
Error	16	217.6	13.60		
Total	23	33050.7			

Analysis of Variance: Flv Leaves

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	7	2696.3	385.18	24.98	0.000
Error	16	246.7	15.42		
Total	23	2943.0			

Analysis of Variance: IC50 Leaves

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	7	0.001087	0.000155	13.26	0.000
Error	16	0.000187	0.000012		
Total	23	0.001274			

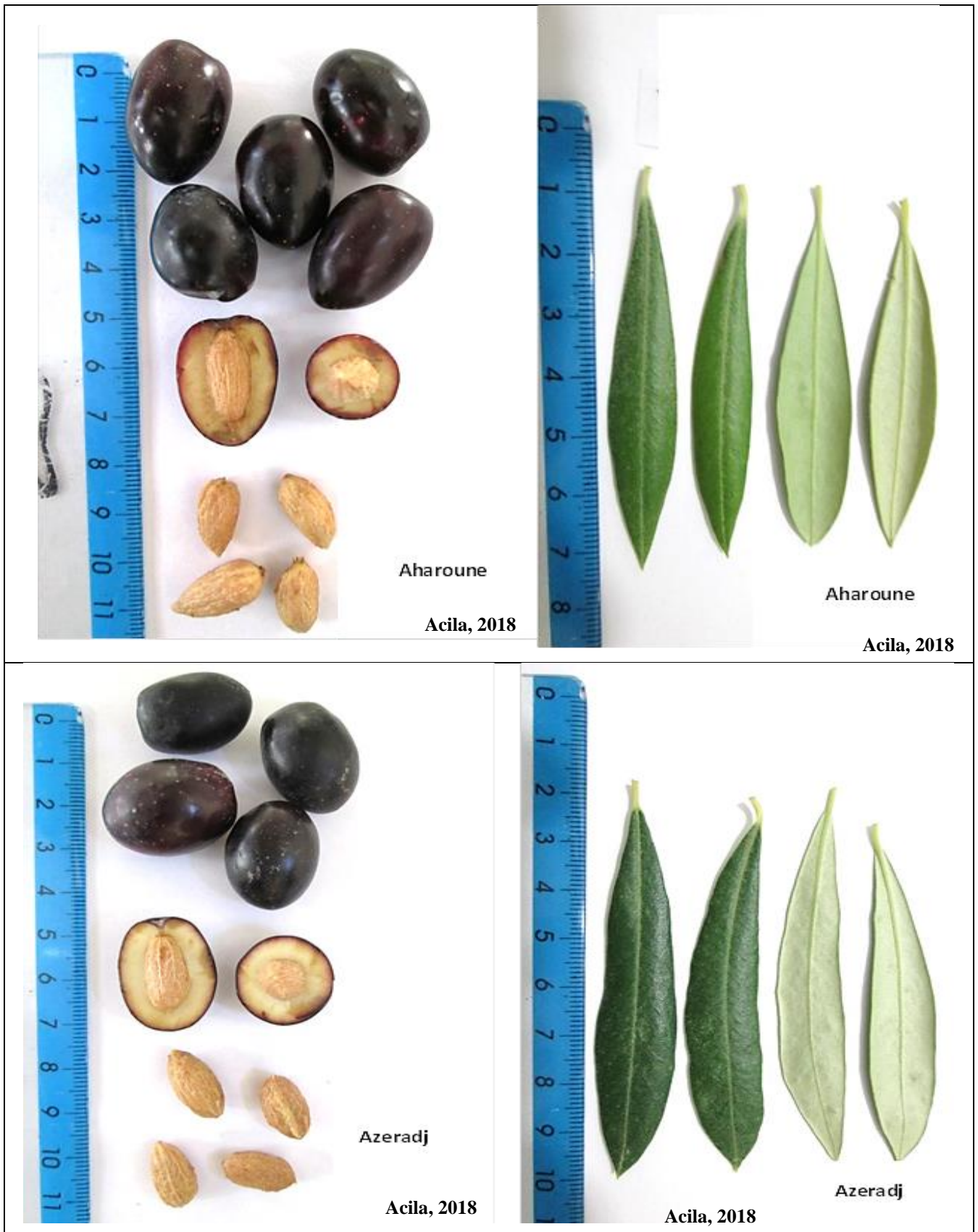
Analysis of Variance: 1/IC50

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varieties	7	690.30	98.614	18.14	0.000
Error	16	86.96	5.435		
Total	23	777.26			

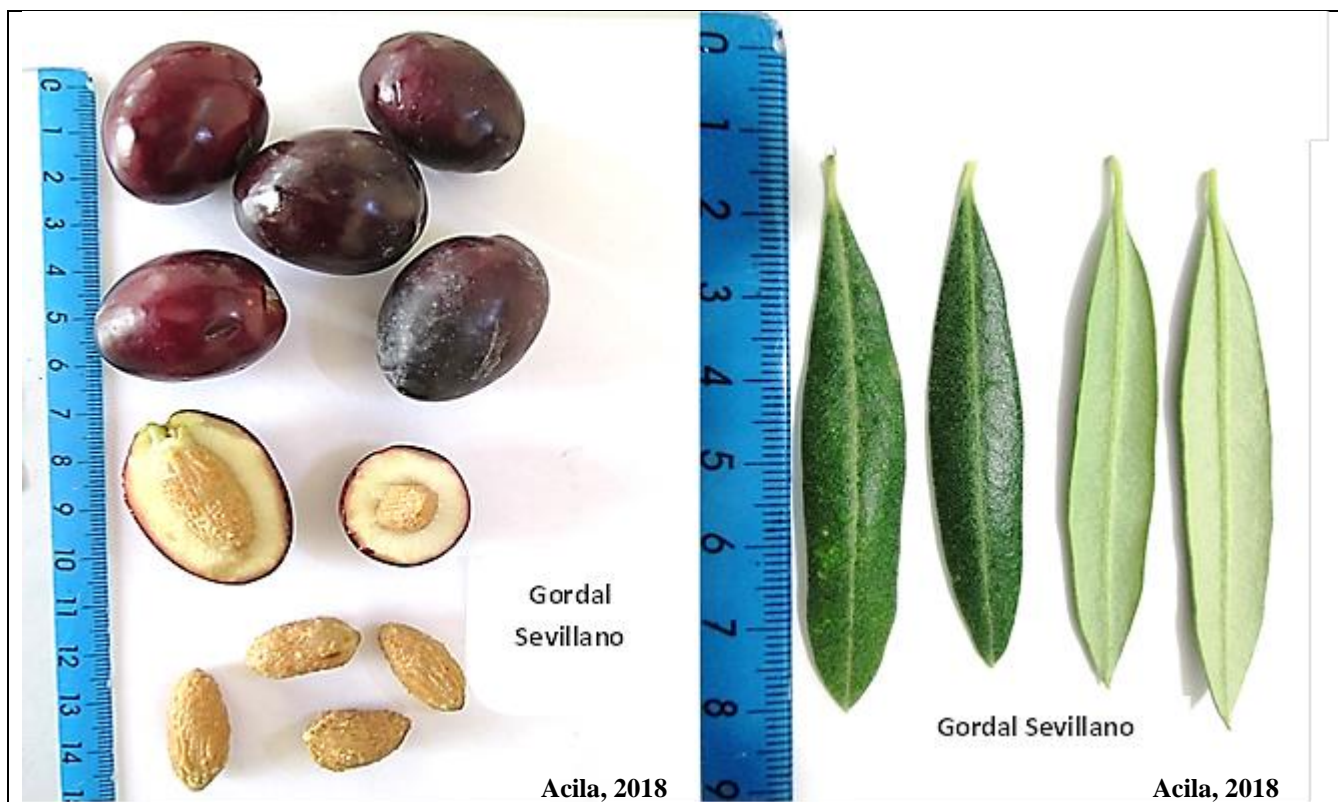
DF : degré de liberté. Adj SS : somme des carrées des écarts.

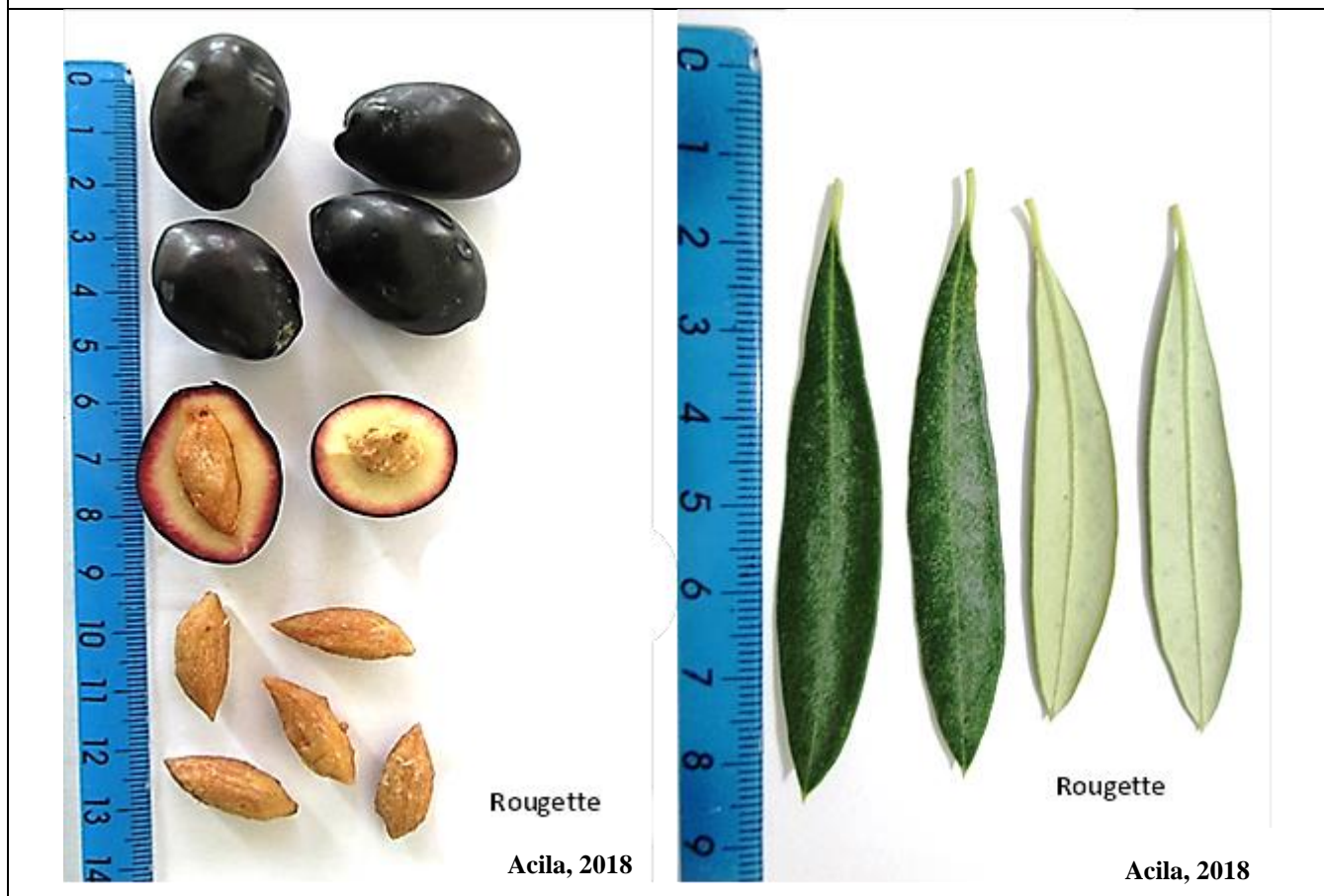
Adj MS : carré moyenne. F-Value : F calculé. P-Value : probabilité.

Annexe VI.









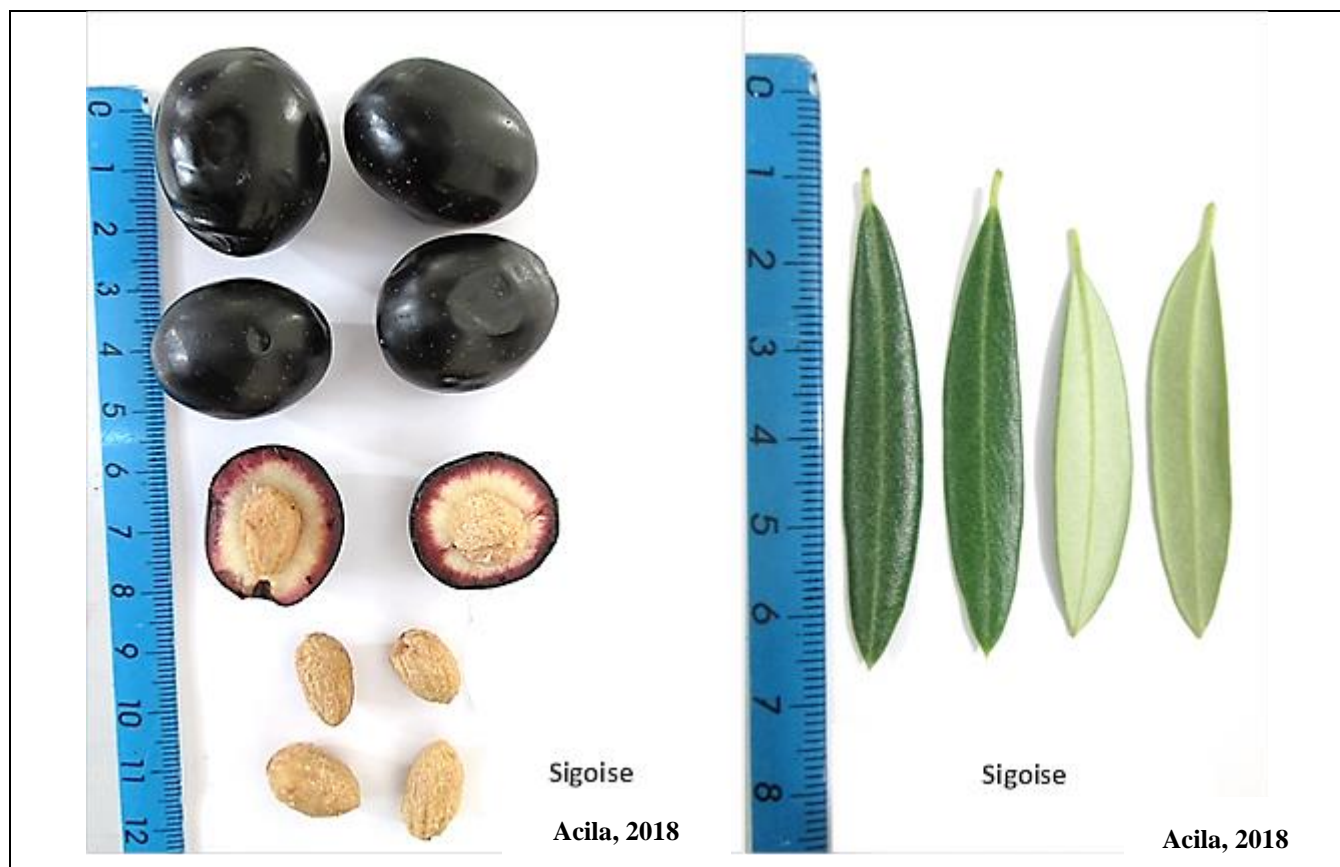


Figure VI.1. Photos montrent les dimensions de feuilles, de fruits et de noyaux des variétés d'olivier (*Olea europaea* L.) étudiées



Figure VI.2. Collection des fruits montrant la biodiversité génotypique des variétés d'olivier (*Olea europaea* L.) étudiées

RÉSUMÉS

Introduction de l'olivier (*Olea europaea* L.) à Oued Souf:**Situation actuelle et perspectives de développement, cas de l'exploitation Daouia****Résumé**

L'étude réalisée au Sud-est algérien sur la productivité et la caractérisation de l'oléiculture à Oued Souf, de 2010 à 2014, a concerné neuf cultivars d'olivier (*Olea europaea* L.). Ils présentent des âges différents de plantation et conduits sous irrigation localisée dans la ferme pilote de Daouia. L'étude a pour objectif d'apprécier la performance du rendement, les caractéristiques pomologiques des fruits et les potentialités phytochimiques des feuilles des cultivars. Les résultats montrent une alternance de production et un niveau de rendement moyen d'olive variable selon les variétés et qui augmente sensiblement avec la phase de développement des arbres. En pleine production, les rendements cumulatifs, estimés sur une période de cinq années, pour les variétés Gordal (Sevillano) et Chemlal oscillent respectivement entre 190.6 et 306.6 kg/arbre. Les variétés Manzanilla et Aharoun au stade d'entrée en production présentent respectivement des rendements cumulatifs de 195.4 et 211.4 kg/arbre. Les plants juvéniles de la variété Ferkani présentent un rendement cumulatif de 134 kg/arbre. Rougette a un indice d'alternance remarquable (0.18), dépassant les autres variétés (≤ 0.07). Les caractères pomologiques des fruits sont variables, influencés inévitablement par le potentiel génétique des variétés. Le poids des fruits augmente chez Gordal (9.07 g) et atteint son minimum avec Chemlal (1.76 g). La Sigoise présente la fraction de pulpe du fruit la plus élevée (88.14 %) et Chemlal la plus basse (70.44 %). Sous les conditions sahariennes, la teneur en huile d'olive dans les pulpes des fruits est généralement faible chez les variétés étudiées. Elle atteint son maximum chez Ferkani (40.25 % MS) et son minimum chez la variété d'olive de table Gordal (9.85 % MS). Cette dernière présente le taux phénolique le plus élevé dans la pulpe sèche de fruit (28,46 mg EAG/g MS). Tandis que le taux chez Aharoun est le plus faible (4.11 mg EAG/g MS). Les extraits bruts des feuilles contiennent des teneurs plus élevées en substances bioactives, où les phénols totaux oscillent respectivement entre 409.86 et 298.76 mg EAG/g MS pour les variétés Manzanilla et Gordal. Les teneurs en flavonoïdes totaux sont de 49.65 et 36.01 mg EQ/g MS respectivement pour les variétés Rougette et Ferkani. Les extraits foliaires ont également une forte cinétique de piégeage du radical DPPH, où les valeurs d'IC₅₀ obtenues sont très faibles et varient entre 0.0265 et 0.0486 mg/ml respectivement pour les variétés Manzanilla et Sigoise. En se basant sur ces résultats, il est recommandé de cultiver les variétés: Sigoise, Rougette, Gordal (Sevillano) et Manzanilla exclusivement pour la production d'olive de table dans la région de l'Oued Souf. Le niveau de performance de la variété Ferkani indique une convenance à la production d'huile d'olive. Tout cela reste conditionné par la faisabilité économique dans cette zone désertique. Les feuilles d'olivier peuvent être valorisés vu leur richesse naturelle en substances antioxydantes puissantes.

Mots clés: Oléiculture, variétés, performance, rendement, huile, spécificité, Oued Souf, Algérie.

ادخال الزيتون (*Olea europaea* L.) الى وادي سوف: الوضع الراهن وافاق التنمية, حالة مستثمرة الضاوية

ملخص

أجريت الدراسة في جنوب شرق الجزائر على الإنتاجية وتوصيف زراعة الزيتون في وادي سوف, من 2010 الى 2014, وشملت تسعة أصناف زيتون (*Olea europaea* L.). الأصناف ذات أعمار زراعة مختلفة و خضعت لنظام الري الموضعي في المزرعة النموذجية الضاوية. وتهدف الدراسة إلى تقييم أداء الانتاجية, و الخصائص البومولوجية للثمار و الامكانات الفيتوكيميائية لأوراق الأصناف. أظهرت النتائج تناوب الانتاج و مستوى متوسط المرود من الزيتون يختلف حسب الأصناف و يتزايد بشكل محسوس مع مرحلة نمو الأشجار. في مرحلة الإنتاج, المرود التراكمي على مدى خمس سنوات, للأصناف Gordal (Sevillano) و Chemlal يتراوح ما بين 190.6 و 306.6 كغ/شجرة. أصناف Manzanilla و Aharoun في مرحلة الدخول في الانتاج سجلت مرودا تراكميا 195.4 و 211.4 كغ/شجرة على التوالي. الأشجار الفتية للصنف Ferkani أعطت مرودا تراكميا 134 كغ/شجرة. لدى الصنف Rougette مؤشر معاومة ملحوظ (0.18), يفوق الأصناف الأخرى (≥ 0.07). خصائص الثمار متفاوتة, و هي حتما متأثرة بالإمكانات الجينية للأصناف. وزن الثمار عالي لدى Gordal (9.07 غ) و بلغ الحد الأدنى عند Chemlal (1.76 غ). أظهر Sigoise جزء اللب الأعلى للثمرة (88.14 %) أما الأدنى عند Chemlal (70.44 %). في ظل هذه الظروف الصحراوية, محتوى زيت الزيتون في لب الثمار عموما ضعيفا عند الأصناف المدروسة, بلغ ذروته لدى Ferkani (40.25 % MS) والحد الأدنى لدى صنف زيتون المائدة Gordal (9.85 % MS). هذا الاخير لديه أعلى معدل فينولي في اللب الجاف للثمرة (28.46 ملغ EAG / غ). في حين أن المعدل في Aharoun منخفضا (4.11 ملغ EAG / غ). المستخلصات الخام للأوراق تحتوي على مستويات عالية من المواد النشطة بيولوجيا, أين يتراوح المحتوى للفينولات الكلية ما بين 409.86 و 298.76 ملغ EAG / غ MS للأصناف Manzanilla و Gordal على التوالي. كانت المحتويات الإجمالية للفلافونيدات 49.65 و 36.01 ملغ EQ / غ MS للأصناف Rougette و Ferkani على التوالي. المستخلصات الورقية لديها أيضا حركية قوية لأصطياد الجذر الحر DPPH, حيث كانت قيم IC50 المتحصل عليها ضعيفة جدا و تتراوح ما بين 0.0265 و 0.0486 ملغ/ملل للأصناف Manzanilla و Sigoise على التوالي. بناء على هذه النتائج, نحن نوصي بزراعة الأصناف: Sigoise, Rougette, Gordal (Sevillano) و Manzanilla حصرا لإنتاج زيتون المائدة في منطقة وادي سوف. ان مستوى الأداء للصنف Ferkani يبين ملائمته لإنتاج زيت الزيتون. كل ذلك يبقى مشروطا بالجوى الاقتصادية في هذه المنطقة الصحراوية. كما أن أوراق الزيتون يمكن تثمينها نظرا لغناها الطبيعي بالمواد المضادة للأكسدة الفعالة.

الكلمات الدالة: زراعة الزيتون, الأصناف, الأداء, المرود, الزيت, الخصوصية, وادي سوف, الجزائر.

**Introduction of the olive (*Olea europaea* L.) to Oued Souf:
Current situation and development prospects, case of “Daouia” exploitation**

Abstract

The study was carried out in southeastern Algeria on the productivity and characterization of olive growing in Oued Souf, from 2010 to 2014, concerned nine olive tree cultivars (*Olea europaea* L.). They had different planting ages and were conducted under localized irrigation in the farm of Daouia. The objective was to assess yield performance, pomological characteristics of fruits and phytochemical potentialities of cultivar's leaves. The results showed an alternation of production, and the olive yield varied according to the varieties and increased substantially with the trees development stage. In full production, cumulative yields over a five-year period, for the Gordal (Sevillano) and Chemlal varieties oscillate respectively between 190.6 and 306.6 kg/tree. At the stage of entry in production, Manzanilla and Aharoun varieties presented respectively cumulative yields of 195.4 and 211.4 kg/tree. Juvenile plants of Ferkani variety showed a cumulative yield of 134 kg/tree. Rougette had a remarkable alternation index (0.18), exceeding the other varieties (≤ 0.07). The pomological characters of fruits were variables, inevitably influenced by the genetic potential of varieties. Fruit weight increased in Gordal (9.07 g) and reached its minimum with Chemlal (1.76 g). The Sigoise showed the highest fruit pulp fraction (88.14%) and Chemlal the lowest one (70.44 %). Under these Saharan conditions, the olive oil content in fruit pulps was generally low in the studied varieties. It reached its maximum at Ferkani (40.25 % DM) and its minimum in the table olive variety Gordal (9.85 % DM). The latter showed the highest phenolic rate in the dry fruit pulp (28.46 mg EAG/g DM). While Aharoun shows the lowest one (4.11 mg EAG/g DM). Leaf extracts contained higher levels of bioactive substances, with total phenols oscillating between 409.86 and 298.76 mg EAG/g DM for Manzanilla and Gordal varieties respectively. The total flavonoid contents were 49.65 and 36.01 mg EQ/g DM respectively for the Rougette and Ferkani varieties. The foliar extracts also had a strong kinetics of trapping of the DPPH radical, where the IC50 values obtained were very low and vary between 0.0265 and 0.0486 mg/ml respectively for Manzanilla and Sigoise varieties. Based on these results, we recommend cultivating the varieties: Sigoise, Rougette, Gordal (Sevillano) and Manzanilla exclusively for table olives production in the Oued Souf region. The level of performance of the Ferkani variety indicated a convenience to the olive oil production. All this remains conditioned by the economic feasibility in this desert zone. The olive leaves could be developed because of their natural richness in powerful antioxidant substances.

Key words: olive growing, varieties, performance, yield, oil, specificity, Oued Souf, Algeria.

Table des matières

Dédicace

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE BIOBLOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. GENERALITES SUR L'OLEICULTURE

I.1. Origine et extension de l'olivier	5
I.2. Importance de l'oléiculture dans le monde.....	6
I.2.1. Superficies oléicoles dans le monde.....	6
I.2.2. Marché mondial des produits oléicoles	7
I.2.3. Principales variétés d'olivier au monde	8
I.3. Importance de l'oléiculture en Algérie.....	10
I.3.1. Superficie oléicole et nombre d'oliviers cultivés en Algérie	10
I.3.2. Situation économique de l'oléiculture Algérienne	11
I.3.2.1. Commerce extérieur	11
I.3.2.2. Production oléicole nationale	11
I.3.2.3. Rendement oléicole national	12
I.3.3. Principales caractéristiques de l'oléiculture nationale	13
I.3.3.1. Localisation des zones de culture	13
I.3.3.2. Principaux porte-greffes et variétés d'oliviers cultivés en Algérie	15
I.3.3.2.1. Principales variétés d'olivier cultivées en Algérie	15
I.3.3.2.2. Porte-greffes	20
I.3.3.3. Production de plants d'olivier	20
I.3.4. Discrimination et d'identification des variétés d'olivier	21

CHAPITRE II. ETUDE DE L'OLIVIER

II.1. Caractéristiques botaniques de l'olivier	23
II.2. Caractéristiques morphologiques de l'olivier	25
II.2.1. Caractères généraux	25
II.2.2. Système racinaire	26
II.2.3. Organes aériens	26
II.2.3.1. Tronc	27
II.2.3.2. Charpentières.....	27
II.2.3.3. Frondaison.....	28
II.2.3.4. Rameaux fructifères, inflorescences et fleurs	28
II.2.3.5. Fruit	29
II.3. Caractéristiques biologiques et physiologiques.....	30
II.3.1. Caractéristiques biologiques	30
II.3.1.1. Cycle du développement	30
II.3.1.2. Cycle végétatif annuel de l'olivier	31
II.3.2. Caractéristiques physiologiques de l'olivier	36
II.3.2.1. Repos hivernal.....	36
II.3.2.2. Phénomène de stérilité et d'incompatibilité chez l'olivier.....	36
II.3.2.3. Phénomène de l'alternance de la production chez l'olivier	37
II.4. Exigences agro-écologiques de l'olivier	39
II.4.1. Climat.....	39
II.4.1.1. Température	39
II.4.1.2. Pluviométrie	40
II.4.1.3. Hygrométrie	40
II.4.1.4. Vents	40
II.4.1.5. Lumière	41
II.4.1.6. Altitude.....	41
II.4.1.7. Brouillard, neige et grêle.....	41
II.4.2. Sol	42
II.5. Techniques culturales.....	43
II.5.1. Préparation de la parcelle	43
II.5.1.1. Installation des brises vents.....	43
II.5.2. Multiplication de l'olivier	43

II.5.3. Choix des variétés	43
II.5.4. Qualité des plants	44
II.5.4.1. Normes phytotechniques des plants d'oliviers.....	44
II.5.5. Conditionnement - transport - stockage	44
II.5.6. Installation de la culture	45
II.5.6.1. Traçage et piquetage	45
II.5.6.2. Ouverture des potets.....	45
II.5.6.3. Plantation.....	46
II.5.7. Entretien de la culture	48
II.5.7.1. Entretien du sol	49
II.5.7.2. Désherbage chimique	49
II.5.7.3. Taille	49
II.5.7.4. Amendements et fertilisation	51
II.5.7.5. Irrigation.....	52
II.5.7.6. Protection phytosanitaire.....	54

CHAPITRE III. TECHNOLOGIE OLEICOLE

III.1. Récolte	56
III.1.1. Période de récolte.....	56
III.1.2. Techniques de récolte des olives	58
III.1.2.1. Mécanisation comme outil de développement de l'oléiculture	59
III.2. Techniques de transformation de l'olive à huile	59
III.2.1. Opérations préliminaires.....	59
III.2.1.1. Transport des olives	60
III.2.1.2. Pesage	60
III.2.1.3. Réception des olives	60
III.2.1.4. Contrôle	61
III.2.1.5. Stockage des olives	61
III.2.2. Techniques de transformation de l'olive à l'huile	62
III.2.2.1. Huilerie traditionnelle (Maâsra).....	62
III.2.2.2. Huilerie moderne	63
III.2.2.2.1. Effeuilage.....	63
III.2.2.2.2. Lavage.....	64

III.2.2.2.3. Broyage.....	64
III.2.2.2.4. Malaxage.....	64
III.2.2.2.5. Extraction.....	65
III.3. Raffinage de l'huile d'olive.....	68
III.4. Conditionnement et stockage des huiles d'olive	68
III.5. Sous-produits oléicoles.....	69
III.5.1. Résidus de la taille et de la récolte.....	69
III.5.2. Sous-produits d'huileries	70
III.5.2.1. Grignons.....	70
III.5.2.2. Margines	70

**CHAPITRE IV. OLIVE DE TABLE, HUILE D'OLIVE ET FEUILLES
D'OLIVIER: DEFINITIONS, COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEURS
NUTRITIONNELLE ET THERAPEUTIQUE**

IV.1. Olives de table.....	72
IV.1.1. Composition chimique du fruit d'olive	72
IV.2. Huile d'olive vierge.....	73
IV.2.1. Composition et caractéristiques de l'huile d'olive	74
IV.3. Olive de table et l'huile d'olive: intérêts nutritionnel et valeur biologique.....	75
IV.4. Feuilles d'olivier	77
IV.4.1. Composition chimique des feuilles d'olivier	77
IV.4.2. Intérêts thérapeutiques des feuilles d'olivier	78
IV.4.3. Voies de valorisation des feuilles d'olivier	79

DEUXIEME PARTIE
ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE V. PRESENTATION DE L'OUED SOUF

V.1. Situation géographique de la région de Oued Souf.....	81
V.2. Caractéristiques climatiques.....	82
V.2.1. Facteurs climatiques.....	82
V.2.1.1. Températures.....	82

V.2.1.2. Précipitations.....	83
V.2.1.3. Vents	83
V.2.1.4. Humidité relative de l'air	84
V.2.1.5. Evaporation	84
V.2.1.6. Insolation.....	85
V.2.2. Synthèse climatique	85
V.3. Caractéristiques pédologiques	86
V.4. Situation de l'oléiculture dans la wilaya d'El Oued	86
V.4.1. Evolution de superficie et répartition géographique	86
V.4.2. Production	87
V.4.3. Rendements.....	88

CHAPITRE VI. MATERIELS D'ETUDE

VI.1. Présentation du cadre de l'étude.....	90
VI.1.1. Choix du site d'étude	90
VI.1.2. Situation géographique de la station d'étude.....	90
VI.2. Matériel végétal	91
VI.2.1. Variétés d'oliviers étudiées	91
VI.3. Conduite de la culture	91
VI.3.1. Principaux soins culturaux.....	92
VI.3.1.1. Irrigation	93
VI.3.1.2. Fertilisation.....	93
VI.3.1.3. Taille.....	94
VI.3.1.4. Maladies, ravageurs et protection phytosanitaire	94
VI.3.1.5. Récolte	94

CHAPITRE VII. METHODES D'ETUDE

VII.1. Evaluation de la production.....	95
VII.2. Caractérisation pomologique des fruits d'olives des variétés étudiées	95
VII.2.1. Choix des caractères	95
VII.2.2. Méthode d'échantillonnage	95
VII.2.3. Caractéristiques physiques des fruits d'olives	96

VII.2.4. Caractéristiques chimiques des fruits d'olives	97
VII.2.4.1. Taux d'humidité et teneur en matière sèche.....	97
VII.2.4.2. Teneur (Rendement) en huile de pulpe d'olive	98
VII.2.4.3. Extraction et quantification du contenu phénolique de pulpe d'olive.....	98
VII.3. Description morphométrique des feuilles d'oliviers	99
VII.3.1. Méthode d'échantillonnage	99
VII.3.2. Forme foliaire moyenne	100
VII.3.3. Surface foliaire moyenne (cm ²).....	100
VII.4. Caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers.....	101
VII.4.1. Collecte des feuilles d'oliviers	101
VII.4.2. Extraction des polyphénols des feuilles d'oliviers	101
VII.4.2.1. Détermination du rendement en extraits des feuilles	101
VII.4.3. Caractérisation quantitative des extraits des feuilles d'oliviers	101
VII.4.3.1. Dosage des polyphénols totaux par colorimétrie	101
VII.4.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux	102
VII.4.3.3. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles d'oliviers	102
VII.5. Etude statistique.....	1014

TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE VIII. PERFORMANCE DE PRODUCTION OLEICOLE

VIII.1. Performance de production et l'indice d'alternance	105
VIII.1.1. Rendement en fruits d'olive	105
VIII.1.2. Alternance de production	105
VIII.2. Caractérisation pomologique des fruits d'olives	108
VIII.2.1. Caractéristiques physiques des fruits d'olives	108
VIII.2.1.1. Poids, volumes et formes des fruits et de leurs noyaux	108
VIII.2.1.2. Rendement pulpe/noyau des fruits d'olives	109
VIII.2.2. Caractéristiques chimiques des fruits d'olives.....	111
VIII.2.2.1. Taux d'humidité (TH) et teneur en matière sèche (MS) des fruits d'olives	111
VIII.2.2.2. Teneur (Rendement) en huile de pulpe de fruit d'olive	112
VIII.2.2.3. Teneur en phénols totaux de la pulpe de fruit.....	115

VIII.2.3. Analyse en composantes principales (ACP) et le regroupement des géotypes .	116
VIII.3. Description des feuilles de variétés d'oliviers étudiées.....	118
VIII.3.1. Forme foliaire.....	118
VIII.3.2. Surface foliaire (cm ²).....	119
VIII.4. Caractéristiques phytochimiques des feuilles d'oliviers	120
VIII.4.1. Rendement d'extraction des composés phénoliques.....	120
VIII.4.2. Caractérisation quantitative des extraits bruts des feuilles d'oliviers	120
VIII.4.2.1. Teneurs en polyphénols et flavonoïdes des feuilles d'oliviers	121
VIII.4.2.1.1. Teneur des feuilles en polyphénols totaux (PT)	122
VIII.4.2.1.2. Teneur des feuilles en flavonoïdes totaux (FT)	123
VIII.4.2.2. Evaluation in vitro de l'activité antioxydante.....	123
Conclusion générale et perspectives.....	127
Références bibliographiques.....	130
Annexes.....	152
Résumés.....	172



UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA,
FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

THESE de Doctorat ès Sciences
SPÉCIALITÉ: Sciences Agronomiques

NOM DE L'AUTEUR : ACILA Smail

THÈME :

ادخال الزيتون (*Olea europaea* L.) الى وادي سوف: الوضع الراهن وافاق التنمية, حالة مستثمرة الضاوية

ملخص: أجريت الدراسة في جنوب شرق الجزائر على الإنتاجية وتوصيف زراعة الزيتون في وادي سوف, من 2010 الى 2014, وشملت تسعة أصناف زيتون (*Olea europaea* L.). الأصناف ذات أعمار زراعة مختلفة و خضعت لنظام الري الموضعي في المزرعة النموذجية الضاوية. وتهدف الدراسة إلى تقييم أداء الانتاجية, و الخصائص البومولوجية للثمار و الامكانات الفيتوكيميائية لأوراق الأصناف. أظهرت النتائج تناوب الانتاج و مستوى متوسط المردود من الزيتون يختلف حسب الأصناف و يتزايد بشكل محسوس مع مرحلة نمو الأشجار. في مرحلة الإنتاج, المردود التراكمي على مدى خمس سنوات, للأصناف Gordal (Sevillano) و Chemlal يتراوح ما بين 190.6 و 306.6 كغ/شجرة. أصناف Manzanilla و Aharoun في مرحلة الدخول في الانتاج سجلت مردودا تراكميا 195.4 و 211.4 كغ/شجرة على التوالي. الأشجار الفتية للصنف Ferkani أعطت مردودا تراكميا 134 كغ/شجرة. لدى الصنف Rougette مؤشر معاومة ملحوظ (0.18), يفوق الأصناف الأخرى (≥ 0.07). خصائص الثمار متفاوتة, و هي حتما متأثرة بالإمكانات الجينية للأصناف. وزن الثمار عالي لدى Gordal (9.07 غ) و بلغ الحد الأدنى عند Chemlal (1.76 غ). أظهر Sigoise جزء اللب الأعلى للثمرة (88.14 %) أما الأدنى عند Chemlal (70.44 %). في ظل هذه الظروف الصحراوية, محتوى زيت الزيتون في لب الثمار عموما ضعيفا عند الأصناف المدروسة, بلغ ذروته لدى Ferkani (40.25 % MS) والحد الأدنى لدى صنف زيتون المائدة Gordal (9.85 % MS). هذا الاخير لديه أعلى معدل فينولي في اللب الجاف للثمرة (28.46 ملغ EAG / غ). في حين أن المعدل في Aharoun منخفضا (4.11 ملغ EAG / غ). المستخلصات الخام للأوراق تحتوي على مستويات عالية من المواد النشطة بيولوجيا, أين يتراوح المحتوى للفينولات الكلية ما بين 409.86 و 298.76 ملغ EAG / غ MS للأصناف Manzanilla و Gordal على التوالي. كانت المحتويات الإجمالية للفلافونيدات 49.65 و 36.01 ملغ EQ / غ MS للأصناف Rougette و Ferkani على التوالي. المستخلصات الورقية لديها أيضا حركية قوية لأقتناص الجذر الحر DPPH, حيث كانت قيم IC50 المتحصل عليها ضعيفة جدا و تتراوح ما بين 0.0265 و 0.0486 ملغ/ملل للأصناف Manzanilla و Sigoise على التوالي. بناء على هذه النتائج, نحن نوصي بزراعة الأصناف: Sigoise, Rougette, Gordal (Sevillano) و Manzanilla حصرا لإنتاج زيتون المائدة في منطقة وادي سوف. ان مستوى الأداء للصنف Ferkani يبين ملائمة لإنتاج زيت الزيتون. كل ذلك يبقى مشروطا بالجدوى الاقتصادية في هذه المنطقة الصحراوية. كما أن أوراق الزيتون يمكن تثمينها نظرا لغناها الطبيعي بالمواد المضادة للأكسدة الفعالة.

الكلمات الدالة: زراعة الزيتون, الأصناف, الأداء, المردود, الزيت, الخصوصية, وادي سوف, الجزائر.

ANNÉE : 2018

