

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

De fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme Master en Agronomie
Option : *Protection des plantes cultivées*

Thème

Contribution à l'étude de l'impact de la mouche des olives,
Bactrocera oleae, sur la production des olives et sur la qualité
organoleptique de l'huile d'olive dans les régions oléicoles de la
wilaya de Bouira.

Présenté par : M^{elle} Abdelazize Rabha
M^{elle} Toubdji Nabila

Promoteur: M^r Tebib M.

MACA

UMMTO

Devant le Jury:

Présidente : M^{me} Medjdoub-Bensaad F.

Professeur

UMMTO

Examineurs :

• M^{me} Kherroubi S.

Magistère

SRPV DBK

• M^{lle} Abdellaoui K.

MACA

UMMTO

Soutenu le 20/07/2016

Résumé

Notre étude a révélé que les différents stades larvaires de la mouche *Bactrocera oleae* provoquent une perte en pulpe de 4,8 %.

L'analyse mycologique des olives récoltées a montré la présence du champignon saprophyte omniprésent : *Alternaria alternanta* au niveau des olives présentant des orifices de sortie. Ce champignon est responsable de la production de plusieurs mycotoxines.

La quantification de l'intensité des dégâts dus aux attaques de la mouche des olives a montrer une forte attaque sur les olives à gros calibres.

L'analyse physicochimique nous permis de mettre en évidence une interaction entre le degré d'attaque de la mouche des olives et certains paramètres de qualité de l'huile d'olive.

Mots clés : *Bactrocera oleae* , mouche des olives, *Alternaria*, mycotoxines, olive, huile d'olive.

Summary

Our study revealed that the larval stages of the fly *Bactrocera oleae* cause loss pulp 4.8%.

Mycological analysis of harvested olives showed the presence of ubiquitous saprophytic fungus *Alternaria alternanta* at olives having outlet orifices. This fungus is responsible for the production of several mycotoxins.

The quantification of the intensity of olive fly's damage has show a strong attack on olives with large sizes.

The physicochemical analysis allowed us to highlight the interaction between the degree of attack of the fly olives and some quality parameters of olive oil.

Keywords: *Bactrocera oleae*, olive fly, *Alternaria*, mycotoxins, olive, olive oil.



Remerciements

La présentation de ce modeste travail nous offre l'occasion d'exprimer notre profonde gratitude et sincère reconnaissance à notre promoteur Mr Tebib M., maître assistant classe A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour la bienveillante attention qu'il nous a réservé, son dévouement et la confiance qu'il nous a témoigné durant le déroulement de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements pour l'honneur que'elle nous a fait M^{me} Medjdoub-Bensaad F. B., Professeur en Ecologie à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir bien voulu accepter de présider le jury de notre travail de fin d'études.

Nos chaleureuses pensées vont également à Mme Kharroubi S., directrice de la station régionale de la protection des végétaux de D.B.K (Tizi-Ouzou), de nous avoir ouvert les portes de son établissement et mettre à notre disposition tout le matériel disponible. Et d'avoir accepté de faire part du jury de notre mémoire.

Notre profonde reconnaissance va pareillement à M^{elle} Abedllaoui K., maître assistant classe A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail et d'apporter ses appréciations.

Nos remerciements s'adressent aussi aux techniciens de la station régionale de la protection des végétaux qui nous ont accompagnés durant notre expérimentation et qui nous ont été d'un grand renfort.

Il nous y agréable de remercier, par la même occasion, M^{me} Djerdi L. Responsable du laboratoire commun de Biochimie de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, pour le soutien qu'elle nous a apporté durant les manipes effectuées dans son laboratoire.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de notre mémoire.



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	01
I. Données bibliographiques	
1. Généralités sur l'olivier.....	03
1.1 . Origine et expansion de la culture de l'olivier.....	03
1.2. Importance de l'oléiculture.....	04
1.2.1. Dans le monde.....	04
1.2.2. En Algérie.....	06
1.3. Morphologie et taxonomie de l'olivier.....	06
1.4. Principales variétés algériennes.....	08
1.5. Utilisation de l'olivier.....	08
1.6. Cycle végétatif annuel.....	10
1.7. Exigences de l'olivier.....	10
1.7.1. Exigences climatiques.....	10
1.7.1.1. Exigences photopériodiques.....	10
1.7.1.2. Rayonnement solaire.....	11
1.7.1.3. Pluviométrie.....	11
1.7.1.4. Température.....	12
1.7.1.5. Altitude.....	12
1.7.1.6. Exigences édaphiques.....	12
1.7.1.7. Exigences culturelles.....	13
2. Maladies de l'olivier.....	13
2.1. Maladies fongiques	13
2.1.1. Tavelure.....	13
2.1.2. Verticilliose.....	15
2.1.3. Cercosporiose.....	17
2.1.4. Anthracnose.....	19
2.1.1. Fumagine.....	20
2.2. Maladie bactérienne de l'olivier.....	22
3. Insectes ravageurs de l'olivier.....	21
4. Mouche des olives.....	23
4.1. Classification.....	23
4.2. Description des différents stades de développement.....	23
4.2.1. Œuf.....	23
4.2.2. Larve.....	24

4.2.2. Pupe	24
4.2.4. Adulte.....	25
4.3. Cycle biologique.....	25
4.4. Facteurs favorisant le développement de la mouche.....	28
4.5. Dégâts.....	29
4.6. Méthodes de suivie.....	30
4.7. Stratégies de lutte.....	30
4.7.1. Approche prophylactique.....	30
4.7.1.1. Conduite culturale.....	30
4.7.1.2. Arbres pièges.....	31
4.7.1.3. Travail du sol.....	31
4.7.1.4. Argile blanche.....	31
4.7.2. Lutte curative.....	31
4.7.2.1. Lutte biologique.....	31
4.7.2.1. Lutte chimique.....	32
II. Matériel et méthodes	
1. Présentation de la région d'étude.....	33
1.1. Présentation géographique.....	33
1.2. Relief.....	34
1.3. Climat.....	34
1.4. Hydrographie.....	34
1.5. Présentation climatique.....	35
1.5.1. Présentation climatique de la région de Bouira.....	36
2. Prospection.....	37
2.1. Présentation des sites d'étude.....	37
2.2. Echantillonnage.....	41
3. Méthodologie au laboratoire.....	42
3.1. Taux d'infestation global.....	42
3.2. Calcul du taux d'infestation en fonction de diamètre des olives.....	42
3.3. Estimation de la perte du rendement due à la chute des fruits.....	42
3.4. Estimation des pertes en pulpes.....	43
3.5. Analyse mycologique des olives échantillonnées.....	43
3.5.1. Préparation du milieu de culture.....	43
3.5.2. Désinfection.....	43
3.5.3. Incubation.....	44

3.5.4. Purification.....	45
3.5.5. Identification.....	45
4. Extraction de l'huile d'olive.....	45
4.1. Lavage.....	46
4.2. Broyage.....	46
4.3. Malaxage.....	47
4.4. Centrifugation et récupération de l'huile d'olive.....	48
4.5. Rendement en huile d'olive.....	48
5. Analyse physicochimiques de l'huile d'olives.....	49
5.1. Analyse physique.....	49
5.1.1. Teneur en humidité.....	49
5.1.2. Absorption dans l'UV à 232 nm et 270 nm.....	50
5.2. Analyse chimique de l'huile d'olive.....	51
5.2.1. Acidité.....	51
5.2.2. Indice de peroxyde.....	53
5.2.3. Teneur en caroténoïdes.....	54
5.2.4. Détermination de la chlorophylle.....	54
5.2.5. Indice de saponification (IS)	55
5.2.6. Indice d'iode.....	55
5.2.7. Composés phénoliques.....	56
II. Résultats et discussion	
1. Niveaux d'infestation par <i>B. oleae</i> dans les stations prospectées à Bouira.....	57
1.1. Evaluation du taux d'infestation global.....	57
1.2. Evaluation du taux d'infestation global en fonction du calibre des fruits	58
1.3. Evaluation du taux d'infestation des olives par station.....	59
2. Estimation des pertes dues à la chute des fruits.....	60
3. Evaluation des pertes en pulpe.....	61
4. Analyse mycologiques des olives échantillonnées.....	62
5. Evaluation quantitative des huiles extraites.....	64
6. Evaluation qualitative des huiles extraites	65
6.1. Analyse physique.....	65
6.1.1.1. Humidité.....	65
6.1.2. Absorbance dans l'ultraviolet.....	67
6.2. Analyse chimique.....	70
6.2.1. Acidité.....	70

6.2.2. Indice de peroxyde.....	72
6.2.3. Caroténoïdes.....	74
6.2.4. Indice de chlorophylle.....	75
6.2.5. Indice de saponification (IS)	77
6.2.6. Indice d'Iode.....	78
6.2.7. Composées phénoliques.....	80
Conclusion.....	81
Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Production mondiale d'huile d'olive y compris de l'huile de grignons d'olive (x1 000 tonne) (COI*, 2003).....	05
Tableau 02 : Pays principalement consommateurs d'huile d'olive (x1 000 tonne) (COI, 2003).....	05
Tableau 03 : Position taxonomique de l'olivier (Guignard et Dupont, 2004).....	05
Tableau 04 : Les principales variétés d'olive Nationale (Mendil et Sebai, 2006).....	09
Tableau 05 : Caractéristiques d'un sol adéquat pour l'oléiculture (Tombesi et <i>al.</i> , 2007)...	13
Tableau 06 : Les insectes ravageurs de l'olivier signalés par le Conseil Oléicole International C.O.I (Lopez-Villalta, 1999).....	21
Tableau 07 : Produits autorisés sur olivier contre la mouche de l'olive (Zuccarelli, 2014)..	32
Tableau 08 : Importance de l'oléiculture dans les sites d'étude (DSASI, 2014).....	38

Liste des Figures

Figure 01 : Expansion de l'olivier cultivé dans la Méditerranée (Civantos, 1998).....	4
Figure 02 : A gauche, évolution de la photosynthèse au niveau des feuilles du cultivar Mariano selon la température. À droite influence des conditions de développement de la feuille et de l'intensité de la lumière sur la photosynthèse (Tombesiet <i>al.</i> , 2007).....	11
Figure 03 : Symptômes de la tavelure sur les feuilles, pétiole, et fruit d'olivier : a) Symptôme typique, b) Symptôme atypiques, c) Sur pétiole, d) Sur des olives (Alsalmiya et <i>al.</i> , 2010).....	15
Figure 04 : Phialides et conidies de <i>V. dahliae</i> (Tombesi et <i>al.</i> , 2007)	17
Figure 05 : Symptômes de <i>V. dahliae</i> sur olivier (Tombesi et <i>al.</i> 2007)	17
Figure 06 : Pupes de <i>Bactrocera oleae</i>	24
Figure 07 : Asticots de <i>Bactrocera oleae</i>	24
Figure 08 : Pupes de <i>Bactrocera oleae</i>	24
Figure 09 : Adultes de <i>Bactrocera oleae</i>	25
Figure 10 : Accouplement de la mouche des olives (Yokoyama, 2015)	26
Figure 11 : Ponte des œufs sous l'épiderme de l'olive (Yokoyama, 2015)	26
Figure 12 : Cycle biologique de <i>Bactrocera oleae</i>	28
Figure 13 : Présentation géographique de la wilaya de Bouira (DSAB, 2015)	33
Figure 14 : Position de la région de Bouira dans le Climagramme d'Emberger pour la période 2005-2015 (Original, 2015)	36
Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la région de Bouira (2005/ 2015) (Original 2015)	37
Figure 16 : Site d'étude à M'Chedellah.....	39
Figure 17 : Site d'étude à El Adjiba.	39
Figure 18 : Site d'étude à Ahnif.....	40
Figure 19 : Site d'étude à Bechloul.....	40
Figure 20: Echantillonnage d'olives.....	41
Figure 21: Détermination de mycoflore à partir des olives (Original).....	44
Figure 22: Oléodoseur (Original).	46
Figure 23: Opération du broyage des olives (Original).....	47
Figure 24: Opération du malaxage de la pâte d'olive (Original).	47
	48

Figure 25: Extraction de l'huile d'olive par un oléodoseur (Original).....	48
Figure 26: Calcule de rendement en huile (Original).	49
Figure 27: Détermination du taux d'humidité dans les huiles récoltées (Original).....	51
Figure 28: Calcule de l'absorbance en UV de l'huile d'olive (Original).	53
Figure 29: Calcul d'acidité de l'huile d'olive (Original).	57
Figure 30: Taux moyen total des olives saines, piquées et avec orifice de sortie au niveau des sites étudiés dans la wilaya de Bouira.....	
Figure 31: Taux moyen total des olives saines et infestées (piquées et avec orifice de sortie) en fonction de la taille du fruit au niveau des sites étudiées dans la wilaya de Bouira.	59
Figure 32: Taux moyen totale des olives saines et infestées aux niveaux des stations prospectées à Bouira.....	61
Figure 33: Pertes d'olives par chute dues aux attaques de <i>Bactrocera oleae</i> dans les sites étudiés.	61
Figure 34: Pertes moyennes en pulpe, de 100 olives, causées par la mouche des olives.....	62
Figure 35: Aspect macroscopique de l' <i>Alternaria alternata</i> (Original).	62
Figure 36: Aspect microscopique de l' <i>Alternaria alternata</i> A : <i>condiophore</i> B : <i>Condies</i> (Original).....	64
Figure 37: Production moyenne en l'huile produite par 2kg d'olives.....	66
Figure 38: Variation du taux d'humidité au niveau des huiles extraites au laboratoire.	66
Figure 39: Estimation du niveau d'humidité des huiles issues des stations prospectées.....	68
Figure 40: Evolution des extinctions spécifique (E232) des huiles issues de la trituration au laboratoire.	68
Figure 41: Evolution des extinctions spécifique (E232) des huiles issues de la trituration aux huileries.	69
Figure 42: Evolution des extinctions spécifique (E270) des huiles issues de la trituration au laboratoire.....	69
Figure 43: Evolution des extinctions spécifique (E270) des huiles issues de la trituration aux huileries.	71
Figure 44: Variation du taux d'acidité des huiles extraites au laboratoire.	71
Figure 45: Evaluation de la variation de l'acidité des huiles issues des stations prospectées.	73
Figure 46: Estimation de l'indice de peroxyde des huiles extraites au laboratoire.....	73

Figure 47: Variation de l'indice de peroxydes des huiles issues à partir des stations prospectées.....	74
Figure 48: Teneur en caroténoïdes dans les huiles issues des olives triturées au laboratoire.	75
Figure 49: Teneur en caroténoïdes dans les huiles issues de d'olives triturées aux huileries.	75
Figure 50: Variation de la teneur en chlorophylle des huiles extraites au laboratoire.	76
Figure 51: Variation de la teneur de chlorophylle des huiles issues à partir des stations prospectées.	77
Figure 52: Indice de saponification des huiles étudiées.....	78
Figure 53: Indice d'iode des huiles issues de la trituration au laboratoire.	79
Figure 54: Indice d'iode des huiles issues des stations prospectées.	79
Figure 55: Estimation du taux des composées phénoliques des huiles extraites au laboratoire.....	80
Figure 56: Taux des composés phénoliques des huiles extraites au laboratoire.	81



Introduction

L'olivier, depuis l'Antiquité, est lié aux légendes et aux croyances des civilisations qui ont peuplé les pourtours du bassin méditerranéen. Cet ancrage dans la vie spirituelle de ces peuples s'explique par l'importance de l'olivier, de l'huile d'olive et des olives dans leur vie de tous les jours (nourriture, soins du corps, éclairage des maisons et des édifices religieux, etc.).

Dans le régime alimentaire des pays méditerranéens, l'olivier constitue une source d'alimentation en calorie très importante. Sa forme spontanée (oléastre) constitue un écosystème forestier en Afrique du Nord.

L'olivier connaît une extension progressive à travers le monde. Durant les dernières années, plusieurs pays non méditerranéens ont tendance à développer cette culture dans certaines régions spécifiques de leur territoire.

L'oléiculture mondiale occupe une superficie d'environ 11 millions d'hectares où plus de 1,5 milliards de pieds sont implantés. Néanmoins, les pays méditerranéens restent prédominants avec plus de 95 % de la production d'huile d'olive, et avec environ 90 % de sa consommation.

Durant la période de 2006 à 2011, la production mondiale annuelle en huile d'olive a atteint 2 934 400 de tonnes en moyenne.

En Algérie, l'oléiculture occupe toute la région du Tell jusqu'à 1000 m d'altitude. Ce sont surtout les régions du Centre et de l'Est qui produisent l'huile d'olive, celles de l'Ouest, quant à elles, ne produisent que l'olive de table. La surface oléicole nationale est de 239 352 ha avec 26 802 790 arbres complantés, et une production d'huile ne dépassant pas 757 070 hl ; production qui reste toujours insuffisante pour les besoins nationaux.

L'oléiculture constitue pour une grande partie de la population, notamment de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Bouira, Béjaïa), une activité de base et une culture vivrière, car cette région à elle seule couvre 54,6 % de la superficie totale de l'olivier.

Malgré sa rusticité et sa grande capacité d'adaptation, l'olivier subit des contraintes diverses telles que les incendies, le vieillissement et le caractère d'alternance. A cela s'ajoutent l'irrégularité des facteurs météorologiques, le manque d'entretien des vergers, la fertilisation peu maîtrisée et l'absence de mesures phytosanitaires. En effet, il est confronté à différentes attaques par de nombreux agents pathogènes (champignons, bactéries, virus) et ravageurs, ces derniers causent des dégâts sérieux et réduisent considérablement la qualité et la quantité des récoltes.

La mouche de l'olive est actuellement le ravageur le plus dommageable en oléiculture car ses attaques affectent très notablement la qualité des olives et de l'huile.

Les larves de *B. oleae* sont capables de causer des dégâts dans la plupart des oliveraies de la Méditerranée. C'est seulement dans les régions extrêmement sèches que *B. oleae* a une

activité moins importante. Son attaque est plus régulière et forte dans les zones humides, proches de la mer, mais l'intensité varie également selon les soins culturaux (Gaouar, 1996).

Pour les olives destinées à l'huilerie, on distingue classiquement trois types de dégâts: chute des fruits attaqués avant la récolte, destruction directe de la pulpe par les différents stades larvaires et détérioration de la qualité de l'huile d'olive.

Par ailleurs, chez les olives destinées à la conserverie, toute piqûre constitue un défaut rendant le fruit inapte à la commercialisation.

Notre étude a pour objet de déterminer l'importance d'attaque de *B. oleae* sur l'olivier au niveau de quatre localités de la wilaya de Bouira, il s'agit de M'Chedellah, Al Adjiba, Bechelloul et Ahnif ; ainsi que, d'étudier l'impact de ce ravageurs sur la quantité et la qualité d'huile d'olive produite.

1. Généralités sur l'olivier

1.1 . Origine et expansion de la culture de l'olivier

L'olivier, depuis l'Antiquité, est lié aux légendes et aux croyances des civilisations qui ont peuplé les pourtours du bassin méditerranéen.

Les premières traces sauvages de l'olivier ont été retrouvées en Asie mineure et date d'il y a plus de 14 000 ans (Loumou, 2002). De tous les peuples antiques, seuls les assyriens et les babyloniens en ignoraient l'existence (Loussert et Brousse, 1978 ; Civantos, 1998).

L'apparition et la culture de l'olivier remonteraient à la préhistoire mais les avis des auteurs ne convergent pas à localiser son origine. La thèse fréquemment retenue est celle de De Candolle qui indique la région de l'actuelle Syrie et de l'Iran comme son lieu d'origine (Loussert et Brousse, 1978).

De la Grèce à l'Espagne en passant par l'Égypte, l'Italie, la Tunisie, le Maroc et la France, l'olivier va s'implanter durablement sur tout le pourtour méditerranéen (Moreaux, 1997). Ainsi, lorsque les romains arrivèrent en Afrique du Nord, les berbères savaient déjà greffer les oléastres (Loussert et Brousse, 1978). D'après Baldy (1990) et Moreaux (1997), avec la période des grandes découvertes et des colonisations, l'olivier traversa le détroit de Gibraltar pour voyager vers des pays plus "exotiques" comme la Californie, l'Amérique latine, l'Afrique du Sud, l'Afrique Centrale, l'Australie et la Chine (Fig. 1).

Selon Moore et White (2003) et McCarthy (2006), depuis plus de 30 ans l'olivier a connu une expansion vers le nord de l'Europe, où la première oliveraie commerciale de 120 arbres a été implantée au Royaume-Uni dans la région de Devon en 2006. Avec le temps, les goûts et les besoins alimentaires autant que les conditions économiques et sociales de l'alimentation humaine ont évolué, détournant ainsi l'attention des populations vers des productions oléagineuses plus commodes, et adaptées à la climatologie des diverses régions du monde.

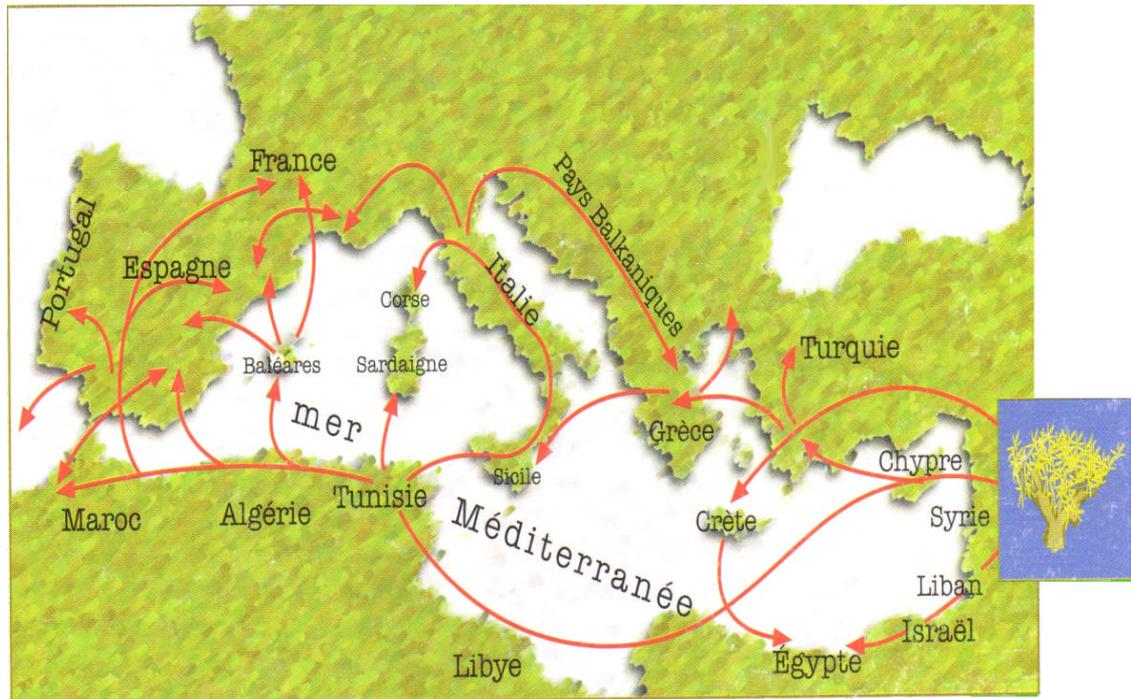


Figure 1 : Expansion de l'olivier cultivé dans la Méditerranée (Civantos, 1998).

1.2. Importance de l'oléiculture

1.2.1. Dans le monde

La production mondiale d'olives et celle de l'huile qui est une dérivée sont principalement concentrées dans les pays de l'union européenne (Tab.1).

Les principaux pays producteurs de l'huile d'olive sont : l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie, le Maroc, l'Égypte, l'Algérie, le Portugal et la France (F.A.O.*, 2003).

La production moyenne d'huile d'olive dans l'UE au cours des dernières campagnes s'est élevée à 2,2 millions de tonnes et représentant 73 % de la production mondiale. L'Espagne, l'Italie et la Grèce représentent environ 97 % de la production d'huile d'olive de l'Union Européenne (UE), dont environ 62 % pour l'Espagne (C.E.D.G.A.D.R.** , 2012).

Le produit essentiellement obtenu est l'huile d'olive et secondairement l'olive de table (Tab. 1). En effet, seulement 10 % de la production mondiale d'olive est destinée à la conservation et 90 % à la transformation en huile (Civantos, 1998). Celle-ci est consommée surtout par la population des pays producteurs. Toutefois le tableau 2 fait ressortir l'intérêt accordé par d'autres pays non producteurs à la consommation de l'huile, c'est le cas des États Unis d'Amérique (USA), du Canada et de l'Australie (Tab. 2).

* Food and Agricultural Organisation

**Commission européenne, Direction générale de l'agriculture et du développement rural

Tableau 1 : Production mondiale d'huile d'olive y compris de l'huile de grignons d'olive (x1 000 tonnes) (C.O.I.*, 2003).

	EU	Turquie	Syrie	Tunisie	Maroc	Autres	Total	EU/Total
1995/96	1518	46	84	65	40	97	1849	82,1 %
1996/97	1899	203	125	291	85	107	2710	70,1 %
1997/98	2294	41	70	95	74	56	2630	87,2 %
1998/99	1838	171	115	222	69	130	2545	72,2 %
1999/00	1873	54	81	220	44	120	2392	78,3 %
2000/01	2090	176	165	135	38	121	2725	76,7 %
2001/02	2650	66	62	37	64	110	3019	87,8 %

Tableau 2 : Pays principalement consommateurs d'huile d'olive (x1 000 tonnes) (C.O.I., 2003).

	EU	USA	Japon	Australie	Canada	Autres	Total	EU/Total
1995/96	1402	105	17	17	14	374	1928	7,27 %
1996/97	1687	144	26	22	19	473	2371	7,12 %
1997/98	1841	152	34	18	18	485	2548	7,22 %
1998/99	1824	159	29	24	19	501	2556	7,14 %
1999/00	1844	174	28	24	20	480	2570	7,18 %
2000/01	1918	212	30	31	25	497	2713	7,07 %
2001/02	1994	221	32	28	24	461	2760	7,22 %
2002/03	2028	225	33	29	26	490	2831	7,16 %

L'évolution de la consommation mondiale d'huile d'olive progresse de manière relativement régulière, sans afficher les oscillations qui marquent la production. Depuis la campagne de commercialisation 1995/96, le taux moyen annuel de l'augmentation de la consommation a été de 6 %, avec une croissance relativement encore plus importante dans les pays nouvellement consommateurs. En outre, la Communauté européenne est le premier consommateur mondial.

* Conseil Oléicole International

**Commission européenne, Direction générale de l'agriculture et du développement rural

Les consommations les plus importantes dans le bassin méditerranéen se trouvent en Syrie (100.000 tonnes), en Turquie (70.000 tonnes), au Maroc (50.000 tonnes) et en Tunisie (40.000 tonnes). Leurs marchés sont normalement desservis par les productions locales et ont donc une relevance limitée pour le commerce international (C.E.D.G.A.D.R.***, 2012).

1.2.2. En Algérie

A l'instar des autres pays méditerranéens, l'olivier constitue l'une des principales espèces fruitières plantées en Algérie, avec environ 311 930 ha soit 37,06 % de la surface arboricole nationale et 3,36 % des terres agricoles cultivables (MADR*, 2011).

L'oléiculture est essentiellement privée. En effet, le secteur privé occupe une part de 70 % et seulement 30 % reviennent au secteur étatique (Ayadi, 1994 cité par Amrouche, 1999). Cinq principales wilayas représentent 54,6 % de la superficie totale de l'olivier, il s'agit de Bejaia (21,16 %), Tizi-Ouzou (13,55 %), Bouira (7,86 %), Bordj-Bou-Argeridj (6,66 %) et Sétif (5,37 %).

La plupart des oliveraies (83 % de la surface oléicole nationale) sont plantées dans des zones de montagne, sur des terres accidentées et marginales, peu fertiles et caractérisées par une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 400 et 900 mm. Les autres oliveraies (17 %) sont situées dans les plaines de l'Ouest du pays (Mascara, Sig et Relizane), lesquelles reçoivent une pluviométrie annuelle moyenne de 300 à 400 mm et font l'objet d'irrigation d'appoint (Kerboua, 2003). En 2005, la production d'olives a atteint 316 489 tonnes, dont 85 705,5 tonnes (27 %) sont destinées à la conservation et 230 785,5 tonnes (73 %) à la production d'huile (M.A.D.R.*, 2011).

Les travaux effectués par Hauville (1953 cité par Loussert et Brousse, 1978) montrent que le patrimoine oléicole Algérien comporte plus de 150 variétés plus au moins abondantes. Ces variétés présentent des caractéristiques bioagronomiques distinctes (la vigueur, la forme de frondaison, la forme et la couleur des feuilles, la teneur en huile, etc.) suivant leurs milieux écologiques.

1.3. Morphologie et taxonomie de l'olivier

L'olivier se distingue des autres espèces fruitières par sa grande longévité pouvant donner des arbres plusieurs fois centenaires. Si le tronc disparaît par vieillissement, les rejets, se développant à sa base, assureront sa pérennité et redonneront un nouvel arbre. L'arbre est toujours vert, sa dimension et sa forme varient selon les variétés et les conditions édapho-climatiques.

Si l'olivier végète seul, il prend couramment une forme pyramidale qui peut atteindre 12 à 15 mètres de haut, son tronc se maintient le plus souvent élancé (Maillard, 1975 ; Salvarredi, 1987). Michel Pierre (1982) décrit l'olivier comme un arbre dont la tige peut atteindre 10 à 15 mètres. Il est couvert d'une écorce gris cendré et se ramifie en rameaux tortueux ; l'ensemble forme une cime irrégulière.

Si l'olivier est greffé en place et les conditions du sol le permettent, deux ou trois grosses racines pivotantes se développeront d'abord en profondeur puis apparaîtra un réseau de racines secondaires à tendance traçante (Morettini, 1947 cité par Loussert et Brousse, 1978). Nurhayat (1989) signale que le développement et le taux de croissance des racines, leur activité, le nombre de poiles absorbant et leur structure anatomique varient en fonction des variétés. La grande concentration des racines se situe dans les profiles superficielles du sol jusqu'à 80 cm de profondeur. La hauteur du tronc est variable et dépend de la taille de formation pratiquée au jeune âge.

Maillard (1975), Michelle pierre (1982) et Bonnet (1987) affirment que les feuilles sont vert foncé, la face inférieure présente un aspect argenté. Elles sont opposées, courtement pétiolées, lancéolées, aiguës, entières, fermes, dures et coriaces, lisses et persistantes, d'une durée de vie d'environ trois ans.

Selon Michel pierre (1987), les fleurs sont petites, de couleur blanc jaunâtre, forment des grappes dressées à l'aisselle des feuilles de l'extrémité des rameaux. Les inflorescences sont constituées de grappes longues et flexueuses pouvant comporter 4 à 6 ramifications secondaires (Loussert et Brousse, 1978). Les fleurs sont en nombre très variable suivant la variété (de 10 à 40 par grappe en moyenne) ; elles sont hermaphrodites (Ouksili, 1983 cité par Mendil et Sebai, 2006 et Saoudi, 1994). La formule florale est : 4 S + 4 P + 2 E + 2 C (Loussert et Brousse, 1978).

Le fruit, de forme ovoïde ou ellipsoïde, est une drupe à mésocarpe charnu et endocarpe dur. Il est riche en lipides (Amirouche, 1976 ; Loussert et Brousse, 1978).

D'après Civantos (1998), le genre *Olea* comprend 30 espèces différentes, distribuées dans le monde entier, parmi lesquelles on trouve *Olea europeae* L. avec deux sous espèces : *oleaster* (oléastre) et *sativa* (olivier). Elles ont toutes les deux le même nombre de chromosomes (2n=46).

Les mécanismes de variation et de sélection variétale exercés par l'homme ont provoqué une diversification morphologique qui a conduit à des critères de détermination de variétés (Bellini, 1992 ; Boulouha et *al.*, 1992).

Tableau 03 : Position taxonomique de l'olivier (Guignard et Dupont, 2004).

Embranchement	:	Angiospermes
Classe	:	Eudicotylédones
Sous Classe	:	Astériidées
Ordre	:	Lamiales
Famille	:	Oleaceae
Genre	:	<i>Olea</i> (Tourn.)
Espèce	:	<i>O. europeae</i> (Lin.)
Sous espèce	:	<i>O. europeae sativa</i> (Lin. et Hoff.)

1.4. Principales variétés algériennes

L'Algérie dispose d'un patrimoine constitué de 164 cultivars autochtones et introduits de toute la méditerranée et même d'outre atlantique. Les travaux de caractérisation entamés par Amirouche et Ouksili (cité par Mendil et Sebai, 2006), ensuite par Mendil et Sebai (2006), ont permis de répertorier 72 variétés autochtones dont 36 sont homologuées, le reste est en cours de réalisation (Tab. 03).

1.5. Utilisation de l'olivier

L'huile d'olive est considérée comme le corps gras le plus recommandé. Elle est suffisamment riche en acide oléique et en acide linoléique, ce qui lui confère une grande digestibilité surtout crue ; elle est connue pour son rendement énergétique élevé et son pouvoir constructif des cellules. Les fruits frais apportent à l'organisme les autres acides gras qui corrigeront, au besoin, les insuffisances de l'huile d'olive et les compléteront. Elle contient environ 70 % d'acides gras mono-insaturés, ce qui lui confère le pouvoir d'être un excellent préventif des maladies cardiovasculaires. Elle contribue également à la réduction du mauvais cholestérol au profit du bon cholestérol, facteur de prévention de l'artériosclérose. Elle améliore le transit intestinal et favorise les sécrétions biliaires (Argenson et *al.*, 1999).

Les grignons noirs peuvent servir d'engrais et de tourteaux. Les grignons blancs (le reste de noyaux délavés) forment un excellent combustible utilisé dans l'huilerie même (Amouretti et Comet, 1998). En plus des propriétés citées ci-dessus, Michelle pierre (1982) indique que les feuilles sont fébrifuges, hypotensives et diurétiques.

Tableau 04 : Principales variétés d'olivier en Algérie (Mendil et Sebai, 2006).

Variétés et synonymes	Origines et diffusion	Caractéristiques
Var.Azeradj	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	Originnaire 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 43,4%
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, pré »sent surtout en Kabylie, s »entend du mont Zekkar à l'Ouest aux Bibans à l'Est.	Variétés 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%
Ferkani, ferfane	Ferfane (Tebessa), diffusée dans la région des Aurès	Variété de vigueur moyenne, résistante au froid et à la sécheresse, le poids de 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% ; variétés en extension en régions steppiques et présahariennes.
Grosse de Hamma, Syn. Queld Ethour	Hamma (Constantine)	Variété précoce, résistante au froid et à la sécheresse ; fruit de poids très élevé et de forme allongé, double aptitude : hile et olive de table, le rendement de 16 à 22%
Hamra, Syn. Rougette ou roussette	Originnaire 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	Originnaire de Sidi-Aïch (Bejaïa), occupe 8% du verger oléicole national, localisée sur les versants montagneux de la base vallée de la Soummam jusqu'au littoral.	Variété précoce, peu tolérante au froid, résistoyante à la sécheresse ; le fruit est de poids faible de forme allongée, utilisée dans la production d'huile, le rendement de 20 à 24%.
Longue de Maliana	Originnaire de maliana, localisée actuellemnt dans la regiond'El-Khemis, cherchell et le littoral de Ténés.	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 de 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% ; le taux d'enracinement très faible.
Sigoise ou olive de Tlemcen ou olive de Tell.	Elle est dominante depuis Oued Rhiou jusqu'à Tlemcen	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> .

1.6. Cycle végétatif annuel

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 de nouvelles ramifications qui naissent sur les rameaux d'un an ou sur ceux d'autres âges (Boulouha, 1995).

Le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée essentiellement par un climat méditerranéen. Après le repos hivernal de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion de bourgeons axillaires. Ceux-ci donneront soit de jeunes pousses feuillées ou des inflorescences. Au fur et à mesure que les températures printanières s'adoucissent, l'inflorescence se développe et la floraison a lieu en mai -juin. L'endocarpe se sclérifie en juillet-août et les fruits atteignent leur taille définitive en septembre-octobre, puis arrive la véraison ou maturité physiologique (Loussert et Brousse, 1978). Les tissus de l'arbre utilisent une partie des assimilats pour la croissance annuelle et pour la respiration ; le reste des assimilats est stocké dans les organes d'accumulation ; fruits et tissus de réserve (Tombesi et *al.*, 2007).

Les processus les plus importants du cycle de production de l'olivier sont : l'activité du système racinaire, la synthèse des hydrates de carbone, la différenciation des bourgeons à fleurs et le développement des fruits (Tombesi et *al.*, 2007).

Tombesi et *al.* (2007) insistent sur le fait que pour assurer une production de fruits annuelle, un olivier est doté d'un système racinaire qui se développe et absorbe l'eau et les nutriments en métabolisant les substances nutritives que la frondaison met à sa disposition. Pour assumer au mieux ces fonctions, le système racinaire a besoin d'un grand volume de terrain à explorer, contenant de l'oxygène, de l'eau et des éléments nutritifs assimilables. Pour assurer son développement l'olivier demande certaines exigences.

1.7. Exigences de l'olivier

1.7.1. Exigences climatiques

1.7.1.1. Exigences photopériodiques

Selon Baldy (1990), l'espèce *Olea europea*, ou au moins certaines variétés ou cultivars bien adaptés, est susceptible de fructifier plus ou moins régulièrement quelque soit le régime photopériodique de la région. L'espèce paraît sensible aux variations thermo-périodiques (extrême jour-nuit et amplitudes entre saisons).

1.7.1.2. Rayonnement solaire

L'olivier exige de fortes quantités d'énergie solaire pour assurer son développement et surtout une fructification normale (Baldy, 1990). L'olivier profite bien des périodes de ciel variable (passage nuageux) ou un peu brumeux, qui augmentent considérablement le pourcentage de rayonnement diffus dans le rayonnement global (Fig. 02). Il semble que la majeure partie de la nouaison des olives s'effectue dans la zone de plus forte insolation (Trigui, 1987 cité par Baldy, 1990).

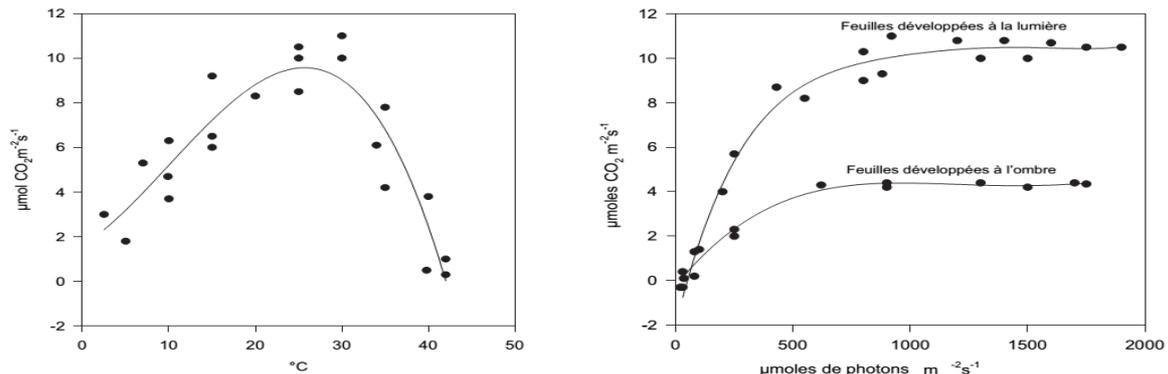


Figure 02 : A gauche, évolution de la photosynthèse au niveau des feuilles du cultivar Mariano selon la température. À droite, influence des conditions de développement de la feuille et de l'intensité de la lumière sur la photosynthèse (Tombesiet *al.*, 2007).

La synthèse des hydrates de carbone par l'appareil foliaire se produit lorsque sont réunies des conditions de températures optimales, de 20-30°C, et d'intensités de lumière supérieures au point de compensation, de 20-30 $\mu\text{moles de photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ et 600-1 000 μmoles , au-delà desquelles la photosynthèse reste constante (Tombesi et *al.*, 2007).

1.7.1.3. Pluviométrie

La pluviométrie favorable à sa croissance et son développement est comprise entre 450 et 800 mm (Loussert et Brousse, 1978). Tombesi et *al.* (2007) affirment que les précipitations doivent être supérieures à 400 mm, 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 45 jours, ni d'inondations prolongées. 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.

1.7.1.4. Température

Les zones aptes à la culture de l'olivier sont caractérisées par un climat avec des températures minimales non inférieures à - 6 ou - 7°C, seuil en dessous duquel les feuilles sont gravement affectées (Tombesi et *al.*, 2007). Les dégâts augmentent avec l'aggravation du gel : la perte de la plupart des feuilles à -12° C (Baldy, 1990). Une température de -3°C ou -4°C peut abîmer les fruits avec des conséquences négatives sur la qualité de l'huile (Tombesi et *al.*, 2007). La destruction des parties aériennes et l'éclatement du bois à -17°C (Baldy, 1990). Cependant, l'olivier nécessite une période de froid ; ses besoins sont estimés entre 150 et 300 heures de température inférieure à +9°C. Cette action de froid est en fait une véritable vernalisation du bourgeon végétatif, qui va évoluer après l'induction florale en une inflorescence portant des bourgeons floraux (Loussert, 1987). Tombesi et *al.* (2007) rajoutent que des températures constamment supérieures à 16°C empêchent le développement des bourgeons à fleurs.

1.7.1.5. Altitude

Une altitude très élevée n'est pas favorable, (Ozenda, 1982). En région méditerranéenne, la culture de l'olivier ne devra pas en principe dépasser les altitudes de 800 m en exposition sud et 600 m en exposition nord. Cependant en Algérie, l'olivier croît en grande Kabylie jusqu'à 1000 m (suivant l'exposition). En Sicile, l'olivier est exploité sans difficultés majeures sur les pentes de l'Etna jusqu'à 1000 m. (Loussert et Brousse, 1978).

1.7.1.6. Exigences édaphiques

L'olivier est peu exigeant en matière de sol. Il est susceptible de se développer dans les sols pauvres, qu'ils soient argileux ou légers, rocailleux ou pierreux. Mais les terrains très argileux et lourds représentent une limite, ainsi que ceux à forte humidité pendant de longues périodes (Laumonier, 1960 ; Civantos, 1998). Le système racinaire de l'olivier s'étend de préférence dans les 50 à 70 premiers cm du sol, les racines peuvent aller jusqu'à un mètre de profondeur pour chercher un supplément d'eau (Tab.05). C'est pourquoi le sol doit être adapté en termes de texture, de structure et de composition sur une profondeur d'au moins un mètre (Tombesi et *al.*, 2007).

Tableau 05 : Caractéristiques d'un sol adéquat pour l'oléiculture (Tombesi et *al.*, 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 P₂O₅		5 – 35 ppm
Potassium échangeable (K₂O)		50 – 150 ppm
Calcium échangeable (CaCO₃)		1650 – 5000 ppm
Magnesium échangeable		1 – 200 ppm

1.7.1.7. Exigences culturales

L'olivier exige les façons culturales superficielles du sol qui doivent être d'autant plus fréquentes que la sécheresse est plus grande. La pratique de deux labours annuels, l'un en automne avant la période des pluies, l'autre à la fin de l'hiver. Toutefois, une fumure phospho-potassique est de préférence incorporée au labour d'automne (Laumonnier, 1960).

Comme la majorité des arbres fruitiers, l'olivier réagit favorablement à la taille, qui lui permet de guider son développement vers une nouaison rapide et une régularisation de production en diminuant son alternance. Enfin, elle permet de prolonger la période d'exploitation du verger (Loussert et Brousse, 1978).

2. Maladies de l'olivier

2.1. Maladies fongiques

2.1.1. Tavelure

La tavelure, *Spilocaea oleagina*, maladie également connue sous le nom de l'œil de paon ou la tache foliaire de l'olivier. Elle est largement répandue aussi bien dans les régions méditerranéennes que dans d'autres zones tempérées et subtropicales du monde, où l'olivier se développe (Graniti, 1993 ; Macdonald et *al.*, 2000). En Europe, la maladie a été signalée depuis longtemps (Campbell, 1909 cité par Graniti, 1993).

En Algérie, la tavelure fut l'objet d'étude par Yahiaoui et *al.* (1993) ; Guéchi et Benabdelkader (2001) ; Ouaza (2002 cité par Tebib, 2003) ; Tebib (2003) et Meghezzi (2006).

S. oleagina vit en parasite dans les feuilles de l'olivier, moins fréquemment sur les fruits ou sur les pédoncules, en formant un strome subcuticulaire. Des ramifications se dressant à partir du strome percent la cuticule et donnent naissance à des conidiophores unicellulaires, courts (10-30 x 8-15 µm), ampulliformes et brun olivacé. Ils portent à leur sommet des annulations dont chacune représente le vestige de l'insertion d'une conidie détachée.

Les conidies verruqueuses, piriformes ou claviformes, brun olivacé sont tronquées à la base et minces au sommet. Les conidies matures sont le plus souvent bicellulaires et mesurent 14-28 µm de long et 9-14 µm d'épaisseur à la partie la plus large (Graniti, 1993).

Le pathogène induit des symptômes sur les feuilles. Chez les cultivars sensibles, les fruits et les pédoncules peuvent être également infectés (Graniti, 1993 ; Teviotdale et Sibbett, 1995).

Les feuilles affectées deviennent partiellement chlorotiques, puis quelquefois nécrotiques, et tombent prématurément (Graniti, 1993). Cette chute expose les cicatrices foliaires à l'infection par la bactérie de la tuberculose, *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Teviotdale et Sibbett, 1995).

L'attaque directe sur les fruits se manifeste par des petites lésions creuses et brunes. L'infection des pédoncules produit, au début, de petites macules brunes ou noires qui s'étendent, confluent et peuvent causer la rupture ou le dessèchement du pédoncule, d'où la chute du fruit (Graniti, 1993).

Les conidies sont disséminées par les éclaboussures de pluie ou par le vent chargé de gouttelettes d'eau. La dissémination des conidies est également possible par le vent et par des insectes tels que *Ectopsocus briggsi* (De Marzo et *al.*, 1993 ; Laviola et Scarito, 1993 ; Lops et *al.*, 1993).

Certaines pratiques culturales sont propices à l'installation de la maladie, nous pouvons citer :

- * les plantations denses d'oliviers de variétés sensibles (Graniti, 1993) ;
- * les plantations dans les bas fonds où le brouillard est persistant pendant l'hiver ;
- * le manque d'entretien des oliveraies (taille, désherbage, etc.) et de mesures phytosanitaires (Boulila et Mahjoub, 1994) ;

- * les engrais riches en azote et le manque de calcium contribuent à rendre les arbres plus sensibles aux attaques par *S. oleagina* (Lopez-Villalta, 1999).

Le pathogène peut entraîner une réduction de récolte allant de 10 à 20%, selon les différentes conditions de chaque pays (Azeri, 1993 ; Lopez-Villalta, 1999 ; Guéchi et Benabdelkader, 2001 ; Obanor, 2005).

La lutte contre la tavelure de l'olivier repose sur : des mesures culturales, l'utilisation de cultivars tolérants ou résistants et sur la protection chimique (Bourbos et Skoudridakis, 1993 ; Graniti, 1993). La taille et autres pratiques visant à réduire l'humidité sont recommandées pour des oliveraies sujettes aux attaques récurrentes de *S. oleagina*.

Le contrôle chimique comporte l'application de traitements préventifs avant ou au début des principales saisons d'infection, qui coïncident souvent avec les saisons de croissance des pousses, c'est à dire au printemps (avant la floraison) et/ou en automne (Obanor, 2005). La croissance subcuticulaire de *S. oleagina* permet l'utilisation de fongicides systémiques (bitertanol, penconazole, etc.) durant la période d'incubation ou lorsque l'infection est latente (Graniti, 1993). Coda et *al.* (1993) affirment que les fongicides systémiques : benomyl (60-120 g/hl) ou méthyle-thiophanate (70-140 g/hl) ont une dégradation rapide et une faible teneur dans l'huile d'olive comparativement au fénarimol (80-160 g /hl).



Figure 03 : Symptômes de la tavelure sur les feuilles, pétiole, et fruit d'olivier :
a) Symptôme typique, b) Symptômes atypiques, c) Sur pétiole,
d) Sur des olives (Alsalmiya et *al.*, 2010).

2.1.2. Verticilliose

La verticilliose, causée par le champignon *Verticillium dahliae* Kleb., est une maladie vasculaire décrite pour la première sur l'olivier, en Italie en 1946 (Ruggiri, 1946 cité par Pennisi, 1993 ; Pennisi et Cacciola, 1993). Elle a été observée dans différents pays du Bassin méditerranéen, notamment en Espagne, en France, en Grèce et en Turquie, mais également en Asie mineure, en Syrie et en Californie (Lopez-Villalta, 1999).

V. dahliae attaque un grand nombre d'espèces, aussi bien ligneuses (prunier, abricotier, etc.) qu'herbacées (laitue, artichaut, tomate, pomme de terre, etc.). Il développe un mycélium hyalin sur lequel apparaissent des conidiophores caractérisés par trois verticilles avec 3 à 4 phialides (Fig. 04). Celles-ci produisent, à leur sommet, des conidies isolées ou en petites amas humides. Elles sont hyalines, unicellulaires, ellipsoïdales et mesurent $3\text{-}(4)\text{-}8 \times 1\text{-}2,5 \mu\text{m}$ (Malone et Muskett, 1964 ; Barnett et Hunter, 1972).

Les symptômes se divisent en général en deux syndromes : l'apoplexie des jeunes arbres et le déclin lent des arbres âgés (Blanco-Lopez, 1984 ; Jurado et al., 1993 ; Tosi et Zizzerini, 1998). L'apoplexie est caractérisée par le flétrissement rapide des brindilles et des branches principales et secondaires, la décoloration vasculaire des rameaux infectés et des feuilles (Blanco-Lopez, 1984). Le déclin lent se manifeste par une réduction de la végétation et une défoliation limitée aux branches apicales ou à un ou plusieurs rameaux (Fig. 05). Les feuilles des branches atteintes prennent une couleur vert pâle puis gris clair avec des reflets cuivrés et s'enroulent en gouttière. Les fleurs sèchent, les feuilles se détachent, l'écorce des branches infectées devient brun violacé ou rouge pourpre et les tissus vasculaires deviennent obscurs (Tosi et Zezzerini, 1998).

La dissémination peut se faire par l'eau d'irrigation, les machines agricoles, les mouvements des sols infectés et par les instruments utilisés, en particulier dans la taille. Il est également possible que le vent arrive à disséminer les micro-sclérotés et les tissus infectés d'un champ à un autre (Lopez-Villalta, 1999).

La verticilliose est une maladie qui présente un grand potentiel de développement. En Grèce, les symptômes, qui ont provoqué une mortalité estimée à 1%, ont été évidents sur 2 à 3% des 14 millions d'arbres examinés (Thanassouloupoulos et al., 1979 ; Lopez-Villalta, 1999). En France, 3 à 4% des vergers ont été atteints en 1970 (Vigouroux, 1972 cité par Gheziel et Miloudi, 2001). En Syrie, 3% des arbres sont touchés et le taux de mortalité atteint environ 50 000 arbres (Al Ahmad, 1988). En Andalousie, la verticilliose a été détectée dans 47 des 122 vergers prospectés avec un total de 350 000 arbres examinés (Blanco-Lopez, 1984).

La lutte contre la verticilliose de l'olivier est fondée sur des méthodes préventives :

- ❖ à la réalisation d'une nouvelle plantation, le matériel végétal doit être certifié ;
- ❖ éviter les mauvaises herbes et la plantation de cultures sensible à *V. dahliae* autour des arbres ;
- ❖ la désinfection des instruments agricoles avant et après utilisation ;

- ❖ pratiquer la taille des branches mortes avant la chute des feuilles (Tjamos, 1993 ; Prosta, 1995 ; Lopez-Villalta, 1999).

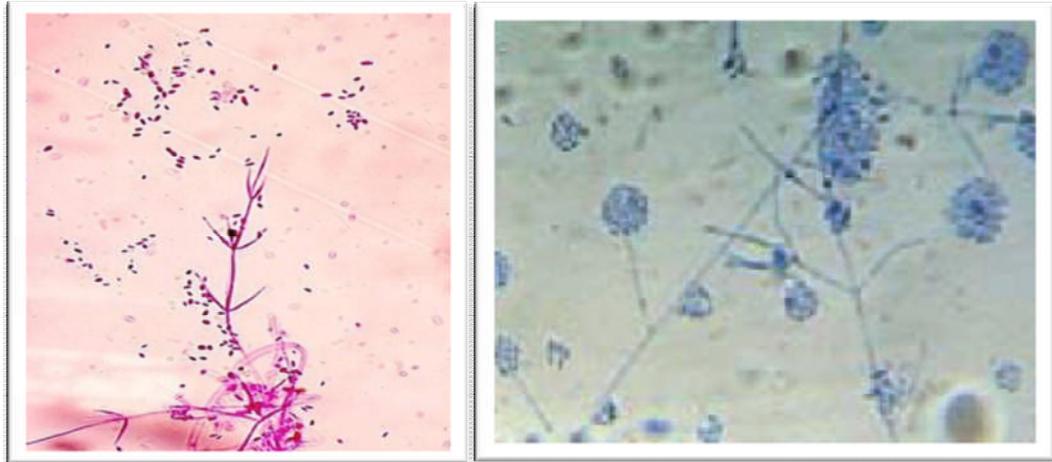


Figure 04 : Phialides et conidies de *V. dahliae* (Tombesi et al., 2007).



Figure 05 : Symptômes de *V. dahliae* sur olivier (Tombesi et al. 2007).

2.1.3. Cercosporiose

Le pathogène responsable de la cercosporiose ou plomb de l'olivier est le champignon *Mycocentrospora cladosporioides* Sacc.. Il s'agit d'une maladie assez répandue qui a causé des dégâts d'une certaine importance en Californie, en Italie, au Portugal, en Tunisie, en Argentine, en Algérie et en Espagne (Lopez-Villalta, 1999).

Le champignon produit des conidies subhyalines, cloisonnées (2 à 7 cloisons), cylindriques, légèrement courbes, avec des extrémités arrondies et mesurent habituellement 4 x 40-60 µm. Elles sont facilement confondues avec des fragments mycéliens. Les conidiophores sont droits ou incurvés, avec les extrémités apicales obtues, émergeant à partir des stromes en groupes denses. Ils mesurent 4 x 80 µm (Pappas, 1993).

La maladie débute par l'apparition de zones vert clair à la face supérieure des feuilles. Ces zones deviennent plus tard nécrotiques. La face inférieure est toujours couverte de fructifications olivacées noir plombé caractéristiques du champignon. Celles-ci sont souvent confondues avec la fumagine. Dans certains cas, des structures noires assimilées à des sclérotas sont également formées. Elles apparaissent à l'œil nu comme des mouches volantes, dispersées sur la surface inférieure de la feuille.

Les feuilles malades se détachent facilement, ce qui conduit souvent à une défoliation sévère. L'infection est principalement limitée aux feuilles âgées des branches inférieures de l'olivier.

Les symptômes sur fruits varient selon leur stade de maturité. Les olives vertes développent des taches brun sombre irrégulières, légèrement déprimées et mesurant 4 à 10 mm de diamètre. Sur les olives mûrissantes, l'épiderme des tissus infectés montre un aspect gris cendré. Dans certains cas, un halo distinct jaune pâle ou brun clair entoure les sites d'infection. Les lésions peuvent s'étendre et devenir coalescentes, couvrant une large partie de la surface du fruit. Jusqu'à une profondeur d'environ 0,5 mm, la chaire sous les lésions est plutôt sèche et décolorée, contenant des stromes noirs du champignon. Sous des conditions humides, l'épiderme du fruit se rompt et les stromes apparaissent à la surface des lésions comme des sclérotas de forme irrégulière (200 à 300 µm de diamètre). Ils germent en donnant naissance à des hyphes hyalins et des conidiophores brun clair avec des conidies subhyalines (Pappas, 1993).

La gravité des contaminations sur fruits semble être liée à un climat doux et humide, pendant les trois derniers mois avant la récolte (Pappas, 1993). Des infections intenses du feuillage entraînent une défoliation sévère et un affaiblissement de l'olivier. Dans le cas où l'attaque de la cercosporiose et celle de la tavelure coexisteraient sur l'olivier, la partie aérienne de l'arbre pourrait être endommagée sérieusement.

L'épidémiologie et les méthodes de lutte ont été peu étudiées. Les fongicides à base de cuivre (le mancozebe, l'oxychloride et le benomyl) utilisés contre la tavelure de l'olivier ne sont pas toujours efficaces contre la cercosporiose (Pappas, 1993).

2.1.4. Anthracnose

L'agent causal de l'anthracnose de l'olivier a été décrit comme *Gloeosporium olivarum* Alm. (Martin et Garcia-Figueres, 1999). Cependant, Von Arx (1970 cité par Martin et Garcia-Figueres, 1999) et Sutton (1980, 1992 cités par Martin et Garcia-Figueres, 1999) l'incluent dans le complexe d'espèces *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. et Sacc., anamorphe de *Glomerella cingulata* (Stron.).

Le champignon est caractérisé par la production d'acervules subépidermiques (80 à 280 µm de diamètre), quelquefois entourées par une couronne blanchâtre d'hyphe longs et sinueux. Les conidiophores septés produisent des cellules conidiogènes en forme de phialides. Les conidies sont hyalines, unicellulaires, excepté avant la germination, la plupart sont droites, légèrement ellipsoïdales ou subcylindriques aux extrémités arrondies et quelquefois subclaviformes. Elles mesurent 12-25 x 3,5-6 µm. Les conidies germées forment des appressoria bruns, claviformes et irrégulièrement lobés (Graniti et al., 1993).

Les symptômes causés par le pathogène sont le brunissement et la pourriture des fruits, le brunissement et le flétrissement des feuilles, et le dépérissement des brindilles et des branches.

Le symptôme le plus fréquent est la pourriture du fruit qui affecte habituellement les drupes au début de la maturation et plus tard, c'est à dire en automne et au commencement de l'hiver, selon le cultivar et l'environnement. Cependant dans certaines circonstances, les olives vertes de cultivars sensibles peuvent être aussi attaquées (Graniti, 1993 ; Martelli, 1959 cités par Graniti et al., 1993). Ordinairement, les fruits sont infectés par les conidies transportées par l'eau de pluie, à la faveur de blessures. Quelquefois, le symptôme apparaît d'abord au niveau de l'insertion du fruit sur le pédoncule.

Les feuilles sont infectées directement par les conidies germées à leur surface, ou envahies à travers leur pétiole, par le mycélium issu des brindilles affectées. Le symptôme foliaire correspond à des petites taches chlorotiques à marge diffuse, qui s'agrandissent, deviennent coalescentes et occupent une grande partie du limbe qui vire au brun ou brun rougeâtre. Les feuilles affectées flétrissent, quelquefois s'enroulent, se dessèchent et se détachent.

Le contrôle de l'anthracnose de l'olivier est principalement basé sur une taille sévère des arbres présentant un dépérissement important, pour enlever les fruits momifiés, les

brindilles et les branches desséchées. La taille doit être répétée des années consécutives ou à chaque saison de forte production. En outre, la taille des arbres peut améliorer la circulation de l'air et réduire l'humidité au niveau de la frondaison. Deux à trois pulvérisations préventives de fongicides cupriques, de la fin septembre à la fin décembre, s'avèrent efficaces contre la pourriture des fruits (Graniti et *al.*, 1993 ; Lopez-villalta, 1999). Les fongicides préconisés sont la bouillie bordelaise et l'oxychlorure de cuivre (Pennisi et *al.*, 1993).

2.1.5. Fumagine

La fumagine est également connue sous le nom de noir de l'olivier, car les feuilles des arbres atteints se couvrent d'une poudre noire (Loussert et Brousse, 1978). Il s'agit d'un complexe de champignons saprophytes : *Capnodium*, *Cladosporium* et *Alternaria* qui s'installent sur les miellats et les excréments de certains ravageurs, notamment la cochenille noire (*Saissetia oleae*) et les psylles (*Euphyllura olivina*). Elle se développe généralement sous des climats chauds et humides (Boulila et Mahjoub, 1994 ; Boulila, 2001).

Les fortes attaques sont la cause d'une défoliation importante et d'une faible production de fruits. En effet la photosynthèse des feuilles est très atténuée, ce qui entraîne dans le cas le plus grave leur chute et conduit au dépérissement de l'arbre par asphyxie.

La lutte chimique peut se faire par l'oxychlorure de cuivre à la dose de 500 g/hl (Boulila et Mahjoub, 1994). Dans la mesure où la fumagine se développe sur les sécrétions des insectes, l'emploi d'insecticides permet également son élimination (Boulila, 2001).

2.2. Maladie bactérienne de l'olivier

La tuberculose ou maladie des tubercules de l'olivier, connue depuis la civilisation romaine, est causée par *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. Elle est présente dans toute l'aire de culture de l'olivier (Panagopoulos, 1993 ; Iacobellis et *al.*, 1993 ; Alvarez et *al.*, 1998 et Lopez-Villalta, 1999).

Cette bactérie cause l'hyperplasie des tissus infectés qui se traduit par l'apparition de galles (tumeurs ou tubercules) plus ou moins sphériques, jusqu'à 2,5 cm de diamètre. Celles-ci se développent principalement sur les pousses, les brindilles, les branches et le tronc. La bactérie produit de l'acide indole acétique 3 (A.I.A.) nécessaire à l'induction de ces tumeurs (Valvaro et Martella, 1993 ; Iacobellis et *al.*, 1994 ; Alvarez et *al.*, 1998). Les tubercules sont souples au début et couverts d'une écorce verdâtre. Les tubercules âgés ont une écorce sombre et rugueuse, en raison de l'apparition de fissures profondes. Ils deviennent secs et durs. Les

brindilles affectées sont rabougries et meurent dans le cas d'infections graves (Panagopoulos, 1993 ; Lopez-villalta, 1999).

La dissémination de la bactérie se produit principalement par l'eau de pluie. Elle pénètre par les blessures et les cicatrices foliaires (Surico et Lavermicocca, 1989 ; Surico, 1993 ; Iacobellis et *al.*, 1994). La température optimale de développement est de 22°C à 25°C (Panagopoulos, 1993 ; Lopez-villalta, 1999).

La stratégie de lutte contre la tuberculose se base sur la diminution des sources de l'inoculum en éliminant la majeure partie des tumeurs, en taillant les branches affectées et en évitant les blessures. Enfin, après les opérations de taille il est nécessaire d'utiliser des cicatrisants. Les traitements avec la bouillie bordelaise protègent les blessures et les cicatrices foliaires. La réduction de la maladie peut être obtenue en détruisant les tumeurs avec une émulsion dans l'eau d'un des hydrocarbures suivants : 1,2,3,4-tétrahidronaftalène, difenilméthane, diméthylnaftalène, 2,4-xylénol et m-cresol (Lopez-Villalta, 1999).

3. Insectes ravageurs de l'olivier

Parmi les ravageurs de l'olivier, il y a des insectes qui provoquent des dégâts importants sur l'arbre, comme le dessèchement des branches ou la mort de l'arbre entier. D'autres provoquent des altérations de pulpe. Ces attaques peuvent causer l'affaiblissement de l'arbre qui se traduit par la chute du rendement en fruits mûrs et la production d'huile en qualité inférieure (Lopez-Villalta, 1999). Cependant, les insectes les plus importants sont consignés dans le tableau 06.

Tableau 06 : Insectes ravageurs de l'olivier signalés par le Conseil Oléicole International C.O.I (Lopez-Villalta, 1999).

Nom commun	Nom scientifique	Dégâts	Pertes	Lutte biologique	Lutte chimique
Teigne de l'olivier	<i>Prays oleae</i>	Destruction de l'appareil reproducteur	10-90%	<i>Chrysoperla canea</i>	Carbamates Pyréthenoïdes
Pyrale de jasmin	<i>Margaronia unionalis</i> Hüb.	Destruction de surface foliaire et fruits	30%	—————	Trichlorfon Endosulfan Diméthoate Deltamétrine

Pyrale de l'olivier	<i>Euzophera pinguis</i> Haw.	Affecte les vaisseaux de l'arbre	_____	_____	Diméthoate Formothion
Mineuse des feuilles de l'olivier	<i>Parectopa latifoliella</i> Mill.	Chute des fruits et perte de poids	_____	_____	Diméthoate Formothion
Mouche de l'olivier	<i>Bactrocera Oleae</i> Gmel.	Chute des fruits et perte de qualité de l'huile	5-37%	_____	Diméthoate
Cécidomyie des écorces de l'olivier	<i>Resseliella oleisuga</i> Targ.	Destruction de l'écorce de l'arbre	_____	_____	Piréthroïde
Cochenille noire	<i>Saissetia oleae</i> Oliv.	Défoliation de l'arbre, entrave de la photosynthèse et la respiration	_____	<i>Metaphycus helvolus</i> <i>M.barlett.</i>	Méthylpirimifos Fosmet Carbaril
Cochenille de lierre	<i>Aspidiotus nerii</i> Bouc.	Destruction des fruits, dépréciation de qualité des huiles	_____	<i>Aphytis melinus.</i>	Malathion Carbaril Méthylpirimiphos
Psylle de l'olivier	<i>Euphyllura olivina</i> Costa.	Destruction des bourgeons et des inflorescences	13-40%	_____	Diméthoate Formothion
Hylésine de l'olivier	<i>Hylesinus oleiperda</i> F.	Destruction des vaisseaux et bourgeons	_____	_____	Formothion Diméthoate Fosmet
Neiroun	<i>Phlæotribus scarabeoides</i> bern.	Destruction du bois, des feuilles, des inflorescences et des fruits	_____	_____	Formation Diméthoate Fosmet.

4. Mouche des olives

La mouche de l'olive *Bactrocera oleae* reste le ravageur le plus préoccupant pour l'olivier cultivé et sauvage (Athar, 2005). Elle cause le plus de dégâts dans les oliveraies méditerranéennes. Toutefois, cette espèce n'a pas été signalée en Nouvelle Zélande et en Australie (Coulomb et *al.*, 2004).

Les adultes se nourrissent de nectar, de miellat et d'autres sources de nourritures opportunistes liquide ou semi-liquide (Athar, 2005).

Les larves sont monophages et se nourrissent exclusivement des olives et provoquent la chute prématurée des fruits, la réduction du rendement et l'accroissement de l'acidité de l'huile d'olive (Athar, 2005).

4.1. Classification

La mouche de l'olive appartient à l'ordre des Diptères et de la famille des Tephritidae. Dans cette famille on trouve bon nombre de mouches, ravageuses des arbres fruitiers telles que la mouche de la cerise ; *Ragoletis cerasi*, la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* et la mouche du brou du noyer *Ragoletis completa* (Nasles, 2013).

La systématique de la mouche de l'olive est ainsi donnée :

- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Diptera
- Famille : Tephritidae
- Genre : *Bactrocera*
- Espèce : *Bactrocera oleae* GMEL

4.2. Description des différents stades de développement

Au cours de son développement, la mouche de l'olive passe par quatre stades bien distincts : l'œuf, la larve, la puppe et l'adulte.

4.2.1. Œuf

D'après Civantos (1999), l'œuf de *Bactrocera oleae* est de couleur blanche, élargi et cylindrique, mesure 0,7 mm de long et 0,2 mm de diamètre (Fig. 06).



Figure 06 : Œuf de *Bactrocera oleae*, (Yokoyama, 2015).

4.2.2. Larve

Selon Colombe et *al.* (2004), la larve est de couleur crème et présente trois stades de développement. Le premier stade est caractérisé par la transparence du tégument. La tête est petite avec les pièces buccales robustes. Ses dimensions sont de 6 mm de longueur pour 1,3 mm de largeur. La larve y subit le processus de nymphose qui se traduit par la destruction des cellules larvaires épidermiques, par le renouvellement, à partir des disques imaginaires, de la tête, des yeux, du thorax, de l'abdomen et par la différenciation des ailes (Fig. 07).

4.2.3. Pupa

La pupa, de forme elliptique, de couleur jaunâtre mesure 4 mm de longueur pour 2 mm de largeur (Coulomb et *al.*, 2004). Selon Margier (2012), il s'agit d'un stade de transition qui permet la transformation de la larve en adulte et la conservation de l'espèce pendant les périodes défavorables (Fig. 8).



Figure 07 : Asticots de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).



Figure 08: Pupa de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).

4.2.4. Adulte

L'adulte mâle mesure 4 à 5 mm de long, son thorax est noir et se termine par un triangle blanc crème. Ses ailes sont transparentes avec un point noir à leur extrémité ce qui caractérise l'espèce (Singer, 2012). Nasles (2013), rapporte aussi que la tête est orangée avec des yeux à facettes bleu-vert. Les pattes sont orangées. L'abdomen est également orange avec des taches noires. Le mâle et la femelle ont la même taille.

La femelle se distingue du mâle par l'abdomen dont le dernier segment est transformé en un ovipositeur, destiné à perforer l'épiderme de l'olive et à y déposer un œuf juste au dessous de celui-ci (Fig. 09). Le mâle possède une série de 12 poils sur le bord latéral du troisième segment abdominal (Coulomb et *al.*, 2004).



Figure 09 : Adultes de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).
 A. Adulte femelle avec un ovipositeur
 B. Adulte mâle

4.3. Cycle biologique

Le cycle biologique de *Bactrocera oleae* est étroitement lié à la phénologie de son hôte. Le nombre de génération dépend des facteurs climatiques, des biotopes et de la date de récolte des fruits. Chaque génération se compose de l'œuf, de la larve (avec trois stades différents L1, L2, L3), de la pupue et de l'adulte. Les trois premiers stades sont appelés stades pré-imaginaux. Les œufs, les larves et les pupes se développent à l'intérieur des fruits (El-Messoussi et *al.*, 2010).

Coulomb et *al.* (2004), estiment que le diptère peut présenter, chaque année, de 1 à 3 générations. Toutefois, les conditions climatiques, froid et chaleur, peuvent être des facteurs limitant. Par contre, Singer (2012), suggère que ce diptère peut être présent dès le mois de juin dans les vergés, réalisant 4 à 5 générations jusqu'à la fin du moins d'octobre. Nasles (2013), au sud de France (Aix-en-provence), signale que la mouche passe l'hiver sous forme de pupue, dans les cinq premiers centimètres du sol. Au printemps, les adultes émergent et 4 à 5

génération peuvent se succéder du début de l'été jusqu'au mois d'octobre, à basse altitude et dans les zones précoces, 3 à 4 générations voir moins dans les zones plus tardives et en hautes altitudes.

Il a été remarqué que l'hibernation peut se faire soit sous forme de larves à l'intérieure des drupes, soit, pour le plus grand nombre, sous forme de pupes en milieu tellurique, soit, dans les pays chauds, à l'état adulte (Coulomb et *al.*, 2004).

D'après El-Messoussi et *al.* (2010), les femelles traversent trois stades larvaires différents : pré-oviposition, oviposition et poste oviposition. Les mâles, eux, traversent une phase prématurée avant d'atteindre la maturité sexuelle. Coulomb et *al.* (2004), ont observé que les mâles et les femelles sont sexuellement matures 6 à 8 jours après l'éclosion. Les femelles émettent une phéromone pour attirer les mâles.

Coulomb et *al.* (2004), rapportent que les accouplements ont lieu en fin d'après-midi. Au cours de la parade, les mâles agitent leurs ailes et émettent un son : ils strident. L'accouplement dure entre 1 et 2 heures (Fig.10).

Après l'accouplement, la femelle adulte dépose un œuf sous l'épiderme de l'olive (Fig. 11). Elle pond un œuf par fruit à une fécondité moyenne de 300 à 400 œufs (Margier, 2012).



Figure 10 : Accouplement de la mouche des olives (Yokoyama, 2015).



Figure 11 : Ponte des œufs sous l'épiderme de l'olive (Yokoyama, 2015).

Coulomb et *al.* (2004), signalent que la femelle ne pond qu'un œuf par olive, mais elle peut pondre une centaine d'œufs au cours de sa vie. La piqûre de ponte laisse une petite trace triangulaire (forme de l'ovipositeur) qui se subère et prend en quelques jours une couleur marron chair. Le développement embryonnaire dure environ 18 jours suivant les conditions climatiques. Au dessus de 31°C, on observe une importante mortalité. La larve sort de l'œuf et commence à se nourrir grâce à des bactéries symbiotiques qui ont été inoculées, au

moment de la ponte, par l'ovipositeur de la femelle. Ces bactéries favorisent l'hydrolyse enzymatique des protéines végétales. Progressivement, la larve s'enfonce à l'intérieure du fruit, la section de sa galerie étant proportionnelle à sa taille. Le développement de la larve dure de 10 jours (à 22°C) à 25 jours (à 15°C). A maturité, elle remonte vers l'épicerpe qu'elle déchire. Elle se laisse tomber au sol où elle nymphose à faible profondeur.

Il a été remarqué que quand l'olive est très mure, la larve tombe au sol et se pupéfie ; elle résiste aux températures basses jusqu'à 0°C (Singer, 2012), et aux produits de traitements (Nasles, 2013). Quand l'été est chaud, la nymphose peut se produire à l'intérieur du fruit ; elle peut durer de 90 jours à 10°C à 9 jours à 35°C (Coulomb et *al.*, 2004).

Après douze à quinze jours, un nouvel adulte émerge de la puppe et de l'olive. Une génération dure ainsi entre 25 et 30 jours en été. Comme tout insecte, la mouche de l'olive est sensible aux conditions climatiques qui influent sur sa vitesse de développement. Ainsi l'optimum de développement des larves et des adultes se situe entre 20 et 30°C. Au-delà de 30°C, l'activité de ponte et d'accouplement est fortement réduite, la femelle pouvant garder son pouvoir de ponte pendant plusieurs mois. Au-dessus de 35°C, œuf, larve et puppe ne survivent pas. Les fortes chaleurs rencontrées durant l'été expliquent la faible activité de la seconde génération qui n'occasionne généralement que des dégâts très limités. Avec la baisse des températures à la fin de l'été, la troisième génération retrouve une activité normale ; cette génération est souvent la plus dommageable (Margier, 2012).

Selon Sigwalt (1975), le cycle annuel de *B. oleae* se résume comme suit :

- 1- Le cycle débute en mi-juin avec l'éclosion des pupes au sol et les adultes restent à l'état jeune jusqu'en Juillet, où les premiers fruits favorables au développement larvaire apparaissent (cela bien sûr pour les zones qui ne comportent pas une part appréciables de variétés précoces).
- 2- Une première génération couvre Juillet-Aout mais en nombre très faible, compte tenu de la forte résistance du milieu (température, réaction du fruit). Les adultes de Juin-Juillet disparaissent par mortalité.
- 3- Fin Aout début Septembre, une seconde génération se développe et constitue le pied de cuve à partir du quel, dès fin Septembre, les générations d'automne peuvent rapidement se multiplier avec chevauchement, compte tenu de la longévité des adultes. Trois générations sont possibles entre Octobre et mi-janvier.
- 4- Les générations d'automne conduisent à deux populations hivernantes ;
 - Une population d'adultes qui entrent en inactivité à partir de Janvier mais redeviendra active en Mars-Avril. Cette population se produira une dernière

fois sur les derniers fruits de l'oléastre, ou occasionnellement en Février–Mars si des périodes chaudes apparaissent,

- Une population de pupes en diapause qui émergera en Mai.

5- Entre Mai, Juin et Juillet, on a alors l'émergence des deux populations : les pupes en diapause (la génération d'Avril-Mai). Les adultes ayant hiverné disparaissent par mortalité (Fig. 12).

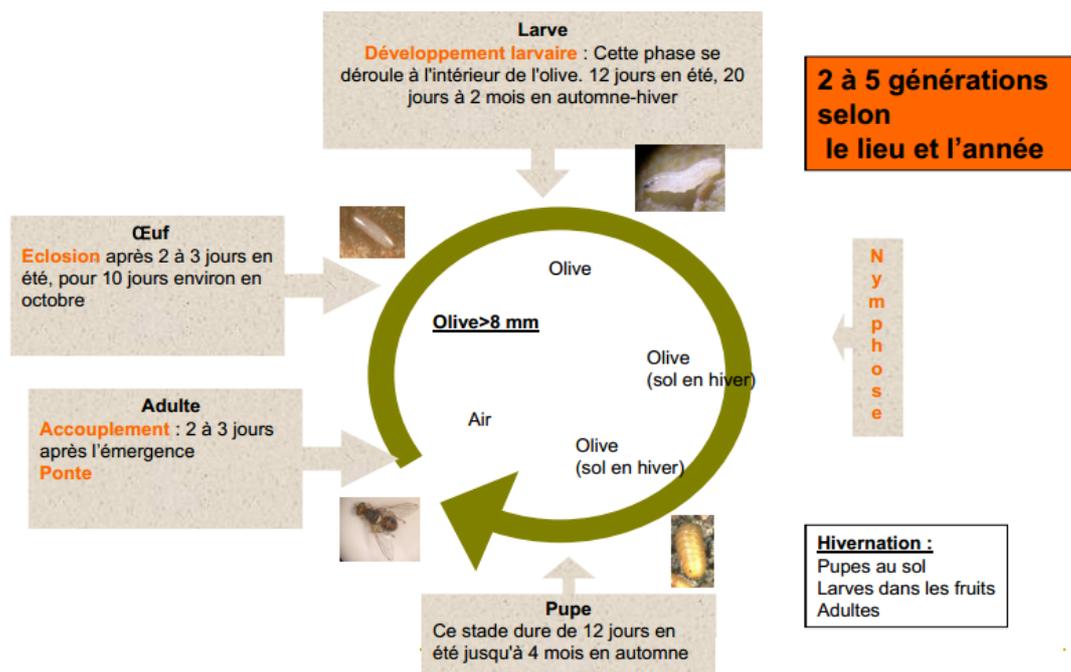


Figure 12 : Cycle biologique de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).

4.4. Facteurs favorisant le développement de la mouche

Bactrocera oleae appartient à un genre essentiellement tropical, mais l'espèce évolue en zone tempérée méditerranéenne. Elle a ainsi gardé de ses congénères le syndrome polyvoltine, mais se heurte à deux barrières : l'hiver relativement froid où les conditions climatiques descendent au-dessous de zéro d'activité et de développement, ce qui induit des possibilités de diapause en été chaud et sec pendant lequel s'observe une période d'inactivité reproductrice. En conséquence, les possibilités de chevauchement n'apparaissent qu'en automne, lorsqu'on outre, la disponibilité en fruits-hôtes est maximale (Sigwalt, 1975).

Lorsque les températures sont inférieures à 28°C en fin de journée et que les olives atteignent 0,8-1 cm de diamètre le risque de dégâts dus aux pontes est élevé. Lorsque les températures dépassent 30°C l'activité du diptère ralentit (Zuccarelli, 2014).

Bactrocera oleae est un insecte monophage, mais la présence de l'oléastre et une diversité de variétés d'oliviers, réparties entre la précoce et la tardive, permettra à cet insecte de trouver un fruits-hôte pendant une bonne partie de l'année (Sigwalt, 1975).

Selon Nasles (2013), les facteurs favorables au développement de la mouche sont :

- *Le climat* : un hiver et un automne doux et humides, un printemps précoce, un été sans chaleurs excessives, sont autant de facteurs qui permettent à la mouche de bien se développer ;
- *Les zones précoces* : il s'agit des zones littorales et de certains bassins connaissant un microclimat ;
- *Les variétés* : en règle générale, les variétés à gros fruits et plus précoces sont les plus attaquées par la mouche ;
- *L'irrigation* : l'apport d'eau aux oliviers permet d'obtenir des fruits plus gros, moins flétris et par conséquent plus attirants aux mouches.

4.5. Dégâts

La mouche de l'olive est un ravageur primaire de l'olivier. Cet insecte peut causer des dégâts très importants, jusqu'à 100 % d'olives abimées et inutilisables. Les dégâts engendrés par la mouche de l'olive sont d'ordre quantitatif et qualitatif. Le développement de la larve à l'intérieur de l'olive affecte directement l'alimentation du fruit, sa maturation et sa force d'attachement au pédoncule, provoquant ainsi une chute accélérée de l'olive atteinte. Par ailleurs, en mettant la pulpe du fruit au contact de l'air (lors de la sortie de l'adulte) et des déjections de la larve, les attaques de mouches conduisent à une altération de la qualité de l'huile, provoquant une augmentation des taux d'acidité et de l'indice de peroxyde (Nasles, 2013).

Margier (2012), souligne que les dégâts sont d'ordres quantitatifs et surtout qualitatifs et se résument comme suit :

- La chute prématurée des fruits attaqués ;
- La perte d'une partie de la pulpe, consommée par les asticots ;
- Toute pique est préjudiciable pour la production d'olives vertes de table. Pour les olives noires, jusqu'à 2% d'olives présentant des trous de sortie sont acceptées ;
- Les huiles voient leurs qualités chimiques et organoleptiques se dégradées, ce qui rend l'obtention d'huile vierge extra, plus difficile : défaut de mois, augmentation du taux d'acidité et du degré de peroxydation, liées à

l'oxydation de la pulpe. En production, de l'olive à l'huile, le plafond de tolérance de dégâts se situe en général à 10 % d'olives présentant des trous de sortie à la récolte.

4.6. Méthodes de suivie

Connaitre la date d'apparition de la mouche dans les vergers va permettre de positionner les traitements avec plus de précisions, quelle que soit la stratégie de lutte choisie. Les pièges sont utilisés exclusivement pour le contrôle et le suivi de l'insecte (début, durée et fin des vols d'une génération) (Nasles, 2013). Selon Sigwalt (1975), *B. oleae* est piégé par attraction olfactive avec des sels d'ammonium en solution aqueuse placée dans un gobe mouche (piège Mac-Phail). Les pièges sont normalement relevés tous les cinq jours, compte tenu de l'évaporation estivale. Les deux sexes sont attirés par le piège. A partir d'un piégeage on obtient deux renseignements : le nombre de captures, la structure de la population.

Selon Nasles (2015), il existe deux types de pièges :

1. Piège alimentaire : Il s'agit d'un piège alimentaire de type piège à guêpe rempli d'une solution de phosphate d'ammoniatique (30 à 40 g/l d'eau), renouvelée toutes les semaines. Le nombre de pièges utilisés est d'environ trois par hectare.
2. Piège à phéromones : Il s'agit d'un piège sexuel, composé d'une capsule de phéromones et d'un fond englué jaune, renouvelés toutes les 3 à 4 semaines. Un seul piège est employé par hectare.

Ces pièges doivent être placés dans les arbres les plus attractifs : ceux présentant de grosses olives, et/ou à l'abri de haies brise-vent, et/ou dans une zone humide du verger.

4.7. Stratégies de lutte

La stratégie de lutte contre la mouche repose sur des méthodes prophylactiques et curatives.

4.7.1. Approche prophylactique

4.7.1.1. Conduite culturale

Selon Margier (2012), la zone d'implantation du verger et le choix variétal est un critère décisif pour limiter des dégâts de la mouche. En effet, les variétés précoces à gros fruits sont particulièrement sensibles à ce ravageur. D'autre part, l'altitude et l'isolement du verger sont autant de facteurs qui limitent la présence de la mouche dans l'olivieraie.

Les vergers irrigués sont globalement plus sensibles car les olives restent turgescentes en été. Si les olives restent fripées, elles sont généralement peu piquées avant les pluies de septembre.

4.7.1.2. Arbres pièges

Selon Warlop (2006), la technique des «arbres pièges» consiste à disposer environ 10 % de variétés très attractives, de gros calibre, en bordure ou dans la parcelle (à la plantation ou par surgreffage), de façon à attirer très tôt les femelles qui vont pondre. Ces arbres sont ensuite traités au moment du pic de vol, avec un insecticide de synthèse.

4.7.1.3. Travail du sol

Les interventions se font au printemps, période de réveil biologique des pupes. Les facteurs de mortalité biotique (paratisme, prédation) ou abiotiques (gel, froid) entraînent une réduction des pupes de plus de 90 % (Warlop, 2003).

4.7.1.4. Argile blanche

Warlop (2003) rapporte que l'argile blanche blanchit la végétation et les olives, et perturbe le comportement de ponte de la femelle qui ne parvient pas à détecter les fruits. Singer (2012), signale que l'argile doit être pulvérisée en fines gouttelettes sur toute la frondaison de l'arbre et les traitements doivent être renouvelés après une période de grand vent ou de forte pluie. En pratique, 5 à 8 traitements d'argile sont nécessaires dans la saison.

4.7.2. Lutte curative

4.7.2.1. Lutte biologique

Selon Warlop (2003) et Zuccarelli (2014), le Spinosad est un biopesticide constitué de bactérie insecticides additionné d'un attractif alimentaire est à appliquer de façon localisée sur un coté de l'arbre, 4 fois par an au maximum. L'efficacité est bonne mais le produit décroche en cas de fortes pluies.

Il existe des hyménoptères parasitoïdes comme *Eupelmus urozonus* ; auxiliaires indigènes à Languedoc-Roussillon dans le sud de la France ou *Psytalia lounsburyi* développés par l'INRA de France avec des essais de lâchers en 2007, mais dont les actions sur la mouche de l'olive sont très limitées (Singer, 2012). Selon Favery (2009), le parasitoïde *Psytalia lounsburyi*, est un ennemi naturel spécifique de la mouche de l'olive. Dans une oliveraie à M'Sila (Algerie), Belaid (2014) note l'importante activité du parasitoïde *Opius concolor* sur la mouche de l'olive.

Pour Nasles (2013), l'action des insectes auxiliaires sur la mouche de l'olive est très limitée. On peut cependant citer l'hyménoptère parasitoïde *Pnigalio agraulis*, retrouvés lors de prélèvements de faune effectués. Les carabes et la faune du sol, ainsi que les oiseaux sont des prédateurs dont l'efficacité est certaine mais difficile à mesurer en conditions naturelles. Delphine et *al.* (2002), notent que le semis ou le maintien d'une flore diversifiée (herbacée mais aussi semi-ligneuse) favorisera un grand nombre d'auxiliaires (carabes, staphylins, fourmis, araignées) actifs une grande partie de l'hiver. Enfin, et sans être en mesure de le vérifier pour l'instant, la limitation des apports en cuivre peut permettre à long terme un développement d'une biomasse microbienne variée, elle-même ayant un rôle significatif dans le parasitisme des pupes.

4.7.2.1. Lutte chimique

Sigwalt (1975), signale que la lutte insecticide s'effectue au moment des deux pics de capture : celui correspondant à l'émergence de la génération estivale, et celui des générations d'automne. Les principales matières actives utilisées et leurs doses d'emploi sont rapportées dans le tableau 07.

Tableau 07: Produits autorisés sur olivier contre la mouche de l'olive (Zuccarelli, 2014).

Matières actives	Emploi et dosage
Deltaméthrine	0,083 L/ha : Limité à 3 applications max. campagne
Lambda-cyhalothrine	0,110 L /ha : Limité à 2 applications max. campagne
Thiaclopride	0,025 L/ha : Limité à 2 applications max. campagne
Phomet	1,50 kg /ha : Limité à 2 applications max. campagne

1. Généralités sur l'olivier

1.1 . Origine et expansion de la culture de l'olivier

L'olivier, depuis l'Antiquité, est lié aux légendes et aux croyances des civilisations qui ont peuplé les pourtours du bassin méditerranéen.

Les premières traces sauvages de l'olivier ont été retrouvées en Asie mineure et date d'il y a plus de 14 000 ans (Loumou, 2002). De tous les peuples antiques, seuls les assyriens et les babyloniens en ignoraient l'existence (Loussert et Brousse, 1978 ; Civantos, 1998).

L'apparition et la culture de l'olivier remonteraient à la préhistoire mais les avis des auteurs ne convergent pas à localiser son origine. La thèse fréquemment retenue est celle de De Candolle qui indique la région de l'actuelle Syrie et de l'Iran comme son lieu d'origine (Loussert et Brousse, 1978).

De la Grèce à l'Espagne en passant par l'Égypte, l'Italie, la Tunisie, le Maroc et la France, l'olivier va s'implanter durablement sur tout le pourtour méditerranéen (Moreaux, 1997). Ainsi, lorsque les romains arrivèrent en Afrique du Nord, les berbères savaient déjà greffer les oléastres (Loussert et Brousse, 1978). D'après Baldy (1990) et Moreaux (1997), avec la période des grandes découvertes et des colonisations, l'olivier traversa le détroit de Gibraltar pour voyager vers des pays plus "exotiques" comme la Californie, l'Amérique latine, l'Afrique du Sud, l'Afrique Centrale, l'Australie et la Chine (Fig. 1).

Selon Moore et White (2003) et McCarthy (2006), depuis plus de 30 ans l'olivier a connu une expansion vers le nord de l'Europe, où la première oliveraie commerciale de 120 arbres a été implantée au Royaume-Uni dans la région de Devon en 2006. Avec le temps, les goûts et les besoins alimentaires autant que les conditions économiques et sociales de l'alimentation humaine ont évolué, détournant ainsi l'attention des populations vers des productions oléagineuses plus commodes, et adaptées à la climatologie des diverses régions du monde.

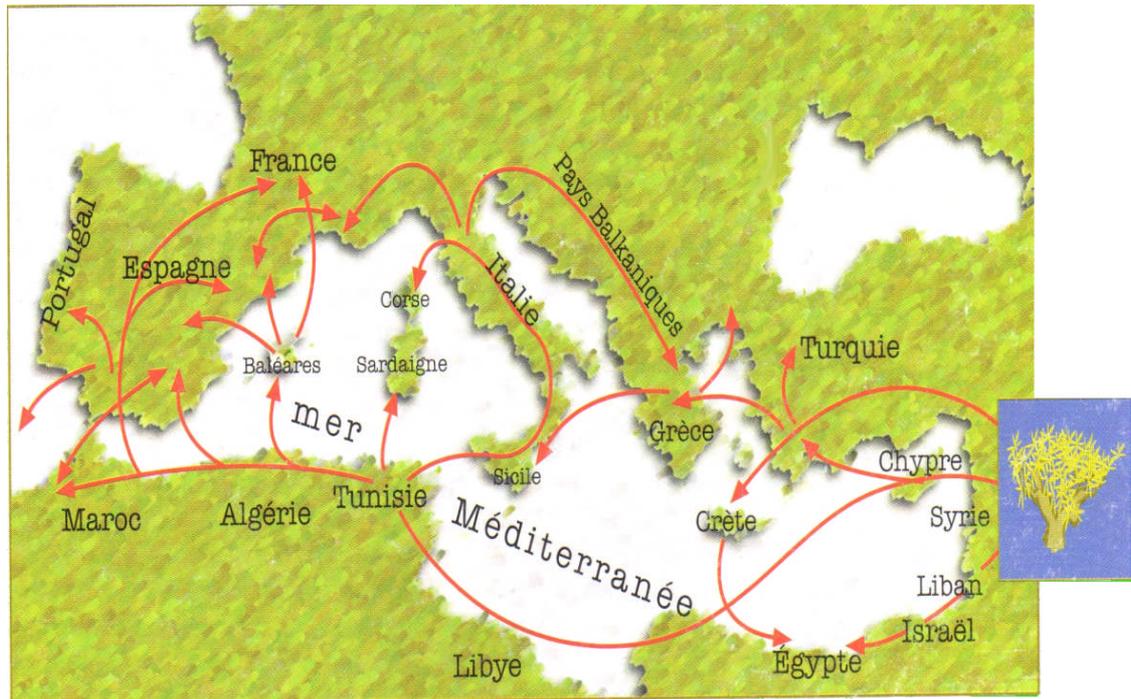


Figure 1 : Expansion de l'olivier cultivé dans la Méditerranée (Civantos, 1998).

1.2. Importance de l'oléiculture

1.2.1. Dans le monde

La production mondiale d'olives et celle de l'huile qui est une dérivée sont principalement concentrées dans les pays de l'union européenne (Tab.1).

Les principaux pays producteurs de l'huile d'olive sont : l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie, le Maroc, l'Égypte, l'Algérie, le Portugal et la France (F.A.O.*, 2003).

La production moyenne d'huile d'olive dans l'UE au cours des dernières campagnes s'est élevée à 2,2 millions de tonnes et représentant 73 % de la production mondiale. L'Espagne, l'Italie et la Grèce représentent environ 97 % de la production d'huile d'olive de l'Union Européenne (UE), dont environ 62 % pour l'Espagne (C.E.D.G.A.D.R.** , 2012).

Le produit essentiellement obtenu est l'huile d'olive et secondairement l'olive de table (Tab. 1). En effet, seulement 10 % de la production mondiale d'olive est destinée à la conservation et 90 % à la transformation en huile (Civantos, 1998). Celle-ci est consommée surtout par la population des pays producteurs. Toutefois le tableau 2 fait ressortir l'intérêt accordé par d'autres pays non producteurs à la consommation de l'huile, c'est le cas des États Unis d'Amérique (USA), du Canada et de l'Australie (Tab. 2).

* Food and Agricultural Organisation

**Commission européenne, Direction générale de l'agriculture et du développement rural

Tableau 1 : Production mondiale d'huile d'olive y compris de l'huile de grignons d'olive (x1 000 tonnes) (C.O.I.*, 2003).

	EU	Turquie	Syrie	Tunisie	Maroc	Autres	Total	EU/Total
1995/96	1518	46	84	65	40	97	1849	82,1 %
1996/97	1899	203	125	291	85	107	2710	70,1 %
1997/98	2294	41	70	95	74	56	2630	87,2 %
1998/99	1838	171	115	222	69	130	2545	72,2 %
1999/00	1873	54	81	220	44	120	2392	78,3 %
2000/01	2090	176	165	135	38	121	2725	76,7 %
2001/02	2650	66	62	37	64	110	3019	87,8 %

Tableau 2 : Pays principalement consommateurs d'huile d'olive (x1 000 tonnes) (C.O.I., 2003).

	EU	USA	Japon	Australie	Canada	Autres	Total	EU/Total
1995/96	1402	105	17	17	14	374	1928	7,27 %
1996/97	1687	144	26	22	19	473	2371	7,12 %
1997/98	1841	152	34	18	18	485	2548	7,22 %
1998/99	1824	159	29	24	19	501	2556	7,14 %
1999/00	1844	174	28	24	20	480	2570	7,18 %
2000/01	1918	212	30	31	25	497	2713	7,07 %
2001/02	1994	221	32	28	24	461	2760	7,22 %
2002/03	2028	225	33	29	26	490	2831	7,16 %

L'évolution de la consommation mondiale d'huile d'olive progresse de manière relativement régulière, sans afficher les oscillations qui marquent la production. Depuis la campagne de commercialisation 1995/96, le taux moyen annuel de l'augmentation de la consommation a été de 6 %, avec une croissance relativement encore plus importante dans les pays nouvellement consommateurs. En outre, la Communauté européenne est le premier consommateur mondial.

* Conseil Oléicole International

**Commission européenne, Direction générale de l'agriculture et du développement rural

Les consommations les plus importantes dans le bassin méditerranéen se trouvent en Syrie (100.000 tonnes), en Turquie (70.000 tonnes), au Maroc (50.000 tonnes) et en Tunisie (40.000 tonnes). Leurs marchés sont normalement desservis par les productions locales et ont donc une relevance limitée pour le commerce international (C.E.D.G.A.D.R.***, 2012).

1.2.2. En Algérie

A l'instar des autres pays méditerranéens, l'olivier constitue l'une des principales espèces fruitières plantées en Algérie, avec environ 311 930 ha soit 37,06 % de la surface arboricole nationale et 3,36 % des terres agricoles cultivables (MADR*, 2011).

L'oléiculture est essentiellement privée. En effet, le secteur privé occupe une part de 70 % et seulement 30 % reviennent au secteur étatique (Ayadi, 1994 cité par Amrouche, 1999). Cinq principales wilayas représentent 54,6 % de la superficie totale de l'olivier, il s'agit de Bejaia (21,16 %), Tizi-Ouzou (13,55 %), Bouira (7,86 %), Bordj-Bou-Argeridj (6,66 %) et Sétif (5,37 %).

La plupart des oliveraies (83 % de la surface oléicole nationale) sont plantées dans des zones de montagne, sur des terres accidentées et marginales, peu fertiles et caractérisées par une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 400 et 900 mm. Les autres oliveraies (17 %) sont situées dans les plaines de l'Ouest du pays (Mascara, Sig et Relizane), lesquelles reçoivent une pluviométrie annuelle moyenne de 300 à 400 mm et font l'objet d'irrigation d'appoint (Kerboua, 2003). En 2005, la production d'olives a atteint 316 489 tonnes, dont 85 705,5 tonnes (27 %) sont destinées à la conservation et 230 785,5 tonnes (73 %) à la production d'huile (M.A.D.R.*, 2011).

Les travaux effectués par Hauville (1953 cité par Loussert et Brousse, 1978) montrent que le patrimoine oléicole Algérien comporte plus de 150 variétés plus au moins abondantes. Ces variétés présentent des caractéristiques bioagronomiques distinctes (la vigueur, la forme de frondaison, la forme et la couleur des feuilles, la teneur en huile, etc.) suivant leurs milieux écologiques.

1.3. Morphologie et taxonomie de l'olivier

L'olivier se distingue des autres espèces fruitières par sa grande longévité pouvant donner des arbres plusieurs fois centenaires. Si le tronc disparaît par vieillissement, les rejets, se développant à sa base, assureront sa pérennité et redonneront un nouvel arbre. L'arbre est toujours vert, sa dimension et sa forme varient selon les variétés et les conditions édapho-climatiques.

Si l'olivier végète seul, il prend couramment une forme pyramidale qui peut atteindre 12 à 15 mètres de haut, son tronc se maintient le plus souvent élancé (Maillard, 1975 ; Salvarredi, 1987). Michel Pierre (1982) décrit l'olivier comme un arbre dont la tige peut atteindre 10 à 15 mètres. Il est couvert d'une écorce gris cendré et se ramifie en rameaux tortueux ; l'ensemble forme une cime irrégulière.

Si l'olivier est greffé en place et les conditions du sol le permettent, deux ou trois grosses racines pivotantes se développeront d'abord en profondeur puis apparaîtra un réseau de racines secondaires à tendance traçante (Morettini, 1947 cité par Loussert et Brousse, 1978). Nurhayat (1989) signale que le développement et le taux de croissance des racines, leur activité, le nombre de poiles absorbant et leur structure anatomique varient en fonction des variétés. La grande concentration des racines se situe dans les profiles superficielles du sol jusqu'à 80 cm de profondeur. La hauteur du tronc est variable et dépend de la taille de formation pratiquée au jeune âge.

Maillard (1975), Michelle pierre (1982) et Bonnet (1987) affirment que les feuilles sont vert foncé, la face inférieure présente un aspect argenté. Elles sont opposées, courtement pétiolées, lancéolées, aiguës, entières, fermes, dures et coriaces, lisses et persistantes, d'une durée de vie d'environ trois ans.

Selon Michel pierre (1987), les fleurs sont petites, de couleur blanc jaunâtre, forment des grappes dressées à l'aisselle des feuilles de l'extrémité des rameaux. Les inflorescences sont constituées de grappes longues et flexueuses pouvant comporter 4 à 6 ramifications secondaires (Loussert et Brousse, 1978). Les fleurs sont en nombre très variable suivant la variété (de 10 à 40 par grappe en moyenne) ; elles sont hermaphrodites (Ouksili, 1983 cité par Mendil et Sebai, 2006 et Saoudi, 1994). La formule florale est : $4 S + 4 P + 2 E + 2 C$ (Loussert et Brousse, 1978).

Le fruit, de forme ovoïde ou ellipsoïde, est une drupe à mésocarpe charnu et endocarpe dur. Il est riche en lipides (Amirouche, 1976 ; Loussert et Brousse, 1978).

D'après Civantos (1998), le genre *Olea* comprend 30 espèces différentes, distribuées dans le monde entier, parmi lesquelles on trouve *Olea europeae* L. avec deux sous espèces : *oleaster* (oléastre) et *sativa* (olivier). Elles ont toutes les deux le même nombre de chromosomes ($2n=46$).

Les mécanismes de variation et de sélection variétale exercés par l'homme ont provoqué une diversification morphologique qui a conduit à des critères de détermination de variétés (Bellini, 1992 ; Boulouha et *al.*, 1992).

Tableau 03 : Position taxonomique de l'olivier (Guignard et Dupont, 2004).

Embranchement	:	Angiospermes
Classe	:	Eudicotylédones
Sous Classe	:	Astériidées
Ordre	:	Lamiales
Famille	:	Oleaceae
Genre	:	<i>Olea</i> (Tourn.)
Espèce	:	<i>O. europeae</i> (Lin.)
Sous espèce	:	<i>O. europeae sativa</i> (Lin. et Hoff.)

1.4. Principales variétés algériennes

L'Algérie dispose d'un patrimoine constitué de 164 cultivars autochtones et introduits de toute la méditerranée et même d'outre atlantique. Les travaux de caractérisation entamés par Amirouche et Ouksili (cité par Mendil et Sebai, 2006), ensuite par Mendil et Sebai (2006), ont permis de répertorier 72 variétés autochtones dont 36 sont homologuées, le reste est en cours de réalisation (Tab. 03).

1.5. Utilisation de l'olivier

L'huile d'olive est considérée comme le corps gras le plus recommandé. Elle est suffisamment riche en acide oléique et en acide linoléique, ce qui lui confère une grande digestibilité surtout crue ; elle est connue pour son rendement énergétique élevé et son pouvoir constructif des cellules. Les fruits frais apportent à l'organisme les autres acides gras qui corrigeront, au besoin, les insuffisances de l'huile d'olive et les compléteront. Elle contient environ 70 % d'acides gras mono-insaturés, ce qui lui confère le pouvoir d'être un excellent préventif des maladies cardiovasculaires. Elle contribue également à la réduction du mauvais cholestérol au profit du bon cholestérol, facteur de prévention de l'artériosclérose. Elle améliore le transit intestinal et favorise les sécrétions biliaires (Argenson et *al.*, 1999).

Les grignons noirs peuvent servir d'engrais et de tourteaux. Les grignons blancs (le reste de noyaux délavés) forment un excellent combustible utilisé dans l'huilerie même (Amouretti et Comet, 1998). En plus des propriétés citées ci-dessus, Michelle pierre (1982) indique que les feuilles sont fébrifuges, hypotensives et diurétiques.

Tableau 04 : Principales variétés d'olivier en Algérie (Mendil et Sebai, 2006).

Variétés et synonymes	Origines et diffusion	Caractéristiques
Var.Azeradj	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	Originnaire 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 43,4%
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, pré »sent surtout en Kabylie, s »entend du mont Zekkar à l'Ouest aux Bibans à l'Est.	Variétés 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%
Ferkani, ferfane	Ferfane (Tebessa), diffusée dans la région des Aurès	Variété de vigueur moyenne, résistante au froid et à la sécheresse, le poids de 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% ; variétés en extension en régions steppiques et présahariennes.
Grosse de Hamma, Syn. Queld Ethour	Hamma (Constantine)	Variété précoce, résistante au froid et à la sécheresse ; fruit de poids très élevé et de forme allongé, double aptitude : hile et olive de table, le rendement de 16 à 22%
Hamra, Syn. Rougette ou roussette	Originnaire 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	Originnaire de Sidi-Aïch (Bejaïa), occupe 8% du verger oléicole national, localisée sur les versants montagneux de la base vallée de la Soummam jusqu'au littoral.	Variété précoce, peu tolérante au froid, résistoyante à la sécheresse ; le fruit est de poids faible de forme allongée, utilisée dans la production d'huile, le rendement de 20 à 24%.
Longue de Maliana	Originnaire de maliana, localisée actuellemnt dans la regiond'El-Khemis, cherchell et le littoral de Ténés.	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 de 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% ; le taux d'enracinement très faible.
Sigoise ou olive de Tlemcen ou olive de Tell.	Elle est dominante depuis Oued Rhiou jusqu'à Tlemcen	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>coclonium</i> .

1.6. Cycle végétatif annuel

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 de nouvelles ramifications qui naissent sur les rameaux d'un an ou sur ceux d'autres âges (Boulouha, 1995).

Le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée essentiellement par un climat méditerranéen. Après le repos hivernal de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion de bourgeons axillaires. Ceux-ci donneront soit de jeunes pousses feuillées ou des inflorescences. Au fur et à mesure que les températures printanières s'adoucissent, l'inflorescence se développe et la floraison a lieu en mai -juin. L'endocarpe se sclérifie en juillet-août et les fruits atteignent leur taille définitive en septembre-octobre, puis arrive la véraison ou maturité physiologique (Loussert et Brousse, 1978). Les tissus de l'arbre utilisent une partie des assimilats pour la croissance annuelle et pour la respiration ; le reste des assimilats est stocké dans les organes d'accumulation ; fruits et tissus de réserve (Tombesi et *al.*, 2007).

Les processus les plus importants du cycle de production de l'olivier sont : l'activité du système racinaire, la synthèse des hydrates de carbone, la différenciation des bourgeons à fleurs et le développement des fruits (Tombesi et *al.*, 2007).

Tombesi et *al.* (2007) insistent sur le fait que pour assurer une production de fruits annuelle, un olivier est doté d'un système racinaire qui se développe et absorbe l'eau et les nutriments en métabolisant les substances nutritives que la frondaison met à sa disposition. Pour assumer au mieux ces fonctions, le système racinaire a besoin d'un grand volume de terrain à explorer, contenant de l'oxygène, de l'eau et des éléments nutritifs assimilables. Pour assurer son développement l'olivier demande certaines exigences.

1.7. Exigences de l'olivier

1.7.1. Exigences climatiques

1.7.1.1. Exigences photopériodiques

Selon Baldy (1990), l'espèce *Olea europea*, ou au moins certaines variétés ou cultivars bien adaptés, est susceptible de fructifier plus ou moins régulièrement quelque soit le régime photopériodique de la région. L'espèce paraît sensible aux variations thermo-périodiques (extrême jour-nuit et amplitudes entre saisons).

1.7.1.2. Rayonnement solaire

L'olivier exige de fortes quantités d'énergie solaire pour assurer son développement et surtout une fructification normale (Baldy, 1990). L'olivier profite bien des périodes de ciel variable (passage nuageux) ou un peu brumeux, qui augmentent considérablement le pourcentage de rayonnement diffus dans le rayonnement global (Fig. 02). Il semble que la majeure partie de la nouaison des olives s'effectue dans la zone de plus forte insolation (Trigui, 1987 cité par Baldy, 1990).

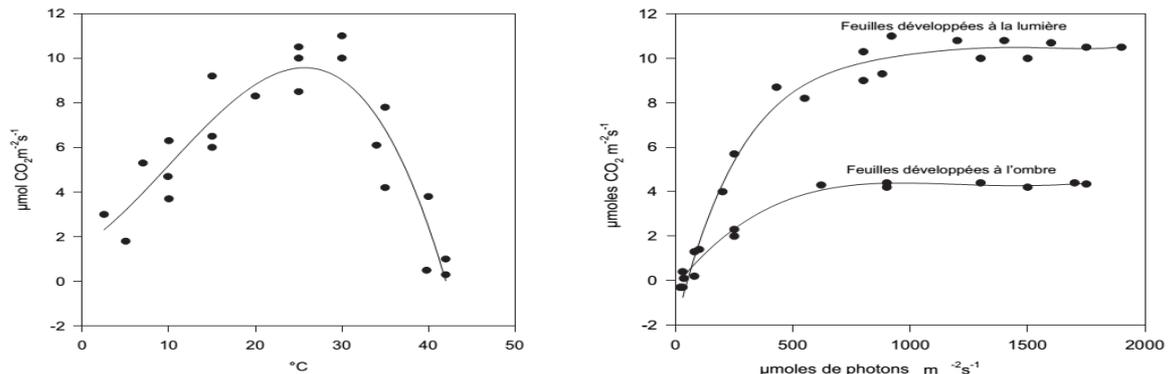


Figure 02 : A gauche, évolution de la photosynthèse au niveau des feuilles du cultivar Mariano selon la température. À droite, influence des conditions de développement de la feuille et de l'intensité de la lumière sur la photosynthèse (Tombesiet *al.*, 2007).

La synthèse des hydrates de carbone par l'appareil foliaire se produit lorsque sont réunies des conditions de températures optimales, de 20-30°C, et d'intensités de lumière supérieures au point de compensation, de 20-30 $\mu\text{moles de photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ et 600-1 000 μmoles , au-delà desquelles la photosynthèse reste constante (Tombesi et *al.*, 2007).

1.7.1.3. Pluviométrie

La pluviométrie favorable à sa croissance et son développement est comprise entre 450 et 800 mm (Loussert et Brousse, 1978). Tombesi et *al.* (2007) affirment que les précipitations doivent être supérieures à 400 mm, 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 45 jours, ni d'inondations prolongées. 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.

1.7.1.4. Température

Les zones aptes à la culture de l'olivier sont caractérisées par un climat avec des températures minimales non inférieures à - 6 ou - 7°C, seuil en dessous duquel les feuilles sont gravement affectées (Tombesi et *al.*, 2007). Les dégâts augmentent avec l'aggravation du gel : la perte de la plupart des feuilles à -12° C (Baldy, 1990). Une température de -3°C ou -4°C peut abîmer les fruits avec des conséquences négatives sur la qualité de l'huile (Tombesi et *al.*, 2007). La destruction des parties aériennes et l'éclatement du bois à -17°C (Baldy, 1990). Cependant, l'olivier nécessite une période de froid ; ses besoins sont estimés entre 150 et 300 heures de température inférieure à +9°C. Cette action de froid est en fait une véritable vernalisation du bourgeon végétatif, qui va évoluer après l'induction florale en une inflorescence portant des bourgeons floraux (Loussert, 1987). Tombesi et *al.* (2007) rajoutent que des températures constamment supérieures à 16°C empêchent le développement des bourgeons à fleurs.

1.7.1.5. Altitude

Une altitude très élevée n'est pas favorable, (Ozenda, 1982). En région méditerranéenne, la culture de l'olivier ne devra pas en principe dépasser les altitudes de 800 m en exposition sud et 600 m en exposition nord. Cependant en Algérie, l'olivier croît en grande Kabylie jusqu'à 1000 m (suivant l'exposition). En Sicile, l'olivier est exploité sans difficultés majeures sur les pentes de l'Etna jusqu'à 1000 m. (Loussert et Brousse, 1978).

1.7.1.6. Exigences édaphiques

L'olivier est peu exigeant en matière de sol. Il est susceptible de se développer dans les sols pauvres, qu'ils soient argileux ou légers, rocailleux ou pierreux. Mais les terrains très argileux et lourds représentent une limite, ainsi que ceux à forte humidité pendant de longues périodes (Laumonier, 1960 ; Civantos, 1998). Le système racinaire de l'olivier s'étend de préférence dans les 50 à 70 premiers cm du sol, les racines peuvent aller jusqu'à un mètre de profondeur pour chercher un supplément d'eau (Tab.05). C'est pourquoi le sol doit être adapté en termes de texture, de structure et de composition sur une profondeur d'au moins un mètre (Tombesi et *al.*, 2007).

Tableau 05 : Caractéristiques d'un sol adéquat pour l'oléiculture (Tombesi et al., 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 P₂O₅	5 – 35 ppm	
Potassium échangeable (K₂O)	50 – 150 ppm	
Calcium échangeable (CaCO₃)	1650 – 5000 ppm	
Magnesium échangeable	1 – 200 ppm	

1.7.1.7. Exigences culturales

L'olivier exige les façons culturales superficielles du sol qui doivent être d'autant plus fréquentes que la sécheresse est plus grande. La pratique de deux labours annuels, l'un en automne avant la période des pluies, l'autre à la fin de l'hiver. Toutefois, une fumure phospho-potassique est de préférence incorporée au labour d'automne (Laumonnier, 1960).

Comme la majorité des arbres fruitiers, l'olivier réagit favorablement à la taille, qui lui permet de guider son développement vers une nouaison rapide et une régularisation de production en diminuant son alternance. Enfin, elle permet de prolonger la période d'exploitation du verger (Loussert et Brousse, 1978).

2. Maladies de l'olivier

2.1. Maladies fongiques

2.1.1. Tavelure

La tavelure, *Spilocaea oleagina*, maladie également connue sous le nom de l'œil de paon ou la tache foliaire de l'olivier. Elle est largement répandue aussi bien dans les régions méditerranéennes que dans d'autres zones tempérées et subtropicales du monde, où l'olivier se développe (Graniti, 1993 ; Macdonald et al., 2000). En Europe, la maladie a été signalée depuis longtemps (Campbell, 1909 cité par Graniti, 1993).

En Algérie, la tavelure fut l'objet d'étude par Yahiaoui et *al.* (1993) ; Guéchi et Benabdelkader (2001) ; Ouaza (2002 cité par Tebib, 2003) ; Tebib (2003) et Meghezzi (2006).

S. oleagina vit en parasite dans les feuilles de l'olivier, moins fréquemment sur les fruits ou sur les pédoncules, en formant un strome subcuticulaire. Des ramifications se dressant à partir du strome percent la cuticule et donnent naissance à des conidiophores unicellulaires, courts (10-30 x 8-15 µm), ampulliformes et brun olivacé. Ils portent à leur sommet des annulations dont chacune représente le vestige de l'insertion d'une conidie détachée.

Les conidies verruqueuses, piriformes ou claviformes, brun olivacé sont tronquées à la base et minces au sommet. Les conidies matures sont le plus souvent bicellulaires et mesurent 14-28 µm de long et 9-14 µm d'épaisseur à la partie la plus large (Graniti, 1993).

Le pathogène induit des symptômes sur les feuilles. Chez les cultivars sensibles, les fruits et les pédoncules peuvent être également infectés (Graniti, 1993 ; Teviotdale et Sibbett, 1995).

Les feuilles affectées deviennent partiellement chlorotiques, puis quelquefois nécrotiques, et tombent prématurément (Graniti, 1993). Cette chute expose les cicatrices foliaires à l'infection par la bactérie de la tuberculose, *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Teviotdale et Sibbett, 1995).

L'attaque directe sur les fruits se manifeste par des petites lésions creuses et brunes. L'infection des pédoncules produit, au début, de petites macules brunes ou noires qui s'étendent, confluent et peuvent causer la rupture ou le dessèchement du pédoncule, d'où la chute du fruit (Graniti, 1993).

Les conidies sont disséminées par les éclaboussures de pluie ou par le vent chargé de gouttelettes d'eau. La dissémination des conidies est également possible par le vent et par des insectes tels que *Ectopsocus briggsi* (De Marzo et *al.*, 1993 ; Laviola et Scarito, 1993 ; Lops et *al.*, 1993).

Certaines pratiques culturales sont propices à l'installation de la maladie, nous pouvons citer :

- * les plantations denses d'oliviers de variétés sensibles (Graniti, 1993) ;
- * les plantations dans les bas fonds où le brouillard est persistant pendant l'hiver ;
- * le manque d'entretien des oliveraies (taille, désherbage, etc.) et de mesures phytosanitaires (Boulila et Mahjoub, 1994) ;

- * les engrais riches en azote et le manque de calcium contribuent à rendre les arbres plus sensibles aux attaques par *S. oleagina* (Lopez-Villalta, 1999).

Le pathogène peut entraîner une réduction de récolte allant de 10 à 20%, selon les différentes conditions de chaque pays (Azeri, 1993 ; Lopez-Villalta, 1999 ; Guéchi et Benabdelkader, 2001 ; Obanor, 2005).

La lutte contre la tavelure de l'olivier repose sur : des mesures culturales, l'utilisation de cultivars tolérants ou résistants et sur la protection chimique (Bourbos et Skoudridakis, 1993 ; Graniti, 1993). La taille et autres pratiques visant à réduire l'humidité sont recommandées pour des oliveraies sujettes aux attaques récurrentes de *S. oleagina*.

Le contrôle chimique comporte l'application de traitements préventifs avant ou au début des principales saisons d'infection, qui coïncident souvent avec les saisons de croissance des pousses, c'est à dire au printemps (avant la floraison) et/ou en automne (Obanor, 2005). La croissance subcuticulaire de *S. oleagina* permet l'utilisation de fongicides systémiques (bitertanol, penconazole, etc.) durant la période d'incubation ou lorsque l'infection est latente (Graniti, 1993). Coda et *al.* (1993) affirment que les fongicides systémiques : benomyl (60-120 g/hl) ou méthyle-thiophanate (70-140 g/hl) ont une dégradation rapide et une faible teneur dans l'huile d'olive comparativement au fénarimol (80-160 g /hl).



Figure 03 : Symptômes de la tavelure sur les feuilles, pétiole, et fruit d'olivier :
 a) Symptôme typique, b) Symptômes atypiques, c) Sur pétiole,
 d) Sur des olives (Alsalmiya et *al.*, 2010).

2.1.2. Verticilliose

La verticilliose, causée par le champignon *Verticillium dahliae* Kleb., est une maladie vasculaire décrite pour la première sur l'olivier, en Italie en 1946 (Ruggiri, 1946 cité par Pennisi, 1993 ; Pennisi et Cacciola, 1993). Elle a été observée dans différents pays du Bassin méditerranéen, notamment en Espagne, en France, en Grèce et en Turquie, mais également en Asie mineure, en Syrie et en Californie (Lopez-Villalta, 1999).

V. dahliae attaque un grand nombre d'espèces, aussi bien ligneuses (prunier, abricotier, etc.) qu'herbacées (laitue, artichaut, tomate, pomme de terre, etc.). Il développe un mycélium hyalin sur lequel apparaissent des conidiophores caractérisés par trois verticilles avec 3 à 4 phialides (Fig. 04). Celles-ci produisent, à leur sommet, des conidies isolées ou en petites amas humides. Elles sont hyalines, unicellulaires, ellipsoïdales et mesurent $3\text{-}(4)\text{-}8 \times 1\text{-}2,5 \mu\text{m}$ (Malone et Muskett, 1964 ; Barnett et Hunter, 1972).

Les symptômes se divisent en général en deux syndromes : l'apoplexie des jeunes arbres et le déclin lent des arbres âgés (Blanco-Lopez, 1984 ; Jurado et *al.*, 1993 ; Tosi et Zizzerini, 1998). L'apoplexie est caractérisée par le flétrissement rapide des brindilles et des branches principales et secondaires, la décoloration vasculaire des rameaux infectés et des feuilles (Blanco-Lopez, 1984). Le déclin lent se manifeste par une réduction de la végétation et une défoliation limitée aux branches apicales ou à un ou plusieurs rameaux (Fig. 05). Les feuilles des branches atteintes prennent une couleur vert pâle puis gris clair avec des reflets cuivrés et s'enroulent en gouttière. Les fleurs sèchent, les feuilles se détachent, l'écorce des branches infectées devient brun violacé ou rouge pourpre et les tissus vasculaires deviennent obscurs (Tosi et Zezzerini, 1998).

La dissémination peut se faire par l'eau d'irrigation, les machines agricoles, les mouvements des sols infectés et par les instruments utilisés, en particulier dans la taille. Il est également possible que le vent arrive à disséminer les micro-sclérotés et les tissus infectés d'un champ à un autre (Lopez-Villalta, 1999).

La verticilliose est une maladie qui présente un grand potentiel de développement. En Grèce, les symptômes, qui ont provoqué une mortalité estimée à 1%, ont été évidents sur 2 à 3% des 14 millions d'arbres examinés (Thanassoulopoulos et *al.*, 1979 ; Lopez-Villalta, 1999). En France, 3 à 4% des vergers ont été atteints en 1970 (Vigouroux, 1972 cité par Gheziel et Miloudi, 2001). En Syrie, 3% des arbres sont touchés et le taux de mortalité atteint environ 50 000 arbres (Al Ahmad, 1988). En Andalousie, la verticilliose a été détectée dans 47 des 122 vergers prospectés avec un total de 350 000 arbres examinés (Blanco-Lopez, 1984).

La lutte contre la verticilliose de l'olivier est fondée sur des méthodes préventives :

- ❖ à la réalisation d'une nouvelle plantation, le matériel végétal doit être certifié ;
- ❖ éviter les mauvaises herbes et la plantation de cultures sensible à *V. dahliae* autour des arbres ;
- ❖ la désinfection des instruments agricoles avant et après utilisation ;

- ❖ pratiquer la taille des branches mortes avant la chute des feuilles (Tjamos, 1993 ; Prosta, 1995 ; Lopez-Villalta, 1999).

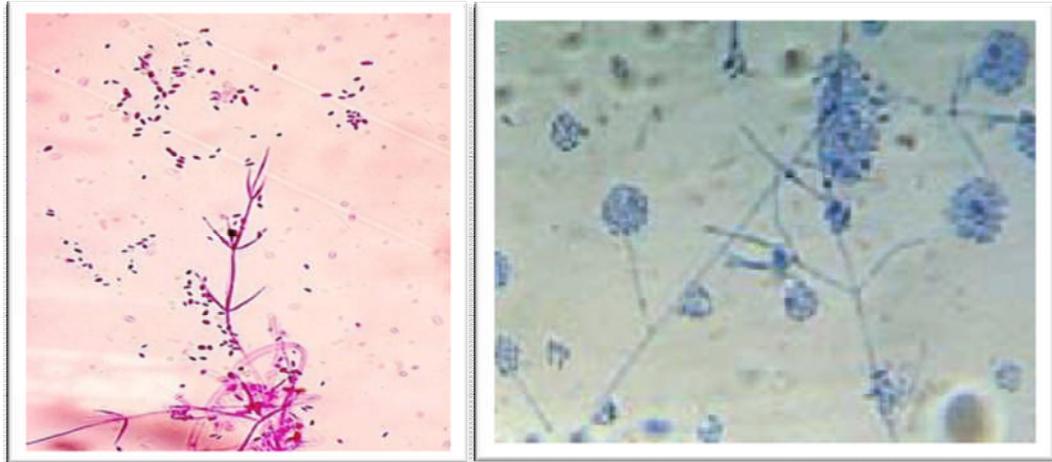


Figure 04 : Phialides et conidies de *V. dahliae* (Tombesi et al., 2007).



Figure 05 : Symptômes de *V. dahliae* sur olivier (Tombesi et al. 2007).

2.1.3. Cercosporiose

Le pathogène responsable de la cercosporiose ou plomb de l'olivier est le champignon *Mycocentrospora cladosporioides* Sacc.. Il s'agit d'une maladie assez répandue qui a causé des dégâts d'une certaine importance en Californie, en Italie, au Portugal, en Tunisie, en Argentine, en Algérie et en Espagne (Lopez-Villalta, 1999).

Le champignon produit des conidies subhyalines, cloisonnées (2 à 7 cloisons), cylindriques, légèrement courbes, avec des extrémités arrondies et mesurent habituellement 4 x 40-60 µm. Elles sont facilement confondues avec des fragments mycéliens. Les conidiophores sont droits ou incurvés, avec les extrémités apicales obtues, émergeant à partir des stromes en groupes denses. Ils mesurent 4 x 80 µm (Pappas, 1993).

La maladie débute par l'apparition de zones vert clair à la face supérieure des feuilles. Ces zones deviennent plus tard nécrotiques. La face inférieure est toujours couverte de fructifications olivacées noir plombé caractéristiques du champignon. Celles-ci sont souvent confondues avec la fumagine. Dans certains cas, des structures noires assimilées à des sclérotés sont également formées. Elles apparaissent à l'œil nu comme des mouches volantes, dispersées sur la surface inférieure de la feuille.

Les feuilles malades se détachent facilement, ce qui conduit souvent à une défoliation sévère. L'infection est principalement limitée aux feuilles âgées des branches inférieures de l'olivier.

Les symptômes sur fruits varient selon leur stade de maturité. Les olives vertes développent des taches brun sombre irrégulières, légèrement déprimées et mesurant 4 à 10 mm de diamètre. Sur les olives mûrissantes, l'épiderme des tissus infectés montre un aspect gris cendré. Dans certains cas, un halo distinct jaune pâle ou brun clair entoure les sites d'infection. Les lésions peuvent s'étendre et devenir coalescentes, couvrant une large partie de la surface du fruit. Jusqu'à une profondeur d'environ 0,5 mm, la chaire sous les lésions est plutôt sèche et décolorée, contenant des stromes noirs du champignon. Sous des conditions humides, l'épiderme du fruit se rompt et les stromes apparaissent à la surface des lésions comme des sclérotés de forme irrégulière (200 à 300 µm de diamètre). Ils germent en donnant naissance à des hyphes hyalins et des conidiophores brun clair avec des conidies subhyalines (Pappas, 1993).

La gravité des contaminations sur fruits semble être liée à un climat doux et humide, pendant les trois derniers mois avant la récolte (Pappas, 1993). Des infections intenses du feuillage entraînent une défoliation sévère et un affaiblissement de l'olivier. Dans le cas où l'attaque de la cercosporiose et celle de la tavelure coexisteraient sur l'olivier, la partie aérienne de l'arbre pourrait être endommagée sérieusement.

L'épidémiologie et les méthodes de lutte ont été peu étudiées. Les fongicides à base de cuivre (le mancozebe, l'oxychloride et le benomyl) utilisés contre la tavelure de l'olivier ne sont pas toujours efficaces contre la cercosporiose (Pappas, 1993).

2.1.4. Anthracnose

L'agent causal de l'anthracnose de l'olivier a été décrit comme *Gloeosporium olivarum* Alm. (Martin et Garcia-Figueres, 1999). Cependant, Von Arx (1970 cité par Martin et Garcia-Figueres, 1999) et Sutton (1980, 1992 cités par Martin et Garcia-Figueres, 1999) l'incluent dans le complexe d'espèces *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. et Sacc., anamorphe de *Glomerella cingulata* (Stron.).

Le champignon est caractérisé par la production d'acervules subépidermiques (80 à 280 µm de diamètre), quelquefois entourées par une couronne blanchâtre d'hyphe longs et sinueux. Les conidiophores septés produisent des cellules conidiogènes en forme de phialides. Les conidies sont hyalines, unicellulaires, excepté avant la germination, la plupart sont droites, légèrement ellipsoïdales ou subcylindriques aux extrémités arrondies et quelquefois subclaviformes. Elles mesurent 12-25 x 3,5-6 µm. Les conidies germées forment des appressoria bruns, claviformes et irrégulièrement lobés (Graniti et al., 1993).

Les symptômes causés par le pathogène sont le brunissement et la pourriture des fruits, le brunissement et le flétrissement des feuilles, et le dépérissement des brindilles et des branches.

Le symptôme le plus fréquent est la pourriture du fruit qui affecte habituellement les drupes au début de la maturation et plus tard, c'est à dire en automne et au commencement de l'hiver, selon le cultivar et l'environnement. Cependant dans certaines circonstances, les olives vertes de cultivars sensibles peuvent être aussi attaquées (Graniti, 1993 ; Martelli, 1959 cités par Graniti et al., 1993). Ordinairement, les fruits sont infectés par les conidies transportées par l'eau de pluie, à la faveur de blessures. Quelquefois, le symptôme apparaît d'abord au niveau de l'insertion du fruit sur le pédoncule.

Les feuilles sont infectées directement par les conidies germées à leur surface, ou envahies à travers leur pétiole, par le mycélium issu des brindilles affectées. Le symptôme foliaire correspond à des petites taches chlorotiques à marge diffuse, qui s'agrandissent, deviennent coalescentes et occupent une grande partie du limbe qui vire au brun ou brun rougeâtre. Les feuilles affectées flétrissent, quelquefois s'enroulent, se dessèchent et se détachent.

Le contrôle de l'anthracnose de l'olivier est principalement basé sur une taille sévère des arbres présentant un dépérissement important, pour enlever les fruits momifiés, les

brindilles et les branches desséchées. La taille doit être répétée des années consécutives ou à chaque saison de forte production. En outre, la taille des arbres peut améliorer la circulation de l'air et réduire l'humidité au niveau de la frondaison. Deux à trois pulvérisations préventives de fongicides cupriques, de la fin septembre à la fin décembre, s'avèrent efficaces contre la pourriture des fruits (Graniti et *al.*, 1993 ; Lopez-villalta, 1999). Les fongicides préconisés sont la bouillie bordelaise et l'oxychlorure de cuivre (Pennisi et *al.*, 1993).

2.1.5. Fumagine

La fumagine est également connue sous le nom de noir de l'olivier, car les feuilles des arbres atteints se couvrent d'une poudre noire (Loussert et Brousse, 1978). Il s'agit d'un complexe de champignons saprophytes : *Capnodium*, *Cladosporium* et *Alternaria* qui s'installent sur les miellats et les excréments de certains ravageurs, notamment la cochenille noire (*Saissetia oleae*) et les psylles (*Euphyllura olivina*). Elle se développe généralement sous des climats chauds et humides (Boulila et Mahjoub, 1994 ; Boulila, 2001).

Les fortes attaques sont la cause d'une défoliation importante et d'une faible production de fruits. En effet la photosynthèse des feuilles est très atténuée, ce qui entraîne dans le cas le plus grave leur chute et conduit au dépérissement de l'arbre par asphyxie.

La lutte chimique peut se faire par l'oxychlorure de cuivre à la dose de 500 g/hl (Boulila et Mahjoub, 1994). Dans la mesure où la fumagine se développe sur les sécrétions des insectes, l'emploi d'insecticides permet également son élimination (Boulila, 2001).

2.2. Maladie bactérienne de l'olivier

La tuberculose ou maladie des tubercules de l'olivier, connue depuis la civilisation romaine, est causée par *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. Elle est présente dans toute l'aire de culture de l'olivier (Panagopoulos, 1993 ; Iacobellis et *al.*, 1993 ; Alvarez et *al.*, 1998 et Lopez-Villalta, 1999).

Cette bactérie cause l'hyperplasie des tissus infectés qui se traduit par l'apparition de galles (tumeurs ou tubercules) plus ou moins sphériques, jusqu'à 2,5 cm de diamètre. Celles-ci se développent principalement sur les pousses, les brindilles, les branches et le tronc. La bactérie produit de l'acide indole acétique 3 (A.I.A.) nécessaire à l'induction de ces tumeurs (Valvaro et Martella, 1993 ; Iacobellis et *al.*, 1994 ; Alvarez et *al.*, 1998). Les tubercules sont souples au début et couverts d'une écorce verdâtre. Les tubercules âgés ont une écorce sombre et rugueuse, en raison de l'apparition de fissures profondes. Ils deviennent secs et durs. Les

brindilles affectées sont rabougries et meurent dans le cas d'infections graves (Panagopoulos, 1993 ; Lopez-villalta, 1999).

La dissémination de la bactérie se produit principalement par l'eau de pluie. Elle pénètre par les blessures et les cicatrices foliaires (Surico et Lavermicocca, 1989 ; Surico, 1993 ; Iacobellis et *al.*, 1994). La température optimale de développement est de 22°C à 25°C (Panagopoulos, 1993 ; Lopez-villalta, 1999).

La stratégie de lutte contre la tuberculose se base sur la diminution des sources de l'inoculum en éliminant la majeure partie des tumeurs, en taillant les branches affectées et en évitant les blessures. Enfin, après les opérations de taille il est nécessaire d'utiliser des cicatrisants. Les traitements avec la bouillie bordelaise protègent les blessures et les cicatrices foliaires. La réduction de la maladie peut être obtenue en détruisant les tumeurs avec une émulsion dans l'eau d'un des hydrocarbures suivants : 1,2,3,4-tétrahidronaftalène, difenilméthane, diméthylnaftalène, 2,4-xylénol et m-cresol (Lopez-Villalta, 1999).

3. Insectes ravageurs de l'olivier

Parmi les ravageurs de l'olivier, il y a des insectes qui provoquent des dégâts importants sur l'arbre, comme le dessèchement des branches ou la mort de l'arbre entier. D'autres provoquent des altérations de pulpe. Ces attaques peuvent causer l'affaiblissement de l'arbre qui se traduit par la chute du rendement en fruits mûrs et la production d'huile en qualité inférieure (Lopez-Villalta, 1999). Cependant, les insectes les plus importants sont consignés dans le tableau 06.

Tableau 06 : Insectes ravageurs de l'olivier signalés par le Conseil Oléicole International C.O.I (Lopez-Villalta, 1999).

Nom commun	Nom scientifique	Dégâts	Pertes	Lutte biologique	Lutte chimique
Teigne de l'olivier	<i>Prays oleae</i>	Destruction de l'appareil reproducteur	10-90%	<i>Chrysoperla canea</i>	Carbamates Pyréthénoïdes
Pyrale de jasmin	<i>Margaronia unionalis</i> Hüb.	Destruction de surface foliaire et fruits	30%	—————	Trichlorfon Endosulfan Diméthoate Deltamétrine

Pyrale de l'olivier	<i>Euzophera pinguis</i> Haw.	Affecte les vaisseaux de l'arbre	_____	_____	Diméthoate Formothion
Mineuse des feuilles de l'olivier	<i>Parectopa latifoliella</i> Mill.	Chute des fruits et perte de poids	_____	_____	Diméthoate Formothion
Mouche de l'olivier	<i>Bactrocera Oleae</i> Gmel.	Chute des fruits et perte de qualité de l'huile	5-37%	_____	Diméthoate
Cécidomyie des écorces de l'olivier	<i>Resseliella oleisuga</i> Targ.	Destruction de l'écorce de l'arbre	_____	_____	Piréthrénoïde
Cochenille noire	<i>Saissetia oleae</i> Oliv.	Défoliation de l'arbre, entrave de la photosynthèse et la respiration	_____	<i>Metaphycus helvolus</i> <i>M.barlett.</i>	Méthylpirimifos Fosmet Carbaril
Cochenille de lierre	<i>Aspidiotus nerii</i> Bouc.	Destruction des fruits, dépréciation de qualité des huiles	_____	<i>Aphytis melinus.</i>	Malathion Carbaril Méthylpirimiphos
Psylle de l'olivier	<i>Euphyllura olivina</i> Costa.	Destruction des bourgeons et des inflorescences	13-40%	_____	Diméthoate Formothion
Hylésine de l'olivier	<i>Hylesinus oleiperda</i> F.	Destruction des vaisseaux et bourgeons	_____	_____	Formothion Diméthoate Fosmet
Neiroun	<i>Phlæotribus scarabeoides</i> bern.	Destruction du bois, des feuilles, des inflorescences et des fruits	_____	_____	Formation Diméthoate Fosmet.

4. Mouche des olives

La mouche de l'olive *Bactrocera oleae* reste le ravageur le plus préoccupant pour l'olivier cultivé et sauvage (Athar, 2005). Elle cause le plus de dégâts dans les oliveraies méditerranéennes. Toutefois, cette espèce n'a pas été signalée en Nouvelle Zélande et en Australie (Coulomb et *al.*, 2004).

Les adultes se nourrissent de nectar, de miellat et d'autres sources de nourritures opportunistes liquide ou semi-liquide (Athar, 2005).

Les larves sont monophages et se nourrissent exclusivement des olives et provoquent la chute prématurée des fruits, la réduction du rendement et l'accroissement de l'acidité de l'huile d'olive (Athar, 2005).

4.1. Classification

La mouche de l'olive appartient à l'ordre des Diptères et de la famille des Tephritidae. Dans cette famille on trouve bon nombre de mouches, ravageuses des arbres fruitiers telles que la mouche de la cerise ; *Ragoletis cerasi*, la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* et la mouche du brou du noyer *Ragoletis completa* (Nasles, 2013).

La systématique de la mouche de l'olive est ainsi donnée :

- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Diptera
- Famille : Tephritidae
- Genre : *Bactrocera*
- Espèce : *Bactrocera oleae* GMEL

4.2. Description des différents stades de développement

Au cours de son développement, la mouche de l'olive passe par quatre stades bien distincts : l'œuf, la larve, la puppe et l'adulte.

4.2.1. Œuf

D'après Civantos (1999), l'œuf de *Bactrocera oleae* est de couleur blanche, élargi et cylindrique, mesure 0,7 mm de long et 0,2 mm de diamètre (Fig. 06).



Figure 06 : Œuf de *Bactrocera oleae*, (Yokoyama, 2015).

4.2.2. Larve

Selon Colombe et *al.* (2004), la larve est de couleur crème et présente trois stades de développement. Le premier stade est caractérisé par la transparence du tégument. La tête est petite avec les pièces buccales robustes. Ses dimensions sont de 6 mm de longueur pour 1,3 mm de largeur. La larve y subit le processus de nymphose qui se traduit par la destruction des cellules larvaires épidermiques, par le renouvellement, à partir des disques imaginaires, de la tête, des yeux, du thorax, de l'abdomen et par la différenciation des ailes (Fig. 07).

4.2.3. Pupa

La pupa, de forme elliptique, de couleur jaunâtre mesure 4 mm de longueur pour 2 mm de largeur (Coulomb et *al.*, 2004). Selon Margier (2012), il s'agit d'un stade de transition qui permet la transformation de la larve en adulte et la conservation de l'espèce pendant les périodes défavorables (Fig. 8).



Figure 07 : Asticots de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).



Figure 08: Pupa de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).

4.2.4. Adulte

L'adulte mâle mesure 4 à 5 mm de long, son thorax est noir et se termine par un triangle blanc crème. Ses ailes sont transparentes avec un point noir à leur extrémité ce qui caractérise l'espèce (Singer, 2012). Nasles (2013), rapporte aussi que la tête est orangée avec des yeux à facettes bleu-vert. Les pattes sont orangées. L'abdomen est également orange avec des taches noires. Le mâle et la femelle ont la même taille.

La femelle se distingue du mâle par l'abdomen dont le dernier segment est transformé en un ovipositeur, destiné à perforer l'épiderme de l'olive et à y déposer un œuf juste au dessous de celui-ci (Fig. 09). Le mâle possède une série de 12 poils sur le bord latéral du troisième segment abdominal (Coulomb et *al.*, 2004).

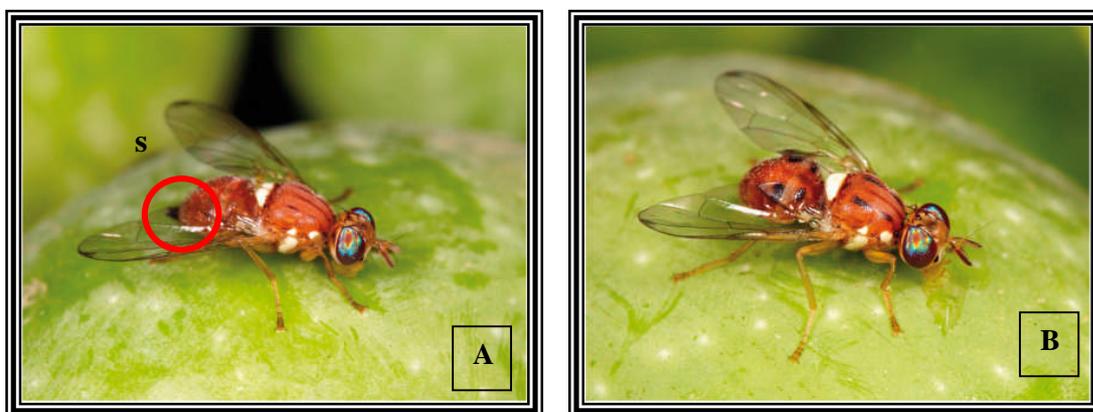


Figure 09 : Adultes de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).
 A. Adulte femelle avec un ovipositeur
 B. Adulte mâle

4.3. Cycle biologique

Le cycle biologique de *Bactrocera oleae* est étroitement lié à la phénologie de son hôte. Le nombre de génération dépend des facteurs climatiques, des biotopes et de la date de récolte des fruits. Chaque génération se compose de l'œuf, de la larve (avec trois stades différents L1, L2, L3), de la puppe et de l'adulte. Les trois premiers stades sont appelés stades pré-imaginaux. Les œufs, les larves et les pupes se développent à l'intérieur des fruits (El-Messoussi et *al.*, 2010).

Coulomb et *al.* (2004), estiment que le diptère peut présenter, chaque année, de 1 à 3 générations. Toutefois, les conditions climatiques, froid et chaleur, peuvent être des facteurs limitant. Par contre, Singer (2012), suggère que ce diptère peut être présent dès le mois de juin dans les vergés, réalisant 4 à 5 générations jusqu'à la fin du moins d'octobre. Nasles (2013), au sud de France (Aix-en-provence), signale que la mouche passe l'hiver sous forme de puppe, dans les cinq premiers centimètres du sol. Au printemps, les adultes émergent et 4 à 5

génération peuvent se succéder du début de l'été jusqu'au mois d'octobre, à basse altitude et dans les zones précoces, 3 à 4 générations voir moins dans les zones plus tardives et en hautes altitudes.

Il a été remarqué que l'hibernation peut se faire soit sous forme de larves à l'intérieure des drupes, soit, pour le plus grand nombre, sous forme de pupes en milieu tellurique, soit, dans les pays chauds, à l'état adulte (Coulomb et *al.*, 2004).

D'après El-Messoussi et *al.* (2010), les femelles traversent trois stades larvaires différents : pré-oviposition, oviposition et poste oviposition. Les mâles, eux, traversent une phase prématurée avant d'atteindre la maturité sexuelle. Coulomb et *al.* (2004), ont observé que les mâles et les femelles sont sexuellement matures 6 à 8 jours après l'éclosion. Les femelles émettent une phéromone pour attirer les mâles.

Coulomb et *al.* (2004), rapportent que les accouplements ont lieu en fin d'après-midi. Au cours de la parade, les mâles agitent leurs ailes et émettent un son : ils strident. L'accouplement dure entre 1 et 2 heures (Fig.10).

Après l'accouplement, la femelle adulte dépose un œuf sous l'épiderme de l'olive (Fig. 11). Elle pond un œuf par fruit à une fécondité moyenne de 300 à 400 œufs (Margier, 2012).



Figure 10 : Accouplement de la mouche des olives (Yokoyama, 2015).



Figure 11 : Ponte des œufs sous l'épiderme de l'olive (Yokoyama, 2015).

Coulomb et *al.* (2004), signalent que la femelle ne pond qu'un œuf par olive, mais elle peut pondre une centaine d'œufs au cours de sa vie. La piqûre de ponte laisse une petite trace triangulaire (forme de l'ovipositeur) qui se subère et prend en quelques jours une couleur marron chair. Le développement embryonnaire dure environ 18 jours suivant les conditions climatiques. Au dessus de 31°C, on observe une importante mortalité. La larve sort de l'œuf et commence à se nourrir grâce à des bactéries symbiotiques qui ont été inoculées, au

moment de la ponte, par l'ovipositeur de la femelle. Ces bactéries favorisent l'hydrolyse enzymatique des protéines végétales. Progressivement, la larve s'enfonce à l'intérieure du fruit, la section de sa galerie étant proportionnelle à sa taille. Le développement de la larve dure de 10 jours (à 22°C) à 25 jours (à 15°C). A maturité, elle remonte vers l'épiderme qu'elle déchire. Elle se laisse tomber au sol où elle nymphose à faible profondeur.

Il a été remarqué que quand l'olive est très mure, la larve tombe au sol et se pupéfie ; elle résiste aux températures basses jusqu'à 0°C (Singer, 2012), et aux produits de traitements (Nasles, 2013). Quand l'été est chaud, la nymphose peut se produire à l'intérieur du fruit ; elle peut durer de 90 jours à 10°C à 9 jours à 35°C (Coulomb et *al.*, 2004).

Après douze à quinze jours, un nouvel adulte émerge de la puppe et de l'olive. Une génération dure ainsi entre 25 et 30 jours en été. Comme tout insecte, la mouche de l'olive est sensible aux conditions climatiques qui influent sur sa vitesse de développement. Ainsi l'optimum de développement des larves et des adultes se situe entre 20 et 30°C. Au-delà de 30°C, l'activité de ponte et d'accouplement est fortement réduite, la femelle pouvant garder son pouvoir de ponte pendant plusieurs mois. Au-dessus de 35°C, œuf, larve et puppe ne survivent pas. Les fortes chaleurs rencontrées durant l'été expliquent la faible activité de la seconde génération qui n'occasionne généralement que des dégâts très limités. Avec la baisse des températures à la fin de l'été, la troisième génération retrouve une activité normale ; cette génération est souvent la plus dommageable (Margier, 2012).

Selon Sigwalt (1975), le cycle annuel de *B. oleae* se résume comme suit :

- 1- Le cycle débute en mi-juin avec l'éclosion des pupes au sol et les adultes restent à l'état jeune jusqu'en Juillet, où les premiers fruits favorables au développement larvaire apparaissent (cela bien sûr pour les zones qui ne comportent pas une part appréciables de variétés précoces).
- 2- Une première génération couvre Juillet-Aout mais en nombre très faible, compte tenu de la forte résistance du milieu (température, réaction du fruit). Les adultes de Juin-Juillet disparaissent par mortalité.
- 3- Fin Aout début Septembre, une seconde génération se développe et constitue le pied de cuve à partir du quel, dès fin Septembre, les générations d'automne peuvent rapidement se multiplier avec chevauchement, compte tenu de la longévité des adultes. Trois générations sont possibles entre Octobre et mi-janvier.
- 4- Les générations d'automne conduisent à deux populations hivernantes ;
 - Une population d'adultes qui entrent en inactivité à partir de Janvier mais redeviendra active en Mars-Avril. Cette population se produira une dernière

fois sur les derniers fruits de l'oléastre, ou occasionnellement en Février–Mars si des périodes chaudes apparaissent,

- Une population de pupes en diapause qui émergera en Mai.

5- Entre Mai, Juin et Juillet, on a alors l'émergence des deux populations : les pupes en diapause (la génération d'Avril-Mai). Les adultes ayant hiverné disparaissent par mortalité (Fig. 12).

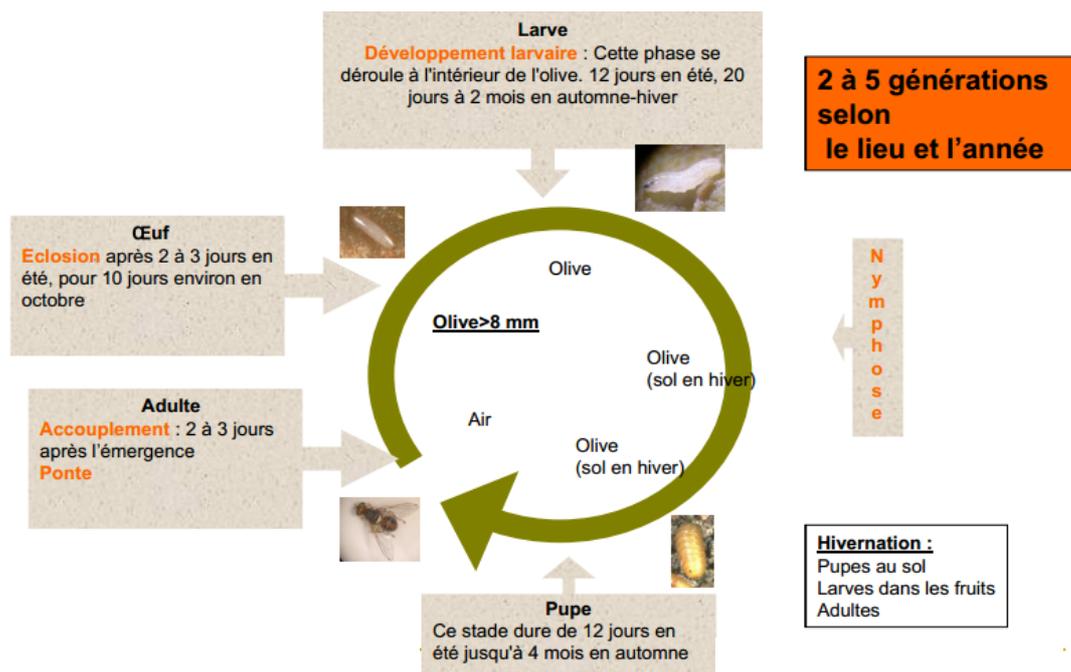


Figure 12 : Cycle biologique de *Bactrocera oleae* (Yokoyama, 2015).

4.4. Facteurs favorisant le développement de la mouche

Bactrocera oleae appartient à un genre essentiellement tropical, mais l'espèce évolue en zone tempérée méditerranéenne. Elle a ainsi gardé de ses congénères le syndrome polyvoltine, mais se heurte à deux barrières : l'hiver relativement froid où les conditions climatiques descendent au-dessous de zéro d'activité et de développement, ce qui induit des possibilités de diapause en été chaud et sec pendant lequel s'observe une période d'inactivité reproductrice. En conséquence, les possibilités de chevauchement n'apparaissent qu'en automne, lorsqu'on outre, la disponibilité en fruits-hôtes est maximale (Sigwalt, 1975).

Lorsque les températures sont inférieures à 28°C en fin de journée et que les olives atteignent 0,8-1 cm de diamètre le risque de dégâts dus aux pontes est élevé. Lorsque les températures dépassent 30°C l'activité du diptère ralentit (Zuccarelli, 2014).

Bactrocera oleae est un insecte monophage, mais la présence de l'oléastre et une diversité de variétés d'oliviers, réparties entre la précoce et la tardive, permettra à cet insecte de trouver un fruits-hôte pendant une bonne partie de l'année (Sigwalt, 1975).

Selon Nasles (2013), les facteurs favorables au développement de la mouche sont :

- *Le climat* : un hiver et un automne doux et humides, un printemps précoce, un été sans chaleurs excessives, sont autant de facteurs qui permettent à la mouche de bien se développer ;
- *Les zones précoces* : il s'agit des zones littorales et de certains bassins connaissant un microclimat ;
- *Les variétés* : en règle générale, les variétés à gros fruits et plus précoces sont les plus attaquées par la mouche ;
- *L'irrigation* : l'apport d'eau aux oliviers permet d'obtenir des fruits plus gros, moins flétris et par conséquent plus attirants aux mouches.

4.5. Dégâts

La mouche de l'olive est un ravageur primaire de l'olivier. Cet insecte peut causer des dégâts très importants, jusqu'à 100 % d'olives abimées et inutilisables. Les dégâts engendrés par la mouche de l'olive sont d'ordre quantitatif et qualitatif. Le développement de la larve à l'intérieur de l'olive affecte directement l'alimentation du fruit, sa maturation et sa force d'attachement au pédoncule, provoquant ainsi une chute accélérée de l'olive atteinte. Par ailleurs, en mettant la pulpe du fruit au contact de l'air (lors de la sortie de l'adulte) et des déjections de la larve, les attaques de mouches conduisent à une altération de la qualité de l'huile, provoquant une augmentation des taux d'acidité et de l'indice de peroxyde (Nasles, 2013).

Margier (2012), souligne que les dégâts sont d'ordres quantitatifs et surtout qualitatifs et se résument comme suit :

- La chute prématurée des fruits attaqués ;
- La perte d'une partie de la pulpe, consommée par les asticots ;
- Toute pique est préjudiciable pour la production d'olives vertes de table. Pour les olives noires, jusqu'à 2% d'olives présentant des trous de sortie sont acceptées ;
- Les huiles voient leurs qualités chimiques et organoleptiques se dégradées, ce qui rend l'obtention d'huile vierge extra, plus difficile : défaut de mois, augmentation du taux d'acidité et du degré de peroxydation, liées à

l'oxydation de la pulpe. En production, de l'olive à l'huile, le plafond de tolérance de dégâts se situe en général à 10 % d'olives présentant des trous de sortie à la récolte.

4.6. Méthodes de suivie

Connaitre la date d'apparition de la mouche dans les vergers va permettre de positionner les traitements avec plus de précisions, quelle que soit la stratégie de lutte choisie. Les pièges sont utilisés exclusivement pour le contrôle et le suivi de l'insecte (début, durée et fin des vols d'une génération) (Nasles, 2013). Selon Sigwalt (1975), *B. oleae* est piégé par attraction olfactive avec des sels d'ammonium en solution aqueuse placée dans un gobe mouche (piège Mac-Phail). Les pièges sont normalement relevés tous les cinq jours, compte tenu de l'évaporation estivale. Les deux sexes sont attirés par le piège. A partir d'un piégeage on obtient deux renseignements : le nombre de captures, la structure de la population.

Selon Nasles (2015), il existe deux types de pièges :

1. Piège alimentaire : Il s'agit d'un piège alimentaire de type piège à guêpe rempli d'une solution de phosphate d'ammoniatique (30 à 40 g/l d'eau), renouvelée toutes les semaines. Le nombre de pièges utilisés est d'environ trois par hectare.
2. Piège à phéromones : Il s'agit d'un piège sexuel, composé d'une capsule de phéromones et d'un fond englué jaune, renouvelés toutes les 3 à 4 semaines. Un seul piège est employé par hectare.

Ces pièges doivent être placés dans les arbres les plus attractifs : ceux présentant de grosses olives, et/ou à l'abri de haies brise-vent, et/ou dans une zone humide du verger.

4.7. Stratégies de lutte

La stratégie de lutte contre la mouche repose sur des méthodes prophylactiques et curatives.

4.7.1. Approche prophylactique

4.7.1.1. Conduite culturale

Selon Margier (2012), la zone d'implantation du verger et le choix variétal est un critère décisif pour limiter des dégâts de la mouche. En effet, les variétés précoces à gros fruits sont particulièrement sensibles à ce ravageur. D'autre part, l'altitude et l'isolement du verger sont autant de facteurs qui limitent la présence de la mouche dans l'olivieraie.

Les vergers irrigués sont globalement plus sensibles car les olives restent turgescentes en été. Si les olives restent fripées, elles sont généralement peu piquées avant les pluies de septembre.

4.7.1.2. Arbres pièges

Selon Warlop (2006), la technique des «arbres pièges» consiste à disposer environ 10 % de variétés très attractives, de gros calibre, en bordure ou dans la parcelle (à la plantation ou par surgreffage), de façon à attirer très tôt les femelles qui vont pondre. Ces arbres sont ensuite traités au moment du pic de vol, avec un insecticide de synthèse.

4.7.1.3. Travail du sol

Les interventions se font au printemps, période de réveil biologique des pupes. Les facteurs de mortalité biotique (paratisme, prédation) ou abiotiques (gel, froid) entraînent une réduction des pupes de plus de 90 % (Warlop, 2003).

4.7.1.4. Argile blanche

Warlop (2003) rapporte que l'argile blanche blanchit la végétation et les olives, et perturbe le comportement de ponte de la femelle qui ne parvient pas à détecter les fruits. Singer (2012), signale que l'argile doit être pulvérisée en fines gouttelettes sur toute la frondaison de l'arbre et les traitements doivent être renouvelés après une période de grand vent ou de forte pluie. En pratique, 5 à 8 traitements d'argile sont nécessaires dans la saison.

4.7.2. Lutte curative

4.7.2.1. Lutte biologique

Selon Warlop (2003) et Zuccarelli (2014), le Spinosad est un biopesticide constitué de bactérie insecticides additionné d'un attractif alimentaire est à appliquer de façon localisée sur un coté de l'arbre, 4 fois par an au maximum. L'efficacité est bonne mais le produit décroche en cas de fortes pluies.

Il existe des hyménoptères parasitoïdes comme *Eupelmus urozonus* ; auxiliaires indigènes à Languedoc-Roussillon dans le sud de la France ou *Psytalia lounsburyi* développés par l'INRA de France avec des essais de lâchers en 2007, mais dont les actions sur la mouche de l'olive sont très limitées (Singer, 2012). Selon Favery (2009), le parasitoïde *Psytalia lounsburyi*, est un ennemi naturel spécifique de la mouche de l'olive. Dans une oliveraie à M'Sila (Algerie), Belaid (2014) note l'importante activité du parasitoïde *Opius concolor* sur la mouche de l'olive.

Pour Nasles (2013), l'action des insectes auxiliaires sur la mouche de l'olive est très limitée. On peut cependant citer l'hyménoptère parasitoïde *Pnigalio agraulis*, retrouvés lors de prélèvements de faune effectués. Les carabes et la faune du sol, ainsi que les oiseaux sont des prédateurs dont l'efficacité est certaine mais difficile à mesurer en conditions naturelles. Delphine et *al.* (2002), notent que le semis ou le maintien d'une flore diversifiée (herbacée mais aussi semi-ligneuse) favorisera un grand nombre d'auxiliaires (carabes, staphylins, fourmis, araignées) actifs une grande partie de l'hiver. Enfin, et sans être en mesure de le vérifier pour l'instant, la limitation des apports en cuivre peut permettre à long terme un développement d'une biomasse microbienne variée, elle-même ayant un rôle significatif dans le parasitisme des pupes.

4.7.2.1. Lutte chimique

Sigwalt (1975), signale que la lutte insecticide s'effectue au moment des deux pics de capture : celui correspondant à l'émergence de la génération estivale, et celui des générations d'automne. Les principales matières actives utilisées et leurs doses d'emploi sont rapportées dans le tableau 07.

Tableau 07: Produits autorisés sur olivier contre la mouche de l'olive (Zuccarelli, 2014).

Matières actives	Emploi et dosage
Deltaméthrine	0,083 L/ha : Limité à 3 applications max. campagne
Lambda-cyhalothrine	0,110 L /ha : Limité à 2 applications max. campagne
Thiaclopride	0,025 L/ha : Limité à 2 applications max. campagne
Phomet	1,50 kg /ha : Limité à 2 applications max. campagne



Matériel et Méthodes

1.2. Relief

La wilaya de Bouira est constituée par un relief contrasté, comportant cinq grands ensembles physiques :

- la dépression centrale (plaines des Aribes, plateau d'El Asnam, la vallée d'Oued Hous et Oued Sal) ;
- la terminaison orientale de l'Atlas blidéen ;
- le versant sud du Djurdjura (Nord de la wilaya) ;
- la chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud ;
- la dépression sud des Bibans (DSAB, 2015).

La zone boisée représente 25 % du territoire avec 111 490 ha de massif forestier. On trouve le pin d'Alep, le chêne vert ainsi que le chêne-liège.

Rappelons que dans le cadre du PNDA** et la prise en charge de la filière oléicole au niveau de la wilaya de Bouira, la surface oléicole est passée de 14 934 ha en 2000 à 21 579,5 ha en 2015 (DSAB, 2015).

1.3. Climat

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud. Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars (DSAB, 2015).

1.4. Hydrographie

La wilaya de Bouira renferme d'importantes ressources en eau. Elle est traversée par des bassins versants importants dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m³ constitué par :

- ✓ Le bassin versant Sahel Soummam : 380 millions de m³/an ;
- ✓ Le bassin versant d'Isser : 135 millions de m³/an ;
- ✓ Le bassin versant de Hodna : 35 millions de m³/an ;
- ✓ Le bassin versant Humus : 11 millions de m³/an.

1.5. Présentation climatique

Les différentes phases du cycle du développement des pathogènes durant les épidémies phytopathologiques sont très influencées par les facteurs climatiques. Aussi, ils influencent la réceptivité des plantes hôtes ainsi que l'interaction hôte-pathogène (Lepoivre, 2003). En conséquence une étude climatique de la région d'étude est indispensable.

Les indices les plus importants à étudier sont :

➤ **Durée de la saison sèche exprimée par la formule et diagramme de Bagnouls et Gaussen (1957).**

D'après **Bagnouls et Gaussen (1957 cité par Rebbas, 2014)** : un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations P, exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne T du mois, « $P \leq 2T$ » exprimée en degré centigrade. Partant de ce principe, la durée et l'importance de la période sèche peuvent être déterminées par le diagramme ombrothermique proposé par ces deux auteurs.

➤ **Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger**

Le quotient pluviothermique s'exprime par la formule suivante :

$$Q_2 = 1000 p / \frac{(M + m)}{2} (M - m) \text{ ou } \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Où P représente la moyenne des précipitations annuelles en mm, (M) la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et (m) la moyenne des minima du mois le plus froid. Les températures étant exprimées en degré absolu ($0^\circ\text{C} = 273,16^\circ\text{K}$). Le (M) et le (m) représentent les seuils entre lesquels, dans un endroit donné, se déroule la vie végétale.

Le facteur $(M+m)/2$ exprime la moyenne ; $(M-m)$ traduit l'amplitude thermique extrême ou la continentalité ou plus exactement l'évaporation. "D'une manière générale, un climat méditerranéen est d'autant moins sec que le quotient est plus grand". Notons que si l'on préfère utiliser les températures en degrés Celsius, d'un maniement plus aisé, l'expression de Q_2 devient :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{(M+m+546.4)(M-m)}$$

1.5.1. Présentation climatique de la région de Bouira

Les données météorologiques de la période 2005-2015 ont permis de situer la wilaya de Bouira dans l'étage bioclimatique Semi-aride à variante fraîche (Fig. 14). Ce type de bioclimat est dominant dans cette wilaya, excepté sur la région montagneuse où règne un climat plus humide.

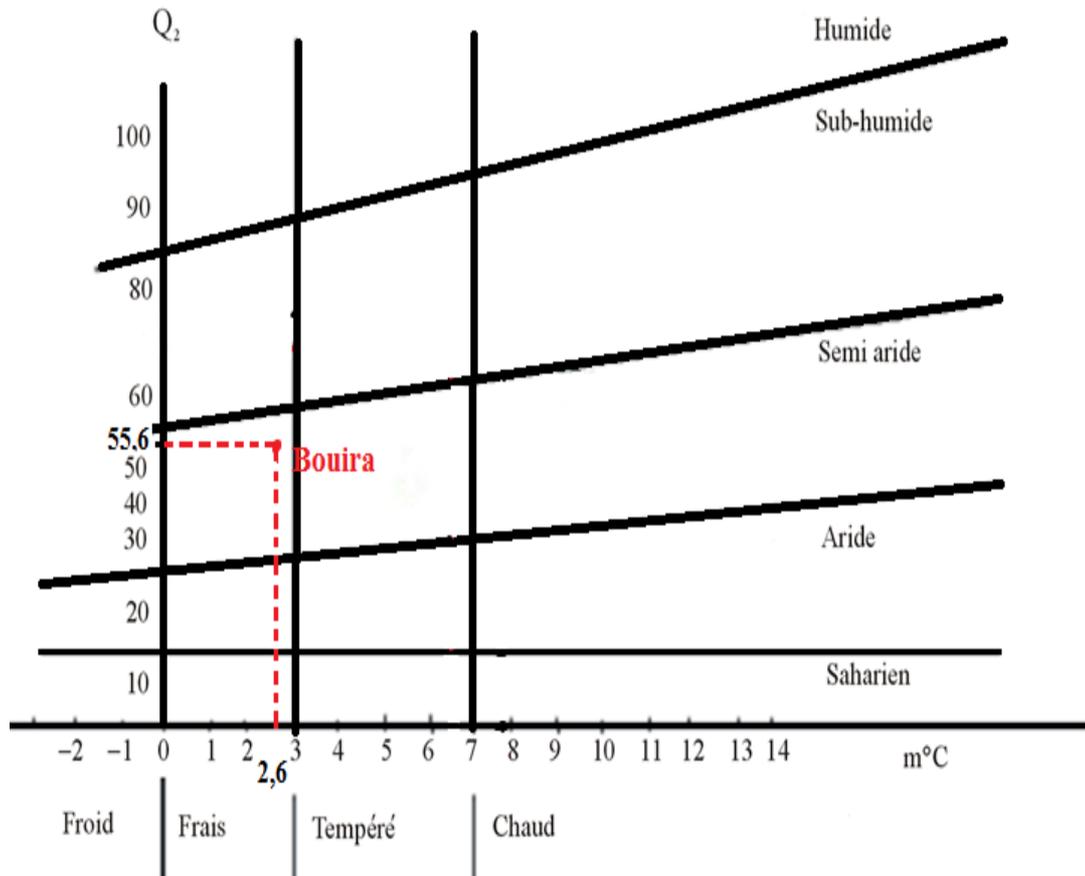


Figure 14 : Position de la région de Bouira dans le Climagramme d'Emberger pour la période 2005- 2015 (Original).

Selon le diagramme de Bagnouls et Gaussen de Bouira pour la période 2005-2015, la saison sèche et chaude s'étend sur cinq mois de mai à septembre, tandis que la période humide couvre 7 mois, allant d'octobre jusqu'à avril (Fig. 15).

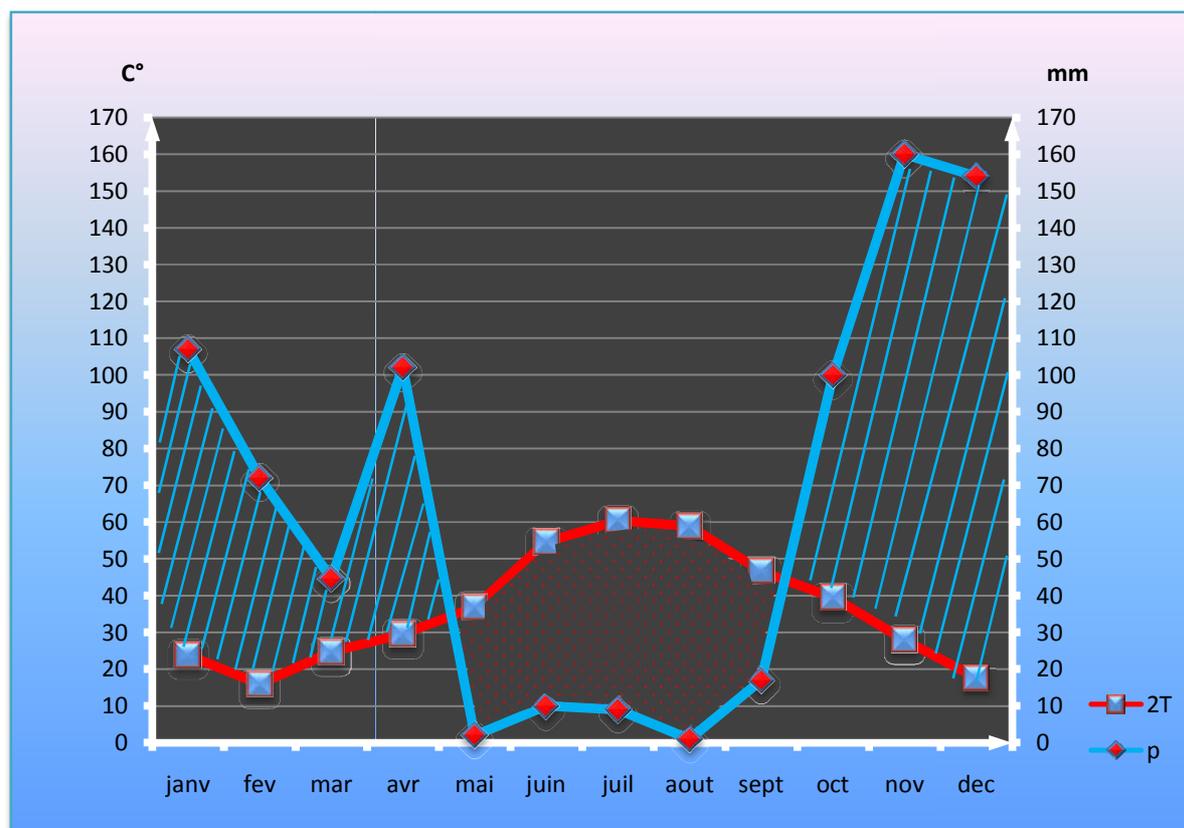


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la région de Bouira (2005/ 2015) (Original).

2. Prospection

La prospection est réalisée durant la période automnale (novembre) de l'année 2014 dans la région de Bouira. Elle couvre quatre sites choisis dans une zone de forte concentration de l'oléiculture, il s'agit de M'Chdellah, Ahnif, Al-Adjiba et Bechloul. Dans chaque site, nous avons retenu une oliveraie, soit un total de 4 vergers.

2.1. Présentation des sites d'étude

A M'Chdellah, l'oliveraie que nous avons retenue est située au sud-ouest du chef-lieu de la commune à une altitude de 350,562 m. Ses coordonnées géographiques sont : latitude 36.3713916, longitude 4.264102999999977. Le verger s'étend sur une superficie de 2 ha (Fig. 16). L'olivier dans cette commune couvre une superficie de 1500 ha de la superficie globale.

A Al-Adjiba, le verger localisé au nord-est du chef lieu de la commune couvre 2 ha de superficie et est situé à 364 m d'altitude. Ses coordonnées géographiques sont latitude 36.3749965, longitude 4.16161429999999965 (Fig. 17).

A Ahnif, l'olivieraie sujette de notre étude est d'une superficie de 1,7 ha et située à l'Ouest du chef-lieu de la commune et à 350,838 m d'altitude. Ses coordonnées sont : latitude 36.33934120363628, longitude 4.196886062272824 (Fig. 18).

A Bechloul, l'olivieraie est située à l'est de la commune à une altitude de 396,45m. Ses coordonnées géographiques sont : latitude 36.323257935281525, longitude 4.117674350563902 (Fig.19). Dans cette région l'olivier couvre une superficie de 640 ha, dont 1,8 ha fait l'objet de notre étude dans cette localité (Tab.08).

Tableau 08 : Importance de l'oléiculture dans les sites d'étude (DSASI, 2014).

Site	Bechloul	Al Adjiba	M'Chedellah	Ahnif
Superficie				
Superficie arboricole (ha)	737,50	545,50	1550,25	2860,00
Superficie oléicole (ha)	640,00	500,00	1500,00	2700,00
Superficie oléicole en (%)	86,77	91,65	96,75	94,40



Figure 16: Site d'étude à M'Chedellah.



Figure 17 : Site d'étude à El Adjiba.



Figure 18 : Site d'étude à Ahnif.



Figure 19 : Site d'étude à Bechloul.

2.2. Echantillonnage

La variété d'olivier sujette de notre étude est Chemelal ; cette dernière est caractérisée par de petits fruits et d'un poids moyen de 25 g. Elle est cultivée essentiellement en grande Kabylie et représente environ 40 % des oliviers cultivés en Algérie. Son rendement en huile varie en moyenne entre 18 et 22 %.

Dans chaque verger inspecté, 10 arbres sont choisis suivant les points cardinaux ; l'olivier étant au stade maturation des fruits. Sur chaque arbre, nous avons jugé utile d'effectuer un prélèvement de 400 olives mures qui sont prélevées au hasard sur l'ensemble de la frondaison à raison de 100 olives par direction cardinale. Les échantillons ainsi prélevés sont introduits séparément dans des sacs en papier kraft sur lequel nous avons noté : la date du prélèvement.

Précisons que le nombre d'échantillons récoltés est de 160 pour l'ensemble des vergers prospectés (Fig. 20).



Figure 20 : Echantillonnage d'olives (Original).

3. Méthodologie au laboratoire

Dans le but de la mise en évidence de l'impact de la mouche des olive sur le rendement et la qualité de l'huile ; le travail au laboratoire a porté sur plusieurs paramètres à savoir : l'estimation du taux d'infestation total, l'estimation du taux d'infestation en fonction du diamètre des olives, l'estimation des pertes due à la chute, l'estimation des pertes en pulpe, la mise en évidence de la flore fongique et l'analyse physico-chimique de l'huile produite.

3.1. Taux d'infestation global

Après examens des olives récoltées à l'aide d'une loupe binoculaires, le taux d'infestation total est estimé par le nombre d'olives échantillonnées présentant des piqûres et des orifices de sorties (piqûres fertiles), provoqués par le dernier stade larvaire de *Bactrocera oleae*.

3.2. Calcul du taux d'infestation en fonction de diamètre des olives

Afin de révéler l'influence du calibre des olives sur le taux d'infestation par la mouche des olives ; toutes les olives récoltées ont été groupées en trois classes de diamètre, mesurées à l'aide du pied à coulisse, à savoir :

- classe 1 : 0,4-0,7 cm ;
- classe 2 : 0,71-1,00 cm ;
- classe 3 : 1,01-1,6 cm.

3.3. Estimation de la perte du rendement due à la chute des fruits

Elle est estimée par comparaison du poids des olives sur dix arbres par verger, ayant des orifices de sortie ramassée au sol et du poids total des olives récoltées directement sur arbre à maturité.

La perte du rendement due à la chute est égale au poids des olives présentant des piqûres fertiles et ramassées au sol, déduit de la somme du poids des olives récoltées sur arbres et olives ramassées au sol présentant un trou de sortie.

$$P=P_1-P_2$$

P: perte ;

P₁: somme du poids des olives récoltées sur arbre et des olives ramassée au sol ;

P₂: poids des olives ramassées au sol présentant des piqûres fertiles dues à la mouche de l'olive.

3.4. Estimation des pertes en pulpes

L'évaluation de la perte en pulpe est effectuée par le choix des olives ayant des diamètres semblables. Ensuite, le poids moyen de la pulpe de 100 olives saines récoltés sur arbres à maturité est comparé au poids moyen de olives infestées présentant des orifices de sorties.

Poids moyen de la pulpe d'une olive = $(P_1 - P_2) / N$

- P_1 : poids des olives ;
- P_2 : poids des noyaux ;
- N : nombre des olives.

3.5. Analyse mycologique des olives échantillonnées

Dans le but de révéler la présence ou l'absence de mycoflore sur les olives récoltées ; ces dernières ont été séparées en trois : olives saines, olives présentant des piqures et olives avec orifices de sortie.

Les analyses sont effectuées au laboratoire de phytopathologie de la station régionale de la protection des végétaux (SRPV), à Draa Ben Kheda (Tizi-Ouzou).

Au laboratoire, l'opération d'isolement de la mycoflore est passée par plusieurs étapes à savoir : préparation du milieu de culture, désinfection superficielle des échantillons, découpage des olives, ensemencement, incubation, purification et indentification.

3.5.1. Préparation du milieu de culture

Le PDA est le milieu usuel de culture pour la plupart des champignons. Il contient de la pomme de terre (200 g), du sucre sous forme de dextrose (20 g), de la gélose (20 g) et de l'eau distillée (1000ml).

Les pommes de terre sont pelées, lavées et coupées en tranches minces. Elles sont cuites 15 à 20 mn dans 200 ml d'eau distillée, puis filtrées sur une mousseline et pressées. Le glucose et la gélose sont ajoutés au filtrat, lequel est complété à 1000 ml.

3.5.2. Désinfection

Les zones altérées contiennent non seulement l'agent parasite primaire, mais également des saprophytes qui peuvent compliquer l'isolement. Il faudra alors procéder à une désinfection préalable pour éliminer la microflore saprophyte de la surface du végétal. Le choix du

désinfectant, sa concentration et la durée de son action doivent être définis pour chaque cas (Rapilly, 1968 ; Lepoivre, 2003).

Les olives sont ainsi récoltées et triées en trois classes :

- olives saines ;
- olives piquées par la mouche des olives ;
- olives présentant des orifices des asticots de la mouche des olives.

L'ensemble des olives ont subi une désinfection avec l'hypochlorite de sodium à une concentration de 5 %.

Cette opération est suivie par un rinçage des olives à l'eau distillée stérilisée, 4 fois (5 mn). Elles sont ensuite séchées entre deux disques de papier buvard stérilisés.

3.5.3. Incubation

Les olives ainsi désinfectées et découpées en deux sont transférées aseptiquement dans des boîtes de Petri contenant le milieu nutritif (PDA), à raison de quatre fragments d'olives par boîte.

Les boîtesensemencées sont placées dans une étuve obscure à la température de 24°C (Fig., 21).



Figure 21 : Détermination de mycoflores à partir des olives récoltées (Original).

3.5.4. Purification

Afin de faciliter l'identification, les colonies fongiques qui se sont développées sont repiquées en boîtes de Petri, en prélevant des fragments mycéliens à la marge de la colonie fongique.

Les boîtes ainsiensemencées sont incubées à la température de 24 °C.

3.5.5. Identification

L'identification des espèces fongiques isolées est basée sur des critères morphologiques :

- ***Aspect macroscopique :***
 - aspect du mycélium ;
 - couleur de la colonie fongique ;
 - type de fructification du champignon ;
 - taille et odeur des colonies.
- ***Aspect microscopique :***
 - présence ou absence des conidiophores ;
 - forme des conidiophores ;
 - forme des conidies ;
 - taille des conidies ;
 - mode d'insertion des conidies sur les conidiophores.
 - formes de conservation présente. Exemple : chlamydospores.

4. Extraction de l'huile d'olive

L'huile d'olive est extraite à l'aide d'un oléodoseur au laboratoire d'oléotechnie de l'Institut Technique des arbres Fruitier et de la vigne de Sidi-Aich (Bejaïa).

L'extraction est passée par quatre étapes à savoir : le lavage ; le broyage ; le malaxage et la centrifugation (Fig. 22).

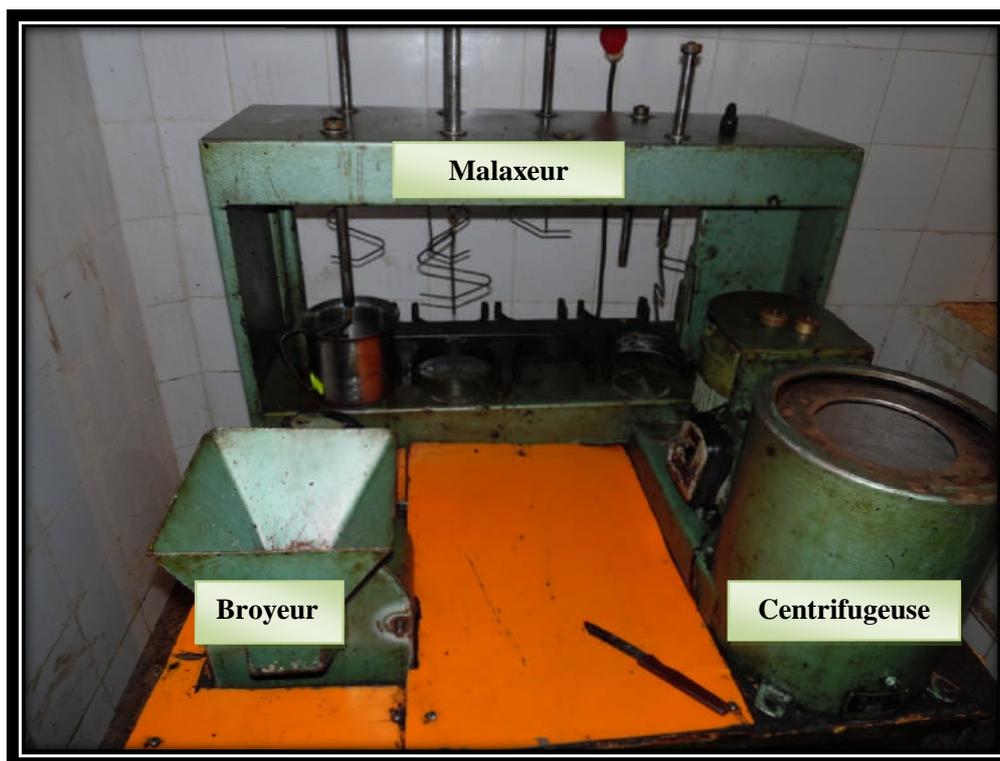


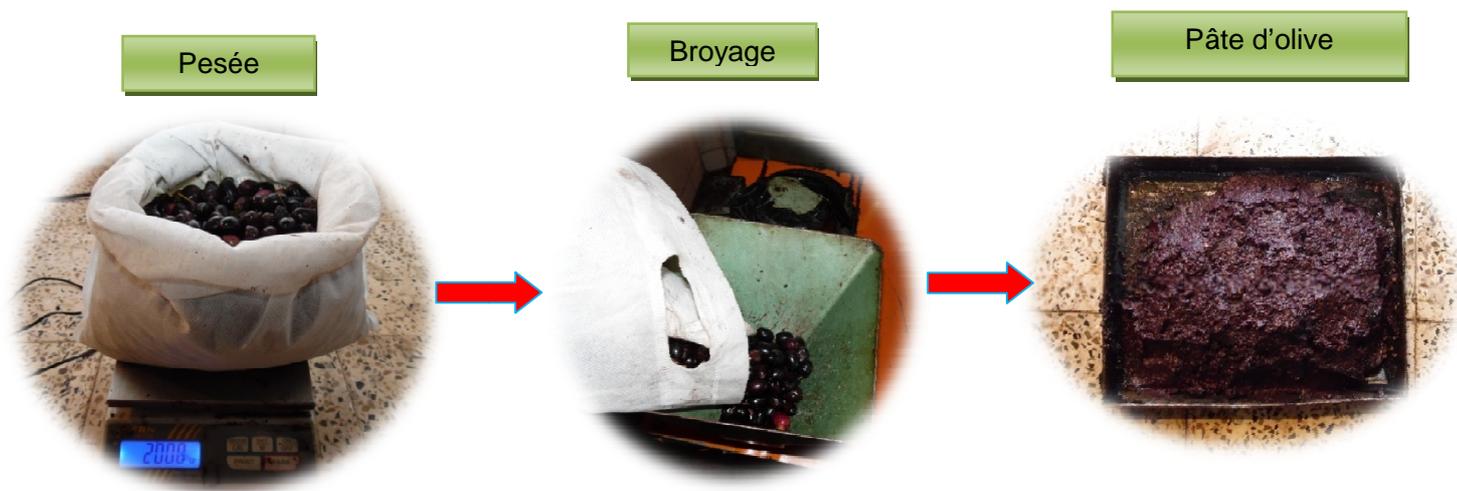
Figure 22 : Oléodoseur (Original).

4.1. Lavage

Le lavage a pour but de débarrasser les olives de toutes impuretés, qu'elles soient d'origine végétale (feuilles, brindilles) ou poussière, afin d'éviter l'influence de ces dernières sur la qualité organoleptique de l'huile d'olive.

4.2. Broyage

Cette opération est réalisée à l'aide d'un broyeur rotatif. La libération de l'huile des tissus végétaux commence par le broyage des olives. Cette opération a pour but de dilacérer les cellules de la pulpe et de faire sortir les gouttelettes d'huile de la cavité centrale (vacuole), de manière à ce qu'elles puissent se réunir et former des gouttes aux dimensions plus grandes qui soient, en mesure de se séparer des autres phases (liquides et solides) de la pâte. Ainsi, les olives sont broyées de façon à ce que la pulpe soit complètement désagrégée et les noyaux cassés (Fig. 23).



Figures 23 : Broyage des olives (Original).

4.3. Malaxage

Le malaxage est une opération fondamentale pour augmenter le rendement à l'extraction. Il a pour but de favoriser l'agrégation des gouttelettes d'huiles de manière à en former de plus grosses. Dans notre étude, le malaxage est réalisé par pieds rotatifs pendant 30 minutes (Fig. 24).



Figure 24 : Opération de malaxage de la pâte d'olive (Original).

4.4. Centrifugation et récupération de l'huile d'olive

Après le malaxage, la pâte d'olive ainsi obtenu est mise dans une centrifugeuse à une vitesse de 3000 tours/minutes ce qui permettra de récupérer de l'huile pure (Fig. 25).



Figure 25 : Extraction de l'huile d'olive par un oléodoseur (Original).

4.5. Rendement en huile d'olive

Nous avons réalisé une extraction à partir de 2 kg de pâte d'olive obtenue par le broyage. Après malaxage et centrifugation, l'huile de chaque échantillon est récupéré directement dans des récipients de mesure qui permettent de déterminer la teneur en huile pour chaque groupe d'échantillons (Fig. 26).



Figure 26 : Calcul de rendement en huile d'olive (Original).

5. Analyse physicochimiques de l'huile d'olives

5.1. Analyse physique

5.1.1. Teneur en humidité

La teneur en eau et en matière volatile est déterminée par la mesure de la perte en masse de l'échantillon chauffé à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 1 heure ce qui permettra l'élimination totale de l'eau.

Le pourcentage d'humidité est calculé selon le mode opératoire suivant :

- Régler l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$;
- Peser un bécher à vide après l'avoir lavé et séché ;
- Peser 5 g d'huile d'olive dans ce bécher ;
- Introduire l'huile d'olive pesée dans l'étuve pendant une heure ;
- Refroidir l'ensemble (bécher + huile) dans un dessiccateur;
- Peser l'ensemble (bécher + huile) (Fig. 27).

La teneur en humidité est exprimée en pourcentage en masse égale :

$$H\% = \frac{m1 - m2}{m1 - m0}$$

Où :

$m0$: masse en gramme du bécher

$m1$: masse en gramme du bécher et de la prise d'essai

$m2$: masse en gramme du bécher et du résidu de la prise d'essai après chauffage.



Figure 27 : Détermination du taux d'humidité dans les huiles récoltées (Original).

5.1.2. Absorption dans l'UV à 232 nm et 270 nm

Les produits d'oxydation des acides gras insaturés absorbent à des longueurs d'ondes différentes :

Les produits primaires d'oxydation (diènes conjuguées) des acides gras absorbent dans l'UV à 232 nm. Les produits secondaires d'oxydation tels les Aldéhydes et les Cétones (triènes conjuguées) absorbent dans l'UV à 270 nm.

La mesure de l'absorbance à ces deux longueurs d'ondes d'un échantillon d'huile sera réalisée après sa solubilisation dans l'hexane.

Afin de déterminer l'absorbance de l'huile d'olive aux ultraviolets nous avons adopté le mode opératoire suivant :

- Dissoudre 0,1 g d'huile dans d'hexane pur ;
- Régler le spectrophotomètre à 232 nm et à 270 nm ;
- introduire les cuves à spectrophotomètre remplies par l'essai à blanc (hexane pur) puis par les échantillons préparés un par un (Fig.28).

Le calcul de l'absorbance se fait selon la formule suivante :

$$E_{1cm}^{1\%} = \frac{A(\lambda)}{C \times D}$$

Où :

- $E_{1cm}^{1\%}$: extinction spécifique à la longueur d'onde ;
- $A(\lambda)$: densité optique à longueur d'onde λ ;
- C : concentration de la solution à analyser (g/100ml) ;
- D : épaisseur de la cuve en cm.

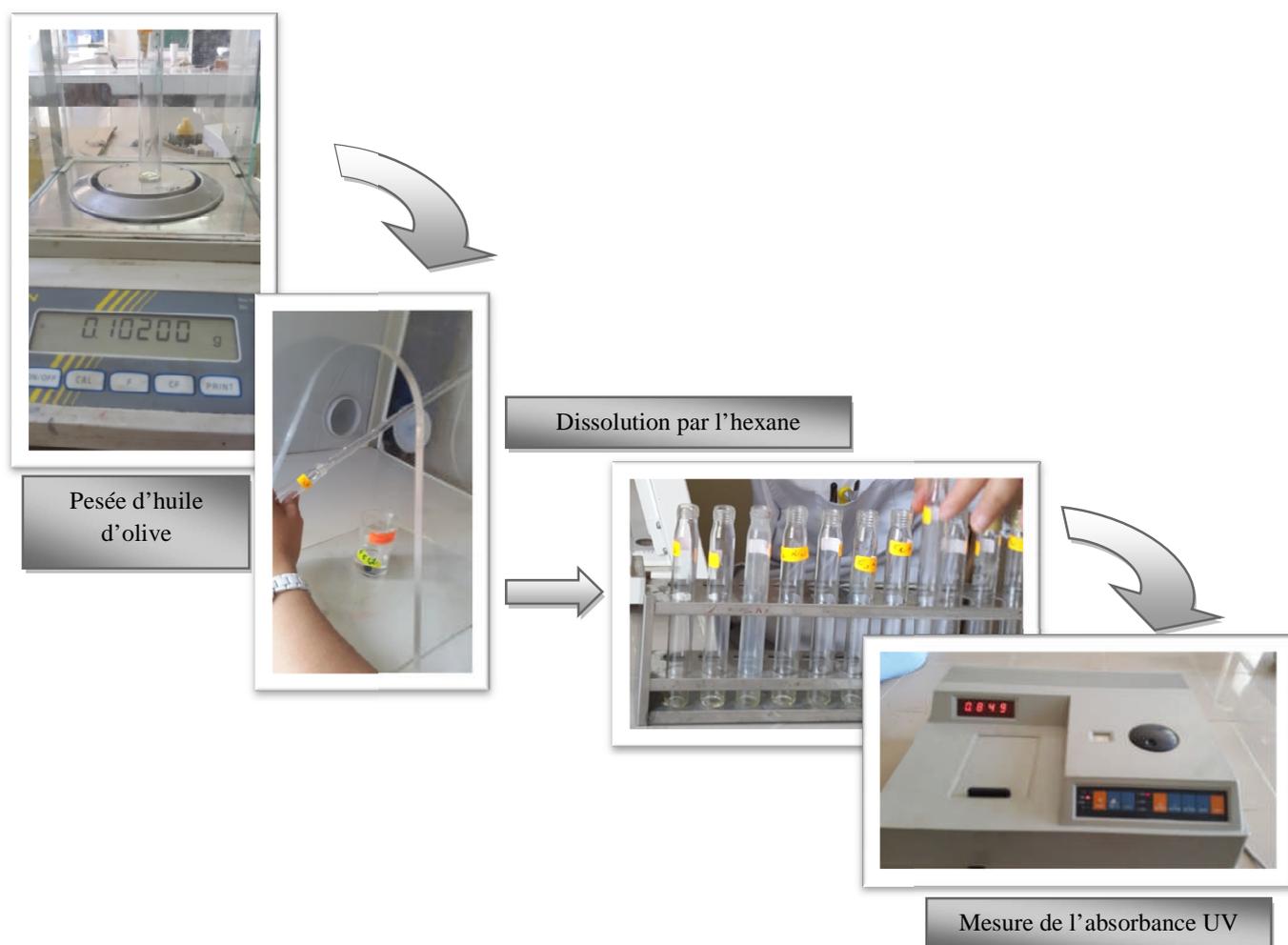


Figure 28 : Calcul de l'absorbance en UV de l'huile d'olive (Original).

5.2. Analyse chimique de l'huile d'olive

5.2.1. Acidité

L'indice d'acidité est un indicateur qui permet d'évaluer l'altération de la matière grasse, consécutive à de mauvais traitements ou une mauvaise conservation. Il est exprimé en pourcentage (%) d'acide oléique et est mesuré par la quantité de potasse (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides gras libres contenus dans un gramme de corps gras.

Dans notre expérimentation, le calcul de l'indice d'acidité est passé par les étapes suivantes :

- Dans un Erlen Meyer 1, mettre 25 ml d'éthanol et 0,5 ml de phénolphthaléine, porté à ébullition ;
- A température plus élevée, neutraliser avec précaution tout en agitant l'Erlen Meyer avec la solution 0,1 mol/l de KOH jusqu'à apparition d'une coloration rose persistante pendant au moins 10 secondes ;
- Peser 2,5 g d'huile d'olive à mettre dans un Erlen Meyer ;
- Rajouter l'éthanol neutralisé (contenu dans l'Erlen Meyer) et mélangé soigneusement ;
- Porter le contenu à ébullition et titré avec le KOH, en agitant vigoureusement le contenu pendant le titrage ;
- Arrêter le titrage quand la coloration rose persiste pendant au moins 10 secondes ;
- Noter la chute de burette ; volume de KOH (Fig. 29).

Expression des résultats

$$\text{Acidité(\%)} = \frac{N \times V \times M}{10m}$$

N: normalité de KOH ;

V: volume en ml de la chute dans la burette ;

M : poids moléculaire de l'acide oléique (282g/mole) ;

m : la masse en gramme de la prise d'essai.

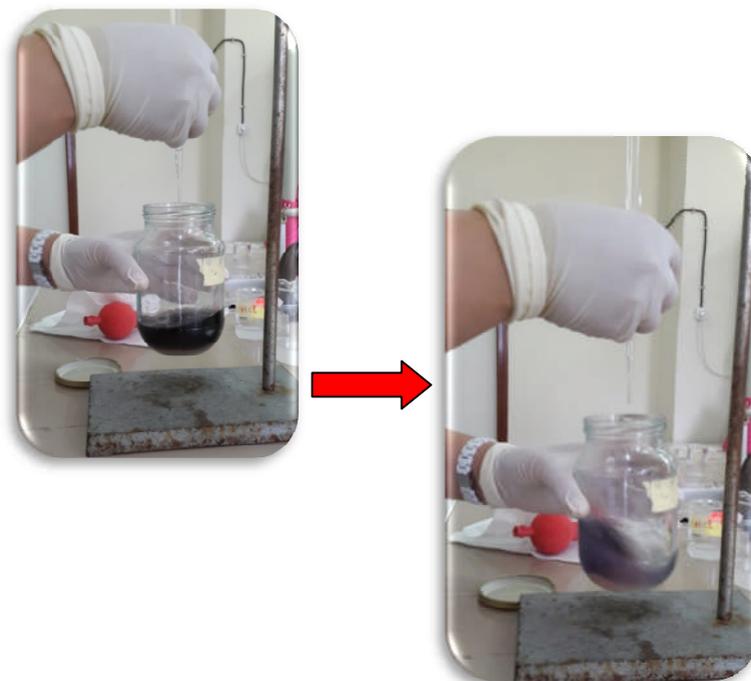


Figure 29 : Calcul d'acidité de l'huile d'olive (Original).

5.2.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de microgramme d'oxygène actif dans la matière grasse. Il est déterminé conformément à la norme AFNOR NF60-220 de 1968 dont le principe est le suivant :

- Peser 2 g d'huile d'olive dans un ballon ;
- Ajouter 10 ml de chloroforme ; puis 15 ml d'acide acétique ;
- Additionner 1 ml d'iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée et préparée juste avant son emploi (0,5 g/1ml),
- Boucher aussitôt le ballon ;
- Agiter le mélange pendant 1mn, le laisser à l'abri de la lumière pendant 5 minutes ;
- Ajouter 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon à 1%, la coloration bleu noirâtre apparaît ;
- Titrer l'iode libéré jusqu'à la décoloration complète avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,01N, soit V ce volume ;
- Faire, en parallèle, un essai à blanc sans matière grasse.

À noter que l'indice de peroxyde I_p est calculé par la formule suivante :

$$I_p(\text{meqd}'O_2/\text{kg}) = \frac{(V - V_0) \times N}{P} \times 10^3$$

I_p : indice de peroxyde ;

V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai ;

V_0 : volume de thiosulfate de sodium (0,01N) ;

P : poids en gramme de la prise d'essai utilisé. ;

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01).

5.2.3. Teneur en caroténoïdes

Les caroténoïdes sont, avec la chlorophylle et les anthocyanes, les pigments les plus répandus dans la nature. Le dosage des caroténoïdes passe par les étapes suivantes :

- peser 7,5g d'huile d'olive ;
- Ajouter 25ml de cyclohexane ;
- Mesurer l'absorbance à 470nm.

Expression des résultats

$$\text{Caroténoïdes (mg/Kg)} = A740 \times 10^6 / 2000 \times 100 \times d$$

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée ;

d : épaisseur de la cuve en cm.

5.2.4. Détermination de la chlorophylle

Le dosage de la chlorophylle passe par les étapes suivantes :

- Peser 7,5 g d'huile d'olive ;
- Ajouter 25 ml de cyclohexane ;
- Mesurer l'absorbance à 670nm.

Expression des résultats

$$\text{Chlorophylle (mg /Kg)} = A670 \times 10^6 / 613 \times 100 \times d$$

5.2.5. Indice de saponification (IS)

D'après Benabid (2009), l'indice de saponification c'est le nombre de milligrammes de KOH nécessaires pour transformer en savon les acides gras libres et les glycérides contenues dans 1 gramme d'huile. Cet indice nous renseigne sur la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras.

Le calcul de l'indice de saponification est fait selon le principe suivant :

- Peser 2g d'huile dans un ballon à col rodé ;
- Ajouter 25 ml de potasse alcoolique (KOH) à 0,5 N ;
- Porter à ébullition sous réfrigérant à reflux (avec un régulateur d'ébullition), pendant une heure, en agitant de temps à temps;
- Titrer à chaud l'excès d'alcalis de KOH avec l'acide chlorhydrique Hcl (0,5N) en présence de phénolphaléine jusqu'à la décoloration
- Effectuer l'essai à blanc dans les mêmes conditions.

L'indice de saponification est calculé par la formule suivante :

$$Is(\text{mg /g}) = \frac{(v_0 - v_1) \times E_g \text{ KOH}}{P}$$

V₀: volume en ml de HCL utilisé pour l'essai à blanc;

V₁: volume en ml de HCL utilisé pour titrage de la prise d'essai ;

N: normalité de HCL (0 ,5) ;

E_g KOH: équivalent gramme de KOH (56,1g /MOL) ;

P: poids en gramme de la prise d'essai.

5.2.6. Indice d'iode

Pour le dosage de l'indice d'iode nous avons procédé aux étapes suivantes :

- Introduire 0,2 g d'huile d'olive dans un flacon de 300-500ml bouché ;
- Ajouter 25ml de réactif de wijs, agiter et placer le flacon à l'obscurité pendant 1heure puis, ajouter 20ml de KI à10% puis 150ml de I ED ;
- Agiter la solution et titrer avec thiosulfate de sodium (0 ,1N) en présence de quelque goutte d'emplois d'amidon ;
- Faire un essai à blanc.

Expression des résultats

$$I_i = \frac{(V_0 - V) \times N \times 12,69 \text{ g d'iode}}{p}$$

V_0 : volume en ml de la solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé pour l'essai à blanc ;

V : volume en ml de la solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé (titration) ;

P : poids en gramme de la prise d'essai ;

N : normalité de thiosulfate (0,1).

5.2.7. Composés phénoliques

Le dosage des composés phénolique est basé sur le principe de la réduction du réactif folin-ciocalteu par les polyphénols en milieu alcalin. Il se traduit par le développement d'une coloration bleu. La lecture de la densité optique vers 725 nm permet de déterminer la concentration des polyphénols en se référant à une courbe étalonne obtenue à partir de concentrations connues d'un polyphénol de référence (acide gallique).

Expression des résultats

La teneur en polyphénols est exprimée en mg d'acide gallique par kg d'huile d'olive.



Résultats et Discussions

1. Niveaux d'infestation par *B. oleae* dans les stations prospectées à Bouira

1.1. Evaluation du taux d'infestation global

Les conditions climatiques qui ont sévi au cours de cette campagne notamment durant les mois allant d'avril à Aout 2014, ont été caractérisées par un temps chaud et ensoleillé avec des pics de températures de 45 °C. Ces conditions ont été favorables au développement de certaines maladies fongiques notamment la tavelure et la cercosporiose sur l'olivier, ainsi que l'activité de certains ravageurs comme la teigne. L'olivier a également profité de la hausse des températures survenues durant l'été pour échapper aux piqûres de la mouche de l'olive, dont l'activité a été ralentie par les fortes chaleurs et la diminution du calibre des fruits sous l'action de la sécheresse. Toutefois, il en demeure que des attaques de *Bactrocera oleae* ont été enregistrées, affectant ainsi la production d'olives qualitativement et quantitativement.

L'évaluation des taux moyens des olives infestées au niveau des zones prospectées dans la wilaya de Bouira (Fig. 30), a montré un taux total très élevé atteignant 61 %, dont 35,5 % sont des olives piquées, 25,7 % sont des olives avec orifice de sortie alors que la fraction saine ne représente que 38,8 %.

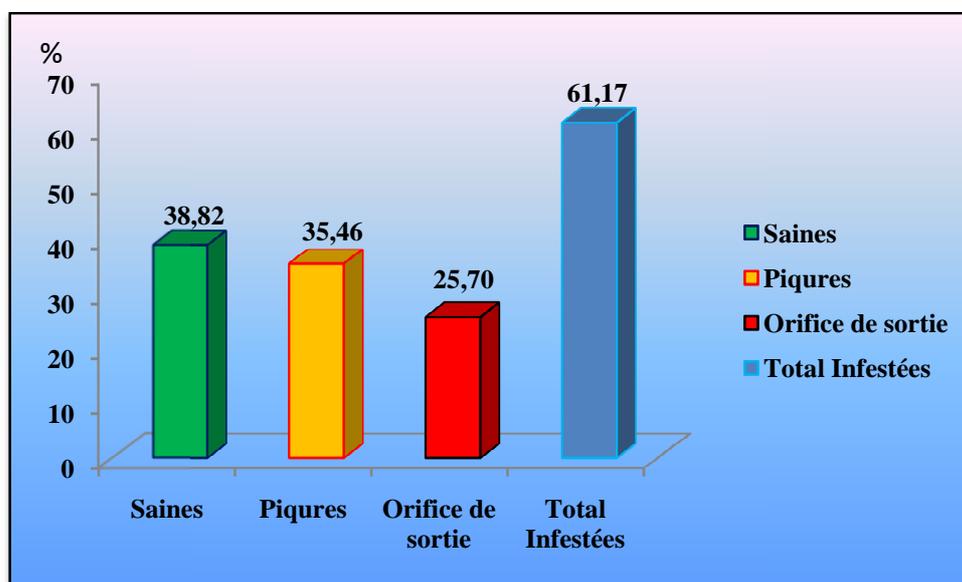


Figure 30 : Taux moyen total des olives saines, piquées et avec orifice de sortie au niveau des sites étudiés dans la wilaya de Bouira.

1.2. Evaluation du taux d'infestation global en fonction du calibre des fruits

L'estimation des taux moyens d'infestation en fonction de trois classes de calibre d'olives (C1 : 0,4-0,7 cm ; C2 : 0,71-1 cm ; C3 : 1,01-1,6 cm) a révélé des niveaux d'infestation voisins pour le calibre C2 et C3 qui sont respectivement de 25 et 26,62 %. Alors qu'au niveau de C1 le taux d'infestation est faible et n'est représenté que par 9,5 %.

Ces résultats démontrent la présence d'un comportement de sélection lors de la ponte chez la mouche de l'olive qui sélectionne les calibres d'olives supérieurs à 0,7 cm (Fig. 31).

Le dénombrement des olives infestées montre que le taux d'émergence des adultes de *Bactrocera oleae* augmente avec l'augmentation de la taille du fruit. En effet, les résultats de notre investigation montrent un faible pourcentage de fruits avec des piqûres fertiles au niveau du C1 (1,59 %), suivi par les fruits de taille C2 avec une fraction de 9,54 %. Par ailleurs, le taux le plus élevé de piqûres fertiles est noté dans la classe de diamètre C3 avec 18,81 % (Fig. 31). Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus par Mraïcha et Ksantini (2011) en Tunisie, qui ont montré que toutes les variétés d'olives de table infestées ont un gros calibre. Ainsi, la variété Meski qui présente le plus gros diamètre est la plus infestée, suivi de la Manzanille et enfin la Picholine.

Toutefois, les variétés à l'huile sont moins réceptives à la mouche de l'olive vu leurs dimension de moins de 9 mm, cas de la variété Chetoui avec une dimension de 7 mm et de la variété Koroniki et Chemlali avec un diamètre inférieur ou égale à 7 mm (Mraïcha et Ksantini, 2011).

Ce résultat s'explique par le fait que les larves trouvent suffisamment de nutriments pour leur développement dans les fruits à gros calibre contenant plus de pulpe, pouvant les nourrir durant tout leur cycle de développement larvaire jusqu'à la formation de la puppe.

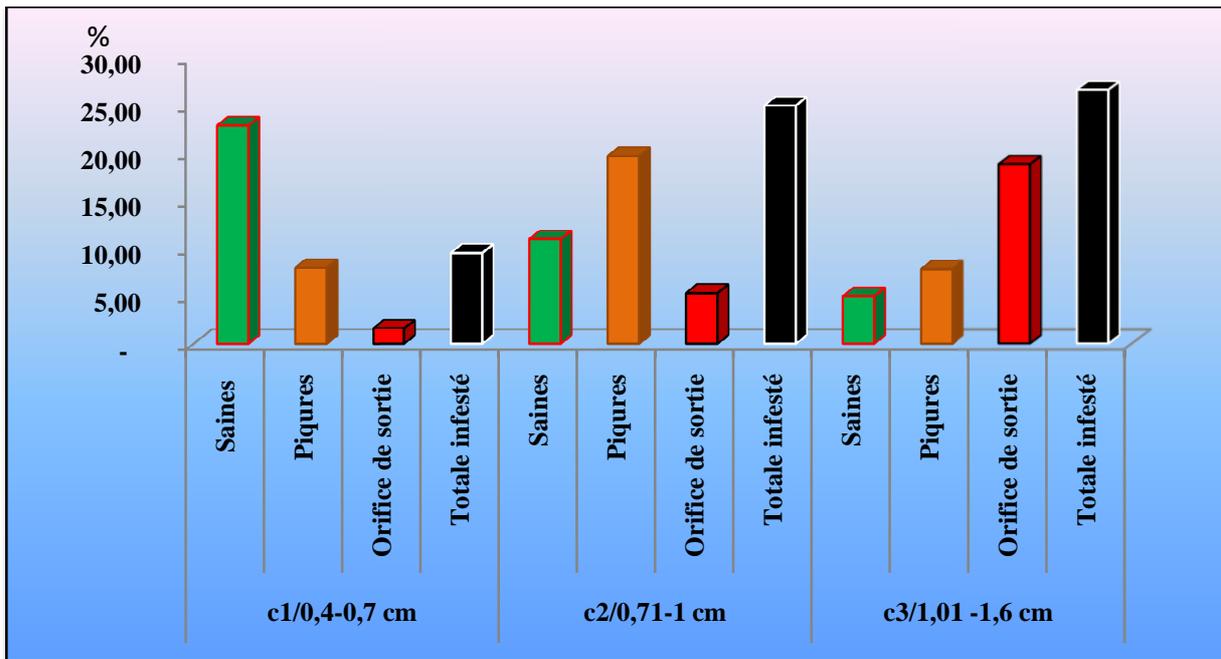


Figure 31: Taux moyen total des olives saines et infestées (piquées et avec orifice de sortie) en fonction de la taille du fruit au niveau des sites étudiés dans la wilaya de Bouira.

1.3. Evaluation du taux d'infestation des olives par station

L'étude détaillée par station des taux d'infestation, représentés dans la figure 32, nous a permis de noter que la station de Bechloul a enregistré le taux le plus élevé avec 77,12 %, un taux supérieur à la moyenne totale de la zone d'étude, suivi par la station d'Ahnif avec 61,93 %, un pourcentage légèrement supérieur à celui enregistré à M'Chedalah (59,43 %). La plus faible infestation est enregistrée au niveau d'Al-Adjiba (46,18 %).

Habituellement, la proximité des oueds et des cours d'eau augmentent le taux d'humidité et diminuent la température dans les oliveraies, créant des microclimats adéquats pour l'accomplissement du cycle biologique et la prolifération de la mouche des olives. C'est le cas de la station de Bechloul et où l'installation du microclimat perdure dans le temps, de la fructification des olives jusqu'à la maturation des fruits.

En outre, l'absence des travaux culturaux comme la taille, les labours, le désherbage et les traitements phytosanitaires contribuent à la pérennité de la mouche des olives au fil des années.

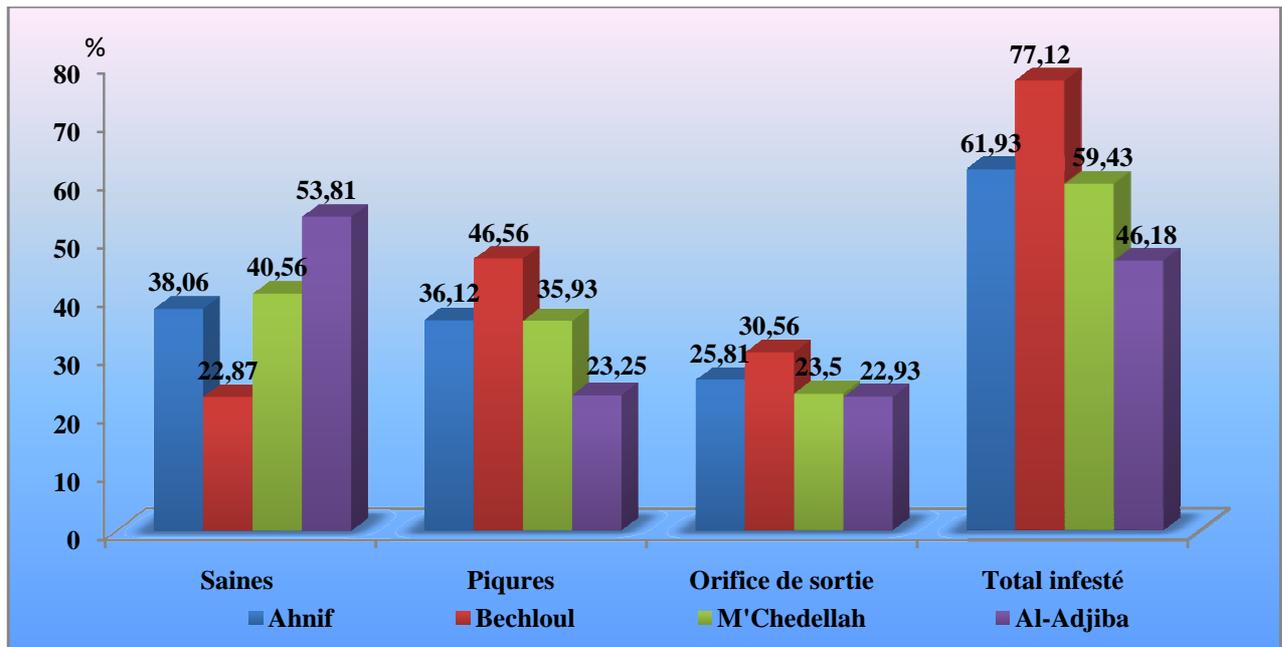


Figure 32 : Taux moyen total des olives saines et infestées aux niveaux des stations prospectées à Bouira.

2. Estimation des pertes dues à la chute des fruits

D'après Bonnemaïson (1962), les asticots de *Bactrocera oleae* provoquent tous des dégâts. Les larves de la 2^{ème} génération se développent à l'intérieur du fruit en se nourrissant de la drupe et l'émergence des larves âgées s'effectue par un orifice percé au point d'insertion du pédoncule. Ceci provoque une chute massive et prématurée des olives en automne causant une perte estimée entre 75 et 100 % de la production.

Par ailleurs, la quantification des dégâts dus aux attaques de la mouche de l'olive, au niveau des différentes stations prospectées, a révélé des pertes allant de 17,42 % à M'Chedellah à 20,20 % à Al-Adjiba, avec une moyenne de 18,85 % aux niveaux de toutes les stations. Ce taux faible de perte peut être justifié par les conditions climatiques défavorables au développement de la mouche des olives, car la région a connue une longue période de sécheresse de mars 2014 à janvier 2015 (Fig. 33).

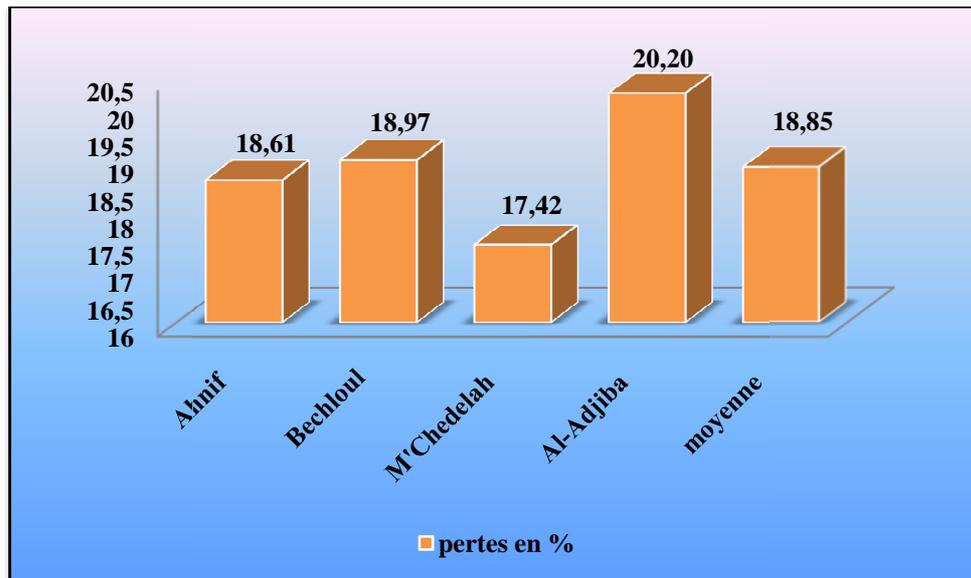


Figure 33 : Pertes d’olives par chute dues aux attaques de *Bactrocera oleae* dans les sites prospectés dans la wilaya de Bouira.

3. Evaluation des pertes en pulpe

Les pertes en pulpes ont été estimées à partir du poids de 100 d’olives. Le poids moyen de 100 olives saines est de 220,6 g et le poids moyen de 100 olives infestées (avec orifices de sortie) est de 212,2 g, ce qui nous donne une perte de l’ordre de 8,4 g par 100 olives, soit une perte de 4,8 % du poids total de la pulpe. Une perte occasionnée par la consommation de la pulpe par les larves de *B. oleae* (Fig. 34).

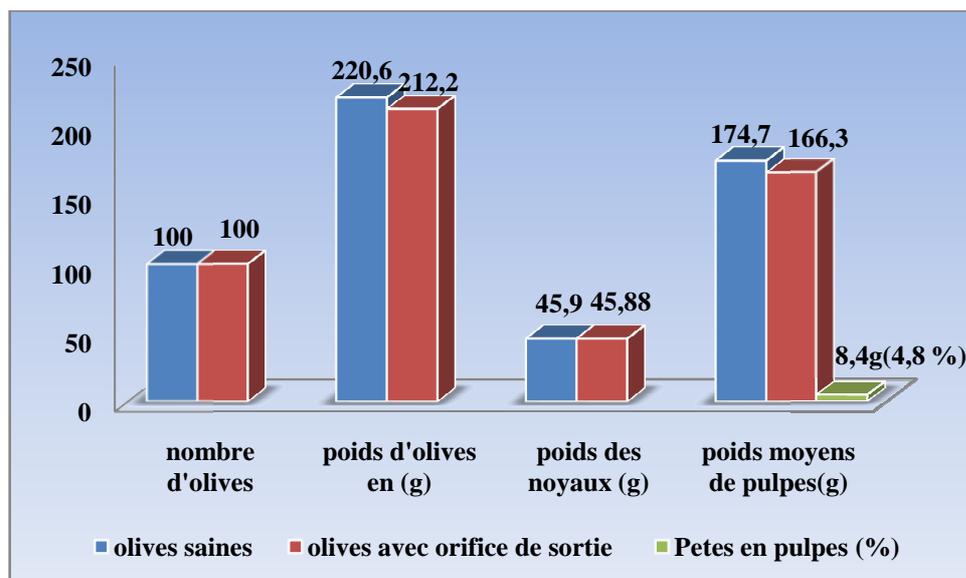


Figure 34 : Pertes moyennes en pulpe, de 100 olives, causées par la mouche des olives.

4. Analyse mycologiques des olives échantillonnées

L'analyse mycologique des olives récoltés a révélé la présence de champignons saprophytes. Il s'agit de l'*Alternaria solani* et *Alternaria alternata*, isolées à partir d'olives présentant des orifices de sortie. A signaler, que les olives saines n'ont pas été contaminées par ces champignons. L'isolement de l'*Alternaria solani* s'est donc effectué à partir d'olives présentant des piquées stériles (Fig. 35 et 36).

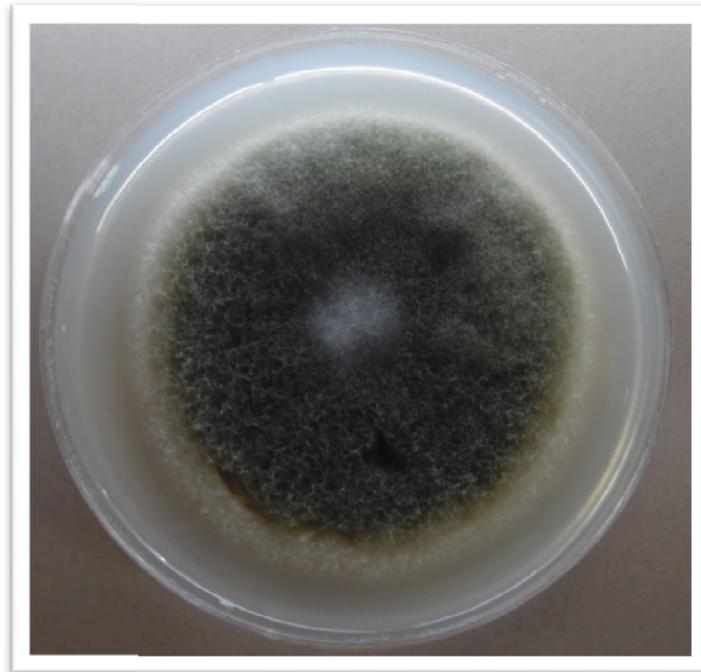


Figure 35 : Aspect macroscopique de l'*Alternaria alternata* (Original).

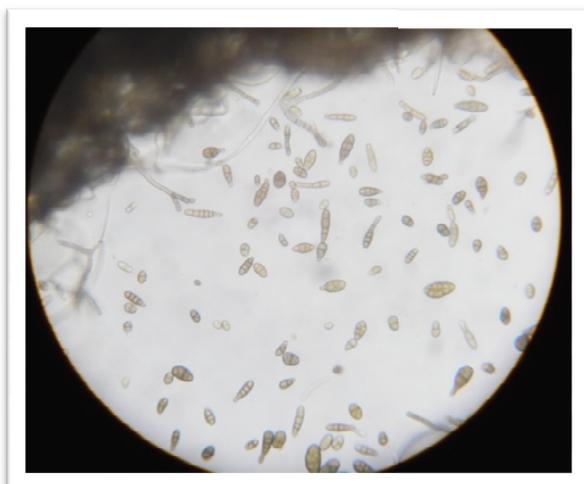


Figure 36 : Aspect microscopique de l'*Alternaria alternata*
A : conidiophore B : Condies (Original).

L'*Alternaria alternata* présente des colonies de couleur brune à noire. Les conidiophores sont solitaires ou forment de petits groupes, simples ou ramifiés, droits ou flexibles, souvent géniculés, de couleur olivâtre à brun doré. Les conidies se forment en longueur, souvent branchées en chaîne jusqu'à 10 conidies par chaîne. Elles sont ovoïdes ou elliptiques, de couleur pale à brun doré, lisses ou verruculeuses, avec 8 cloisons transversales, généralement longitudinales ou obliques et mesurent 14,98 – 23,31 µm x 6,66 – 11,65 µm (Kachkouch et al., 2012).

Le champignon *Alternaria solani* est constitué par des conidies de forme elliptiques, oblongues ou en forme de gourdin. Elles sont de couleur sombre, cloisonnées transversalement mais souvent sans parois cellulaires longitudinales. A leur extrémité se situe une longue cellule terminale. Les conidies mesurent 15 à 20 µm de largeur sur 150 à 300 µm de longueur (Sawyer, 1987).

D'après Bensadat (2014), plusieurs travaux ont été publiés sur les toxines produites par les champignons du genre *Alternaria* ; il s'agit des travaux de Chelkowski et Visconti (1992) ; Visconti et Sabilia (1994) ; Panigrahi (1997) ; Bottalico et Logrieco (1998) et de Scott (2001) et (2004).

L'*Alternaria alternata* produit un certain nombre de mycotoxines, dont l'alternariol, l'éther alternariol monométhyle, l'altétoxine I et l'acide tenuazonique. L'alternariol, le monométhyle ether et le tenuazonique acid ont été fréquemment détectés dans les pommes, le jus de pomme, les mandarines, les olives, le poivre, les tomates, le jus de tomate, le colza, les graines de tournesol, le sorgho et le blé (Scott, 2001) ; et les huiles comestibles : l'huile d'olive, l'huile de colza, l'huile de sésame et l'huile de tournesol (Kocher, 2007).

D'après Ostry (2008), l'exposition à des toxines secrétées par l'*Alternaria* a été liée à une variété d'effets néfastes sur la santé.

Des essais aux laboratoires ont montré que l'*Alternaria* est toxique pour les volailles et les rats (Sauer et al., 1978), et pour les embryons de poulet (Griffin et Chu, 1983). Pero et al. (1973 b) ont démontré, in vitro, la toxicité de l'*Alternaria* sur les cellules humaines.

Combina et al. (1999) ont montré que des lésions rénales chez les rats ont été produites après consommation pendant 28 jours d'une alimentation contaminée par *A. alternata*. Liu et al. (1992) ont conclu que les mycotoxines produites par *Alternaria alternata* jouent un rôle important dans l'étiologie du cancer.

5. Evaluation quantitative des huiles extraites

L'extraction d'huile à partir de 2 kg d'olives saines, piquées et avec orifice de sortie, a abouti aux résultats de la figure 34 qui indique le rendement en huile. Cependant, le rendement le plus élevé a été obtenu par l'extraction d'olives saines (0,395 kg d'huile pour 2 kg d'olives), suivi par un taux de 0,393 kg d'huile extraite à partir d'olives piquées, affichant ainsi une différence non significative de 0,002 kg (soit 0,5%). Le rendement en huile des olives avec orifice de sortie (0,379 kg) montre, quant à lui, une perte de 0,016 kg, soit un taux de réduction de 4,05 % par rapport aux résultats précédents (Fig. 37).

Nos résultats se concordent avec les déclarations de Delrio (1979), Arambourg (1986) et Ochando et Reyes (2000), disant qu'il y a trois types de dégâts chez les olives destinées à l'huilerie : la chute avant la récolte des fruits attaquée, la destruction directe de la pulpe par les larves, et la diminution du rendement de l'huile provenant des fruits attaqués.

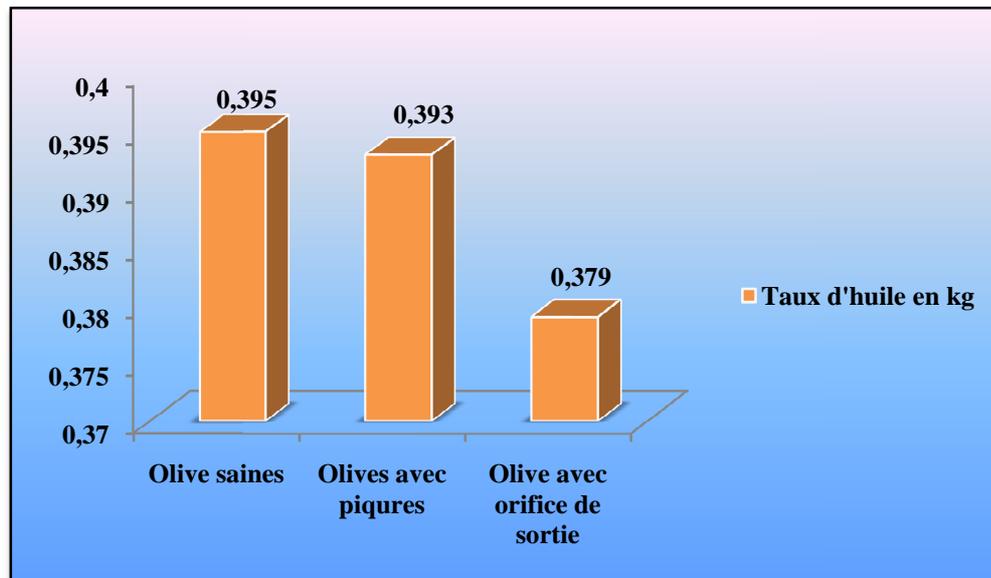


Figure 37 : Production moyenne en l'huile extraite par 2 kg d'olives.

6. Evaluation qualitative des huiles extraites

Cette étape consiste à l'analyse physicochimique des huiles issues d'olives saines, d'olives piquées, d'olives présentant des orifices de sortie ainsi que l'huile originaire des vergers prospectés.

A savoir :

- **E1** : l'huile d'olive issue d'olives saines ;
- **E2** : l'huile d'olive issue d'olives piquées ;
- **E3** : l'huile d'olive issue d'olives avec orifices de sorties ;
- **V1** : l'huile d'olive issue du verger prospecté à Al-Adjiba ;
- **V2** : l'huile d'olive issue du verger prospecté à M'Chedellah ;
- **V3** : l'huile d'olive issue du verger prospecté à Ahnif ;
- **V4** : l'huile d'olive issue du verger prospecté à Bechloul.

Remarques : les huiles issues de différentes stations sont extraites à partir d'olives mélangées (saines, piquées et avec orifices de sortie).

6.1. Analyse physique

6.1.1.1. Humidité

Une humidité élevée dans l'huile d'olive est indésirable, car elle peut provoquer une hydrolyse des triglycérides conduisant à la libération d'acides gras libres qui sont dix fois plus sensibles à l'oxydation que lorsqu'ils sont sous formes liés (Sekour, 2012).

Le niveau d'humidité acceptable dans les huiles est fixé par le C.O.I à 0,2 %. L'analyse des différents échantillons montrent un taux d'humidité supérieure à la norme dans l'huile E3 (0,3 %), extraite à partir d'olives présentant des piqures fertiles (orifices de sortie). Alors que pour E1 et E2, le niveau d'humidité est acceptable avec un seuil inférieur à 0,2 % (Fig. 38).

A partir de ces résultats, nous concluons que la mouche des olives influence considérablement le taux d'humidité au niveau des huiles extraites à partir des olives présentant des orifices de sortie.

Par ailleurs, l'évaluation de l'humidité aux niveaux des échantillons provenant de différentes stations prospectées nous montre un niveau d'humidité acceptable pour V1 (0,19 %) et V2 (0,20 %), alors que pour V3 et V4 le seuil a été largement dépassé avec des valeurs atteignant 0,34 et 0,41 % respectivement (Fig. 39).

Les taux élevés d'humidité peuvent être justifiés par une mauvaise élimination de l'eau lors de la décantation. En effet, les procédés de trituration et de séparation des phases

liquides et solides sont différents et peuvent, par conséquent, avoir un impact sur la composition de l'huile d'olive (Veillet, 2010).

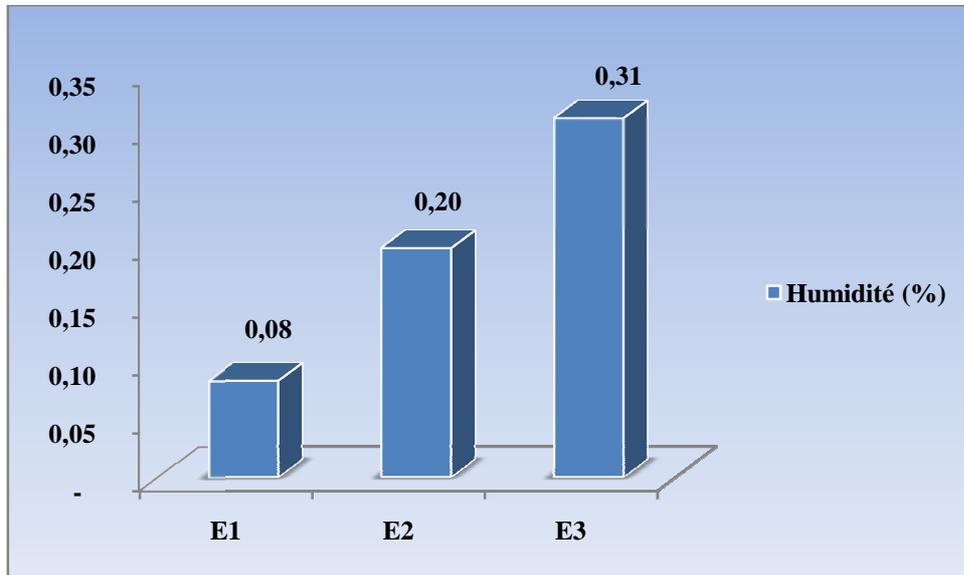


Figure 38 : Variation du taux d'humidité au niveau des huiles extraites au laboratoire.

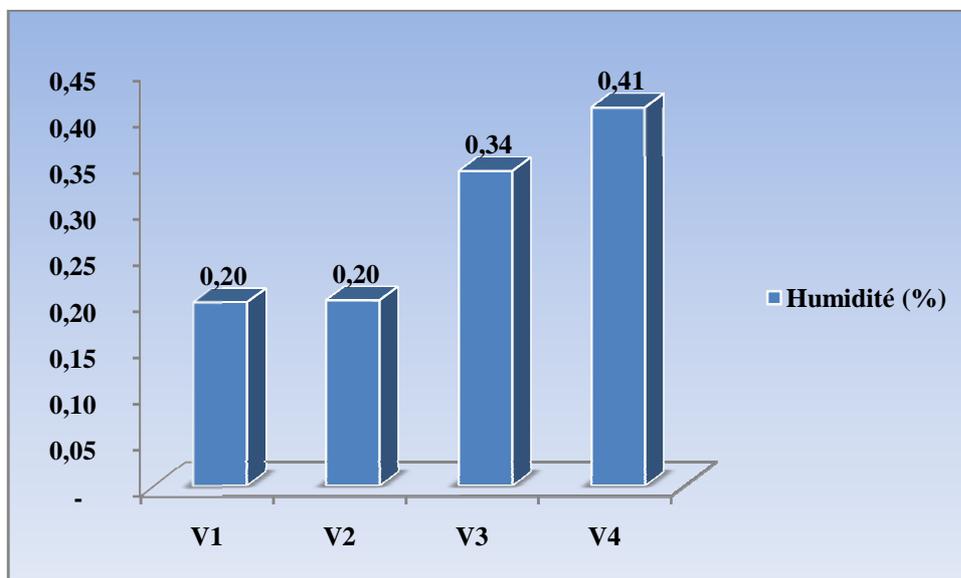


Figure 39 : Estimation du niveau d'humidité des huiles issues des stations prospectées.

6.1.2. Absorbance dans l'ultraviolet

L'absorbance dans les UV peut fournir des indications sur la qualité de la matière grasse, sur son état de conservation et sur les modifications biochimiques dues aux processus technologiques (C.O.I., 2001).

L'oxydation d'un corps gras conduit à la formation des hydro-péroxydes qui absorbent la lumière au voisinage de 232 nm. Si l'oxydation se poursuit, il se forme des produits secondaires d'oxydation, en particulier des dicétones et des cétones insaturées qui absorbent la lumière à 270 nm.

D'après les résultats illustrés dans les figures (40-41), tous les échantillons analysés ont des absorbances en UV qui respectent les normes fixées par C.O.I. (2015), qui stipulent que l'absorbance à 232 nm doit être inférieure à 2,5 alors que celle absorbée à 270 nm, inférieure à 0,22.

L'absorbance dans l'ultraviolet à 232 nm pour les échantillons triturés au laboratoire, est de 0,55 et 0,81 pour E1 et E2, ce qui les classe dans la catégorie de l'huile extra vierge. Alors que la valeur de E3 dépasse légèrement cette norme (2,56), ce qui la classe hors de la catégorie d'huile extra vierge (Fig. 42 et 43).

Les résultats illustrés dans la figure 41 montrent que les échantillons V1, V2 et V3 sont cernés dans la norme fixée par le C.O.I. pour l'absorbance dans les UV à la longueur d'onde 232 nm, alors que V4 a une valeur très proche de la norme précédemment citée.

De même, pour l'extinction spécifique à 270 nm, nous remarquons que tous les échantillons sujets d'étude, répondent à la norme dictée par le C.O.I. excepté E3 et V4 qui sont légèrement hors normes.

Ces résultats montrent une corrélation positive entre l'état d'infestation par la mouche des olives et l'état d'oxydation des huiles (absorbance dans les UV). Le même constat est signalé entre l'indice de peroxyde et le niveau de l'extinction spécifique à 232 nm et à 270 nm.

En effet, l'extinction spécifique à ces deux longueurs d'ondes reflète l'état d'oxydation d'une huile donnée. Plus son extinction à 232 nm est grande, plus elle est peroxydée. De même, plus l'extinction à 270 nm est forte, plus elle est riche en produits d'oxydation secondaires et traduit une faible aptitude à la conservation (Wolf et *al.*, 1968).

La stabilité oxydative est un paramètre important pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive. Elle se définit comme étant le temps nécessaire pour que l'huile d'olive commence à présenter des symptômes de rancissement suite à l'oxydation accélérée des acides gras insaturés (Essiari et *al.*, 2014).

Les mêmes auteurs ont déclaré que la détermination du niveau de l'extinction spécifique à 232 nm et à 270 nm renseigne sur la présence ou l'absence de produits d'oxydations secondaire dans l'huile.

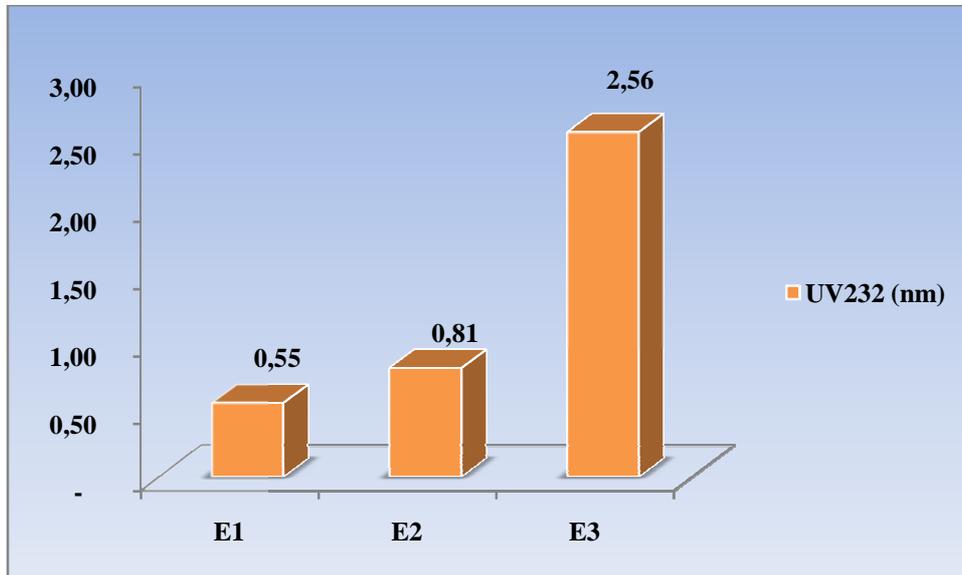


Figure 40 : Evolution des extinctions spécifiques (E 232 nm) des huiles issues de la trituration au laboratoire.

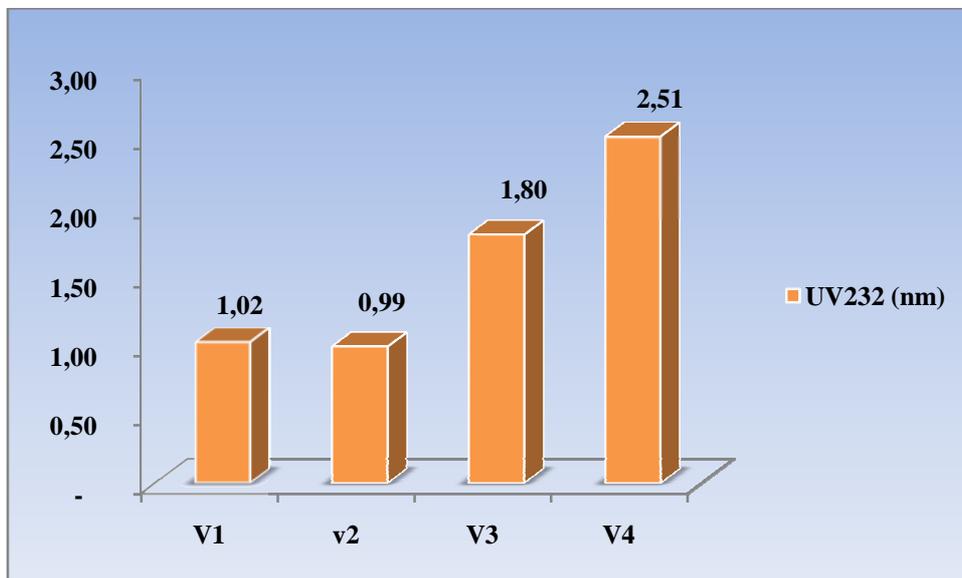


Figure 41 : Evolution des extinctions spécifiques (E 232 nm) des huiles issues de la trituration aux huileries.

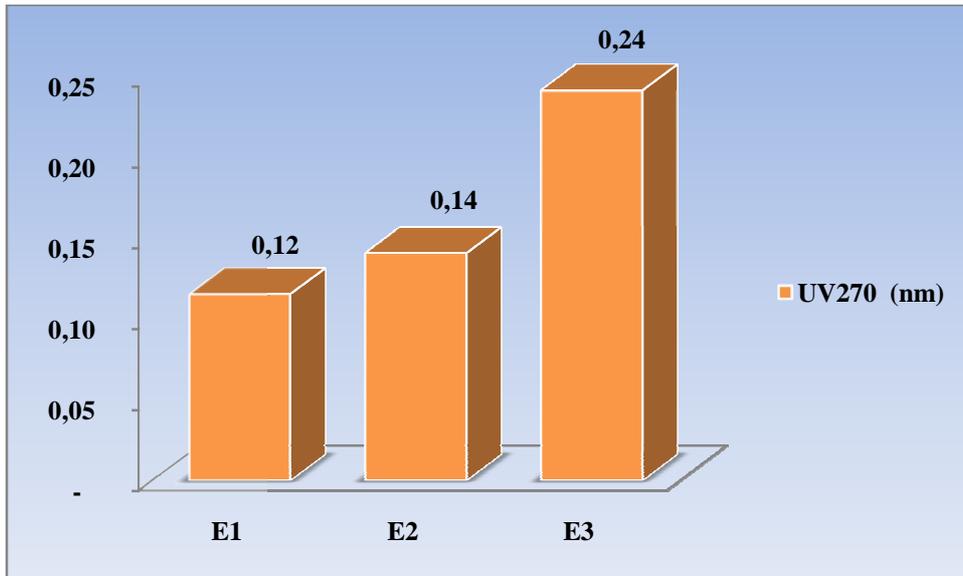


Figure 42 : Evolution des extinctions spécifiques (E 270 nm) des huiles issues de la trituration au laboratoire.

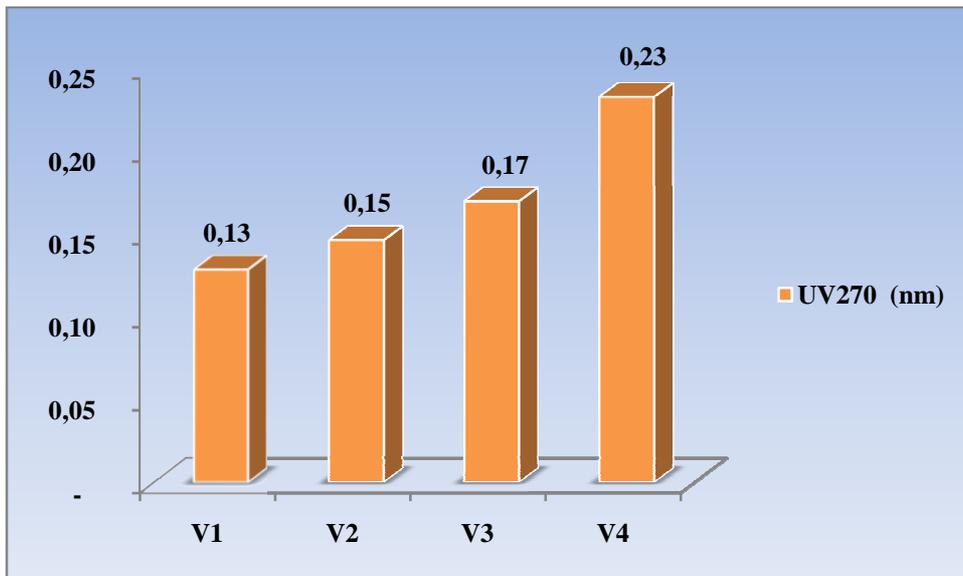


Figure 43 : Evolution des extinctions spécifiques (E 270 nm) des huiles issues de la trituration aux huileries.

6.2. Analyse chimique

6.2.1. Acidité

L'acidité traduit la qualité des olives avant la trituration ; plus elle est faible plus la qualité des olives est bonne. Elle apparaît comme un moyen simple et fiable pour évaluer la qualité d'huile d'olive (Benrachou, 2013).

D'après Meftah *et al.* (2014), l'acidité libre est un facteur de qualité de l'huile d'olive ; elle renseigne sur l'altération de l'huile par hydrolyse de certains composés.

Le contenu en acides gras libres d'une huile est un indicateur de l'activité de la lipase, de la qualité de la fraîcheur du fruit et de la stabilité de l'huile pendant le stockage. Ces acides jouent aussi un rôle important dans la caractérisation sensorielle de l'huile (Benrachou, 2013).

L'analyse de l'acidité libre des échantillons étudiés est exprimée en pourcentage d'acide oléique (Boulfane *et al.*, 2015).

Cette acidité ne se perçoit jamais sous forme de goût acide, mais sous forme de telle ou telle sensation organoleptique, qui traduit le fait que les olives ont subi des altérations. Par exemple, un goût de moisi trahira une acidité élevée car les moisissures font augmenter l'acidité (Pinatel, 2013).

Les normes du (C.O.I., 2015) indiquent que l'indice d'acidité nous permet de classer l'huile d'olive comme suit :

- L'huile d'olive vierge extra < 0,8 % ;
- L'huile d'olive vierge < 2,0 % ;
- L'huile d'olive vierge courante < 3,3 %.

Nos résultats montrent que l'acidité est élevée dans l'huile d'olive (E3) issue d'olives présentant des orifices de sortie de *Bactrocera oleae* (2,85 %), ce qui la classe dans la catégorie de l'huile d'olive vierge courante. Alors que l'huile d'olive issue d'olives saines (E1) et d'olives piquées (E2) sont classées dans la catégorie de l'huile d'olive vierge extra avec une acidité inférieure à 0,8 % (Fig. 44). De ces résultats, nous concluons que les orifices provoqués par la mouche des olives influencent significativement l'acidité de l'huile d'olive, en laissant passer des champignons saprophytes, responsables de la détérioration de la pulpe des olives.

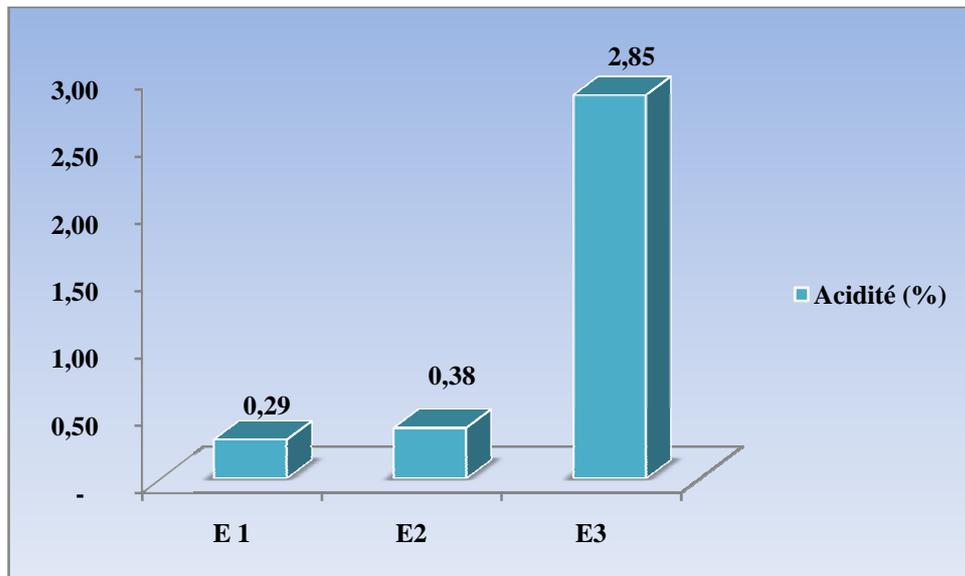


Figure 44 : Variation du taux d'acidité des huiles extraites au laboratoire.

Pour les huiles récoltées à partir des stations d'études, nous remarquons que l'acidité de l'huile récoltée au V4 est de l'ordre de 2,01 % ce qui la classe dans la catégorie de l'huile d'olive vierge courante. Les huiles extraites du V1, V2 et du V3 sont classées comme des huiles vierges puisque leur taux d'acidité inférieur à 2 % (Fig. 45).

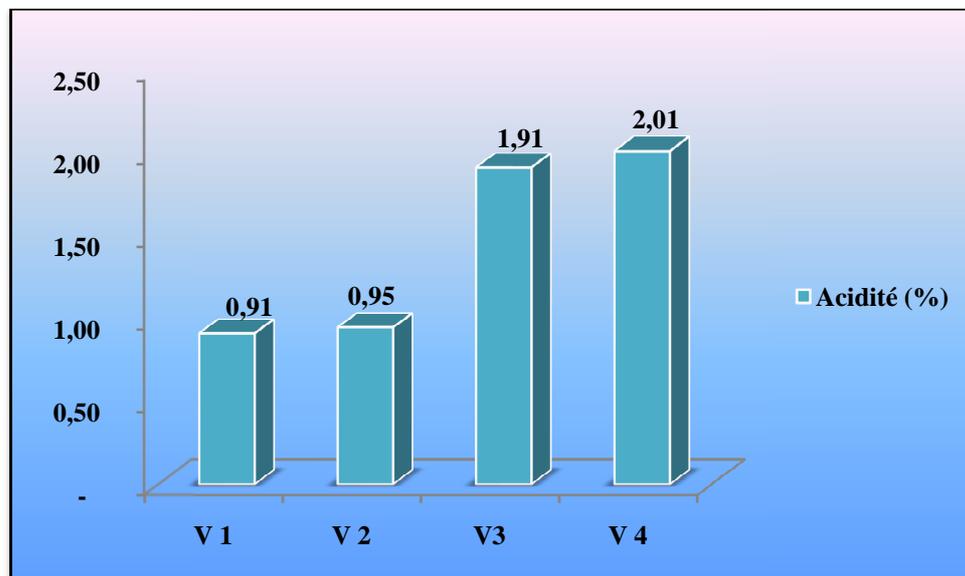


Figure 45 : Evaluation de la variation de l'acidité des huiles issues des stations prospectées.

Le niveau d'acidité pour les échantillons issus du V4, peut être attribué à l'état de maturité avancé des fruits et/ou au stockage prolongé et inadéquat des olives avant la trituration. Les olives peuvent subir dans ce cas des lésions qui peuvent engendrer des contaminations de l'huile (Ledrole et *al.*, 2004).

L'hydrolyse des triglycérides se produit dans l'olive lorsque le fruit est abîmé. Les facteurs d'altération sont : les moisissures, les fermentations, la sur-maturation, et la mouche de l'olive. Ces phénomènes entraînent des lyses cellulaires dans la pulpe des olives et par conséquent, la mise en contact de l'huile initialement contenue dans les vacuoles, avec les systèmes enzymatiques et l'eau du cytoplasme (Pinatel, 2013).

Selon Cammas et *al.* (2013), ce sont généralement les attaques de la mouche de l'olive qui sont le plus préjudiciables à la qualité. Celles-ci sont d'autant plus gênantes que la récolte est faible : l'importance des populations de mouches dépend en premier lieu de l'historique climatique depuis la campagne précédente ; et si par ailleurs la récolte est peu importante, la part d'olives attaquées sera supérieure. Il s'ajoute à cela que de nombreux oléiculteurs ne protègent pas leur récolte contre la mouche de l'olive, sous prétexte que son nombre n'est important.

Un niveau d'acidité libre élevé peut être dû à l'état de maturité avancé du fruit, ou au stockage inadéquat des olives avant la trituration, par l'action des lipases sur les triglycérides, qui provoquent l'augmentation de la teneur de l'huile d'olive en acides gras libres (Meftah et *al.*, 2014).

6.2.2. Indice de peroxyde

L'altération chimique des huiles est provoquée par l'oxydation de l'air qui se traduit par la formation de peroxydes. A ce sujet, la norme commerciale du C.O.I. fixe la valeur de cet indice à 20 meq d'O₂ par kilogramme d'huile d'olive (Douzane et Bellal, 2010).

L'indice de peroxyde n'a pas le même impact sur la classification que l'acidité, du fait de l'absence de limites entre les trois catégories destinées pour la consommation. C'est seulement lorsqu'il dépasse 20 meq d'O₂/Kg que l'huile doit être classée en catégorie "lampante", et donc déclassée des huiles aptes à la commercialisation pour l'alimentation (Cammass et *al.*, 2013).

Pour nos échantillons obtenus après extraction au laboratoire, nous remarquons que les valeurs d'indice de peroxyde sont inférieures à la norme du C.O.I. pour toutes les catégories d'huiles, avec une valeur très proche de la norme pour l'huile extraites à partir des olives présentant des piqures fertiles (E3) qui est de 19,23 meq d'O₂/Kg (Fig.46).

Les huiles récoltées des stations prospectées montrent aussi un niveau d'indice de peroxyde tolérable allant de 07,50 meq d'O₂/Kg pour V1 à 15,32 meq d'O₂/Kg pour V4 (Fig. 47).

L'augmentation du niveau de l'indice de peroxyde peut être justifié par certains processus de dégradation de lipides, qui peuvent être dues aux différents procédés appliqués aux olives, des champs jusqu'aux huileries. En effet, les étapes qui précèdent l'extraction de l'huile (cueillette, stockage des olives) ainsi que celles de la trituration, en plus des attaques de parasites et de ravageurs tels que la mouche des olives, peuvent être à l'origine de deux types d'altérations : l'acidification et le rancissement. Ce qui pourrait être à l'origine de l'augmentation des indices d'acidité et de peroxyde (Benrachou, 2013).

Selon Fregapane et *al.*, (2006), quel que soit le type d'huile d'olive vierge, filtrée ou non, déshydratée ou non, le stockage induit une augmentation de l'indice de peroxyde et par conséquent une diminution de la stabilité thermo-oxydative et une perte de composés phénoliques.

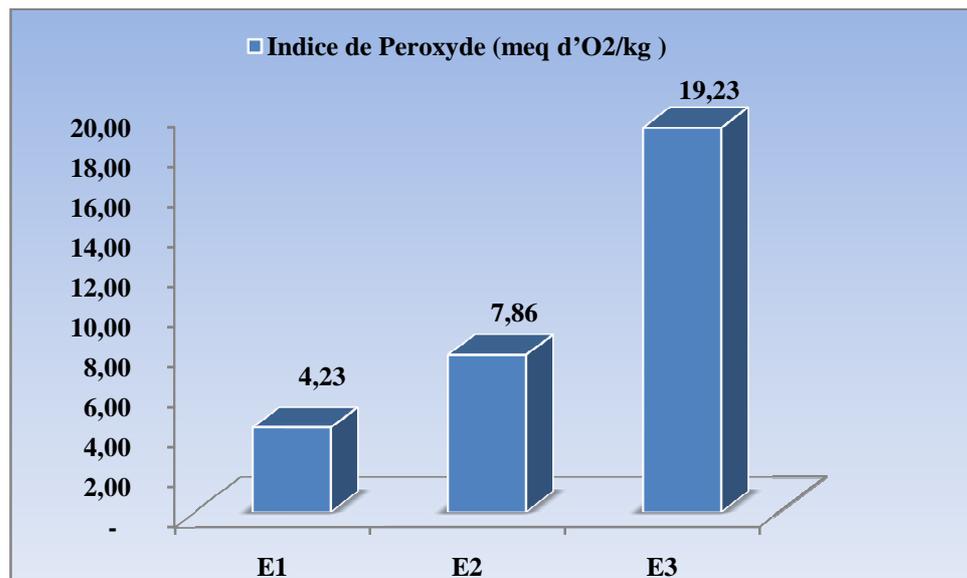


Figure 46 : Estimation de l'indice de peroxyde des huiles extraites au laboratoire.

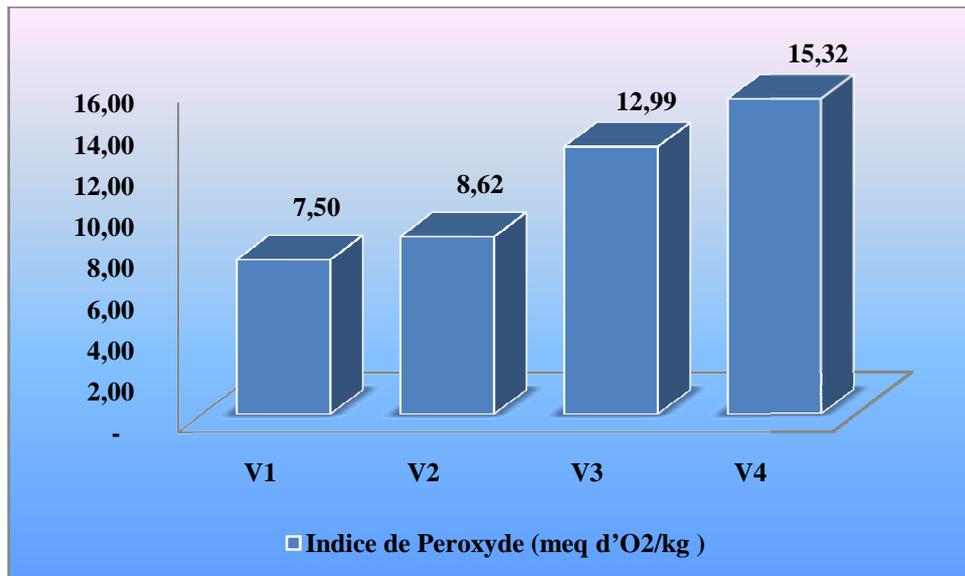


Figure 47 : Variation de l'indice de peroxydes des huiles issues à partir des stations prospectées.

6.2.3. Caroténoïdes

L'analyse des huiles issues de la trituration d'olives saines et d'olives infestées (piquées et avec des orifices de sortie) montre que la teneur des caroténoïdes varie de 0,99 mg pour l'huile d'olive issue d'olives saines (E1) à 0,98 mg pour celles issues d'olives attaquées par la mouche des olives E2 et E3 (Fig. 48).

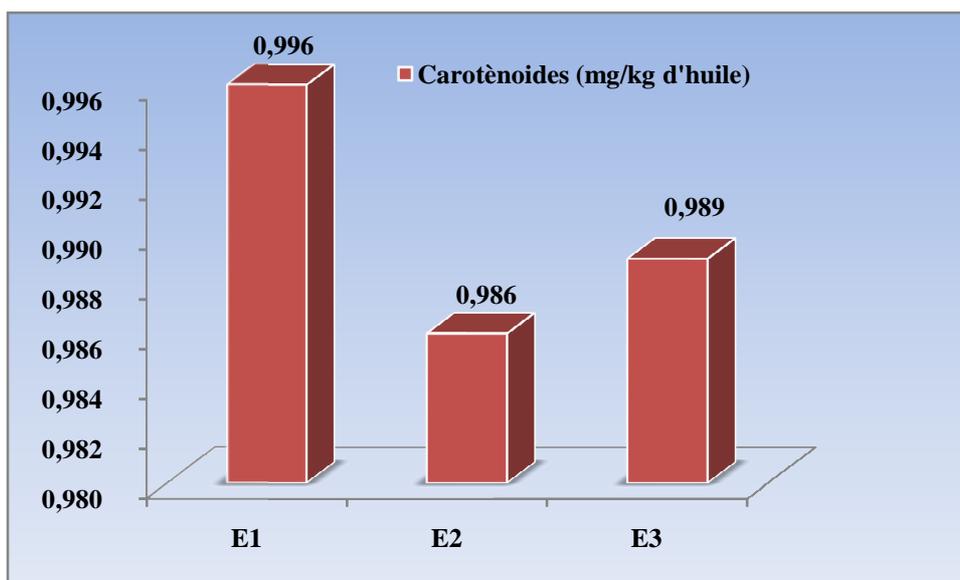


Figure 48 : Teneur en caroténoïdes dans les huiles issues des olives triturées au laboratoire.

Le dosage des caroténoïdes dans les huiles, issues de la trituration aux niveaux des huileries montre des variations allant de 0,60 mg/kg à M'Chedellah (V2) à 1,01 mg/kg d'huile à Al-Adjiba (V1) (Fig. 49).

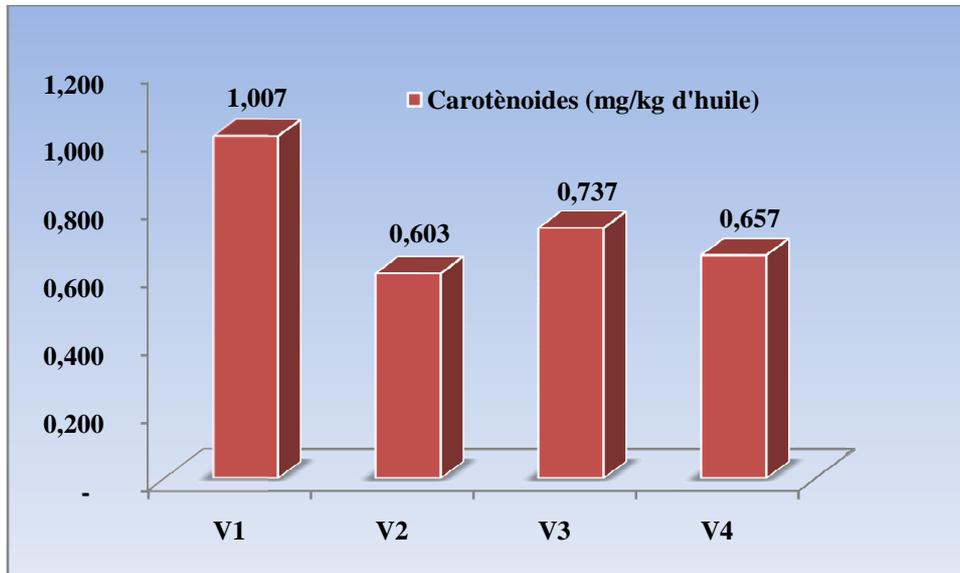


Figure 49 : Teneur en caroténoïdes dans les huiles issues d'olives triturées aux huileries.

D'un cotés, ces résultats illustrent que la mouche des olives n'a pas d'influence sur le taux des caroténoïdes contenu dans l'huile d'olive. De l'autre, la composition des caroténoïdes et la teneur totale des pigments naturellement présents dans l'huile, sont des paramètres importants parce qu'ils sont corrélés à la couleur, qui est un attribut de base pour évaluer la qualité de l'huile d'olive.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Lazzez *et al.* (2006), indiquant que les huiles extraites à un stade de maturation avancé sont dépourvues de chlorophylles et présentent des teneurs faibles en caroténoïdes.

La couleur des olives passe du vert au jaune, ou à une autre couleur selon le stade de la maturité des fruits (Mosquera et Guerrer, 1995).

6.2.4. Indice de chlorophylle

L'évolution de la teneur en chlorophylle renseigne sur les substances colorantes contenues dans l'huile et dépend de la contamination des olives par les feuilles.

Les teneurs en chlorophylle, pour la plupart des échantillons étudiés, sont strictement inférieures à la limite fixée par le C.O.I. (2 mg/kg d'huile). Ces faibles teneurs sont souhaitées

pour éviter l'action pro-oxydante des pigments chlorophylliens et pour assurer ainsi une bonne conservation des huiles (Kiritsakis et al., 1987) ; d'où l'intérêt de produire de huile d'olive à partir d'olives mûres et de procéder au défeuillage lors de l'extraction de l'huile.

Nos résultats montrent des différences non significatives entre les différentes huiles analysées et où les teneurs en chlorophylle sont toutes proches, allant de 0,25 à 0,35 mg/kg d'huile d'olive (Fig. 50 et 51).

Ces résultats prouvent que la mouche de l'olive n'a aucune influence sur l'indice de chlorophylle dans l'huile d'olive. Ce dernier n'est donc qu'un indicateur de la maturité des fruits. En effet, Mosquera et Guerrer, (1995) déclarent que la concentration de la chlorophylle diminue progressivement à l'approche de la récolte.

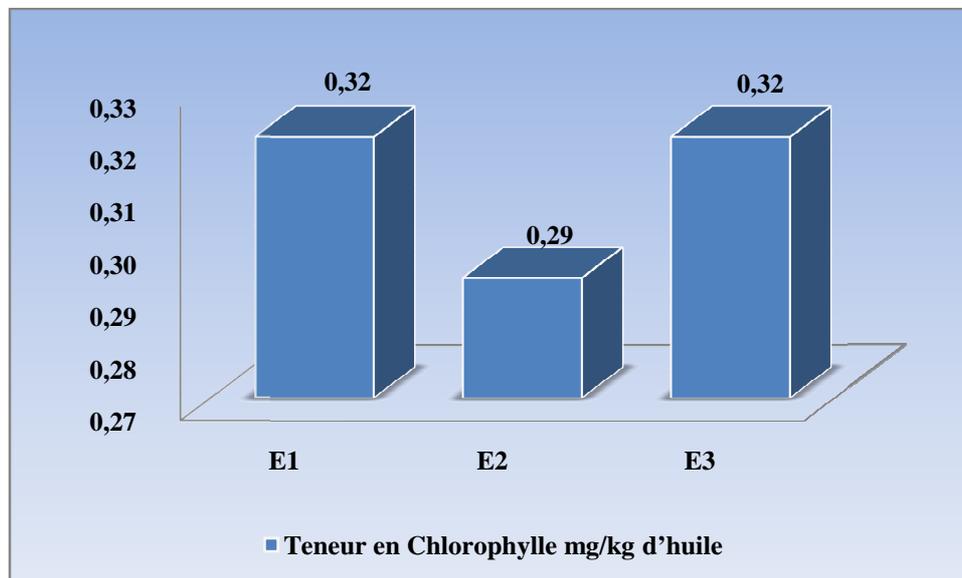


Figure 50 : Variation de la teneur en chlorophylle des huiles extraites au laboratoire.

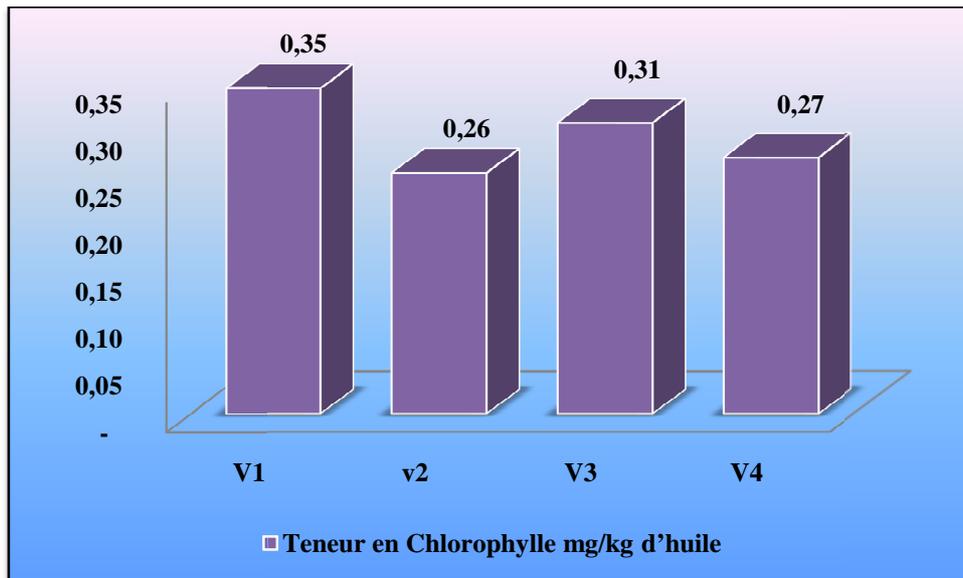


Figure 51 : Variation de la teneur de chlorophylle des huiles issues à partir des stations prospectées.

6.2.5. Indice de saponification (IS)

Pour les huiles extraites au laboratoire, nous avons enregistré l'indice de saponification le plus élevé dans l'huile issue d'olives avec orifices de sortie (212,82 mg de KOH/g d'huile), ce qui la classe hors de la norme fixée par le Conseil Oléicole International. Ce résultat obtenu montre que E3 est moins riche en acide gras à longue chaîne de carbone et renferme un grand nombre d'acide gras à chaîne de carbone plus courte (Fig. 52).

Selon C.O.I. (2003), l'indice de saponification des huiles d'olives vierge et courante doit être compris entre 184 et 196 mg de KOH/g d'huile, ce qui concorde avec le reste des résultats que nous avons obtenus et qui répondent largement aux normes précédemment dictées (Fig. 52). Ces résultats illustrent donc l'existence d'une synergie entre le taux d'infestation par la mouche de l'olive et l'indice de saponification.

Selon M'Baye et *al.* (2011), un indice de saponification faible laisse prédire que l'huile d'olive contient des acides gras à longues chaînes de carbone.

Par ailleurs, les travaux des mêmes auteurs montrent que, dans une huile, l'acidité libre peut provenir de la présence éventuelle de carboxyles appartenant à différents types d'acides organiques : acide citrique, acide malique, acide malonique, acide oxalique, etc. En effet, les acides gras à chaîne carbonée courte contenant dans l'huile d'olive, peuvent provenir de l'oxydation des liaisons éthyléniques d'un lipide ou encore d'acides gras libres présents dans les extraits végétaux.

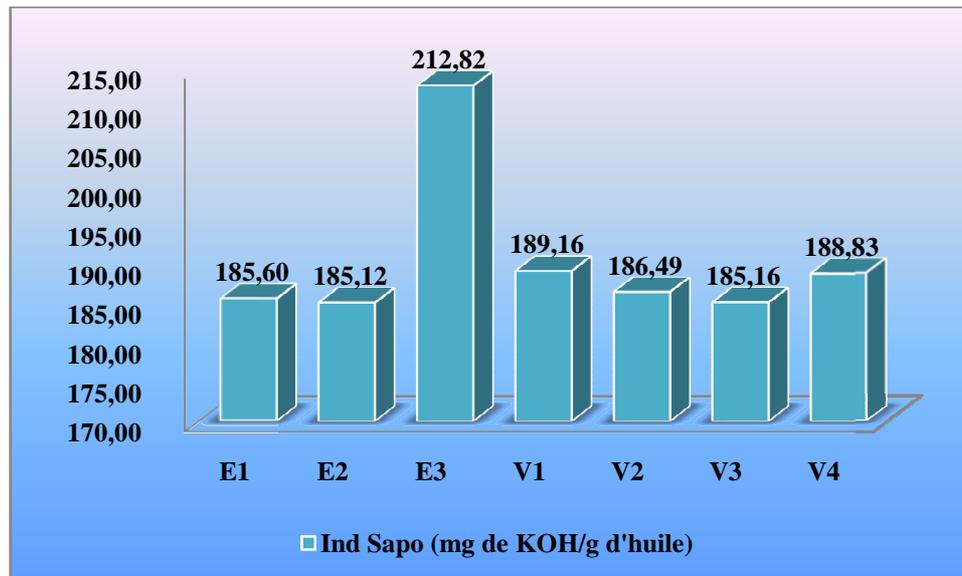


Figure 52 : Indice de saponification des huiles d'olives étudiées.

6.2.6. Indice d'Iode

L'indice d'iode est la masse d'iode en gramme nécessaire pour saturer les doubles liaisons contenues dans 100 g de matières grasses. Il est déterminé selon la méthode décrite par Thyrsine en 1980 ; cette méthode est utilisée pour déterminer quantitativement l'insaturation globale de l'huile d'olive (Bouhadja, 2011).

Selon les résultats illustrés dans la figure 53, nous constatons que les échantillons E1 et E2 présentent des indices d'iode conformes aux normes fixées en 2006 par le C.O.I. (75 à 94 pour l'huile vierge et extra vierge). Alors que l'huile d'olive issue des olives avec des piqures fertiles présente un indice d'iode légèrement inférieur à la norme (74,86) comme le montre la figure 51.

De même, la figure 54 nous montre que l'indice d'iode des huiles issues de la trituration dans les huileries, répond aux normes du C.O.I., puisque les valeurs obtenues oscillent entre 75 et 94.

De ces résultats, nous concluons l'impact non apparent de *Bactrocera oleae* sur la richesse de l'huile d'olive en acides gras mono et polyinsaturés.

L'oxydation se manifeste par une réduction significative de la qualité de l'huile. La stabilité oxydative des huiles dépendra en particulier de leur teneur et de leur composition en acides gras insaturés. Ainsi, les huiles les plus insaturées seront plus vulnérables à l'oxydation, et ce d'autant plus que le nombre de doubles liaisons sur les acides gras est élevé (Cuvelier et Maillard, 2012).

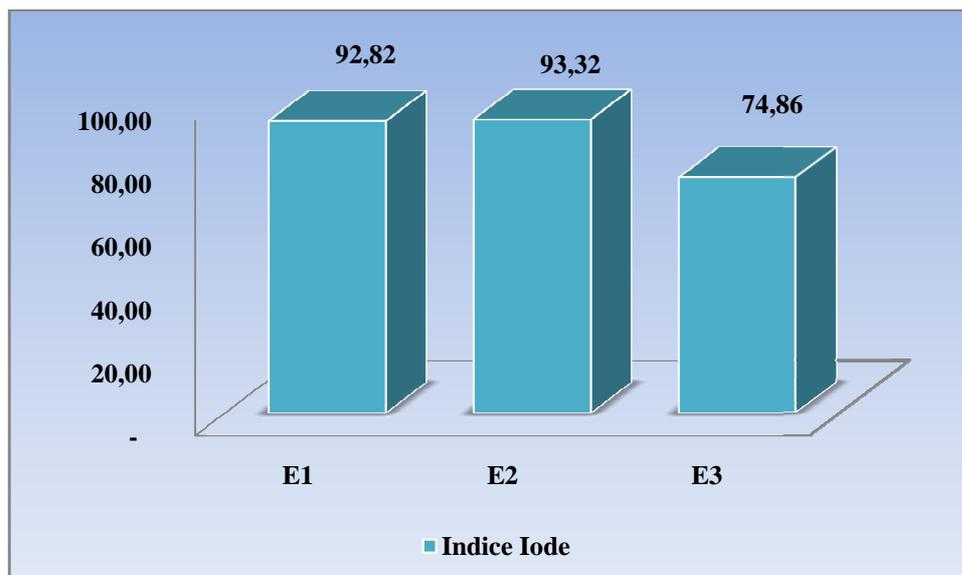


Figure 53: Indice d'iode des huiles issues de la trituration au laboratoire.

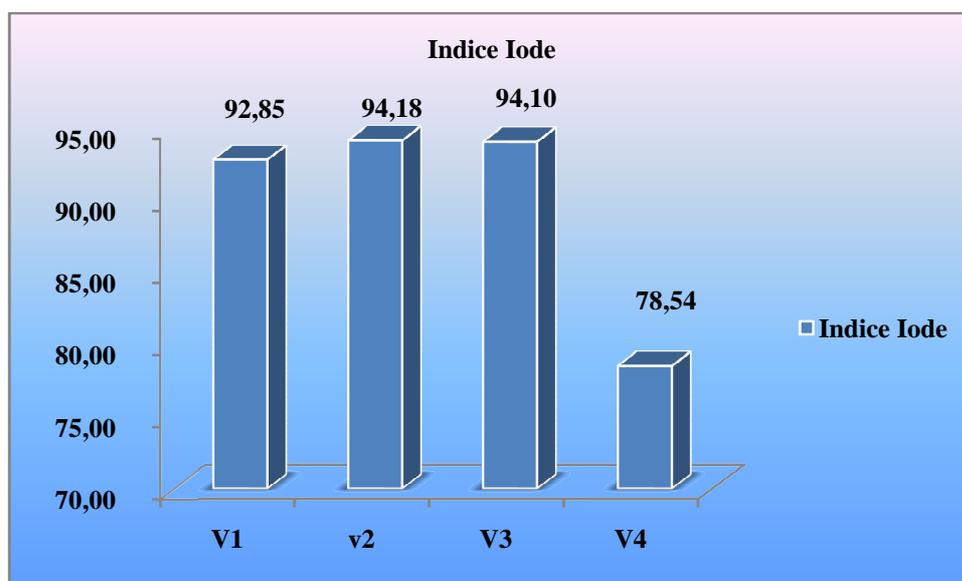


Figure 54: Indice d'iode des huiles issues des stations prospectées.

6.2.7. Composées phénoliques

Les composées phénoliques sont aujourd'hui au centre de nombreuses études, vu leur importance et leur potentiel en matière de prévention de la santé humaine (Garcia, 2010 et Vierhuis, 2011).

Le dosage des composés phénoliques des différentes huiles étudiées montre que le taux le plus élevé est enregistré dans l'huile E1 (231,78 mg/kg). Ce taux peut être justifié par l'état de santé des olives récoltées (ne présentent aucune lésion), ce qui a réduit le taux de l'indice de peroxyde (Bouhadjra, 2011).

Par ailleurs, la plus faible teneur en composés phénoliques est obtenue aux niveaux des huiles E3 et V4 qui sont respectivement 95,49 et 100,1 mg/kg (Fig. 55 et 56).

Il est à noter que pour le V4, les olives récoltées ont été stockées 25 jours avant la trituration, de plus l'huilerie est de type traditionnel ; contrairement aux V1, V2 et V3 qui ont été stockées pour une courte période et ont été triturées dans des huileries modernes (Fig. 53 et 54).

D'après Fregapane et *al*, (2006), l'augmentation de l'indice de peroxyde provoque une diminution de la stabilité thermo-oxydative et une perte de composés phénoliques.

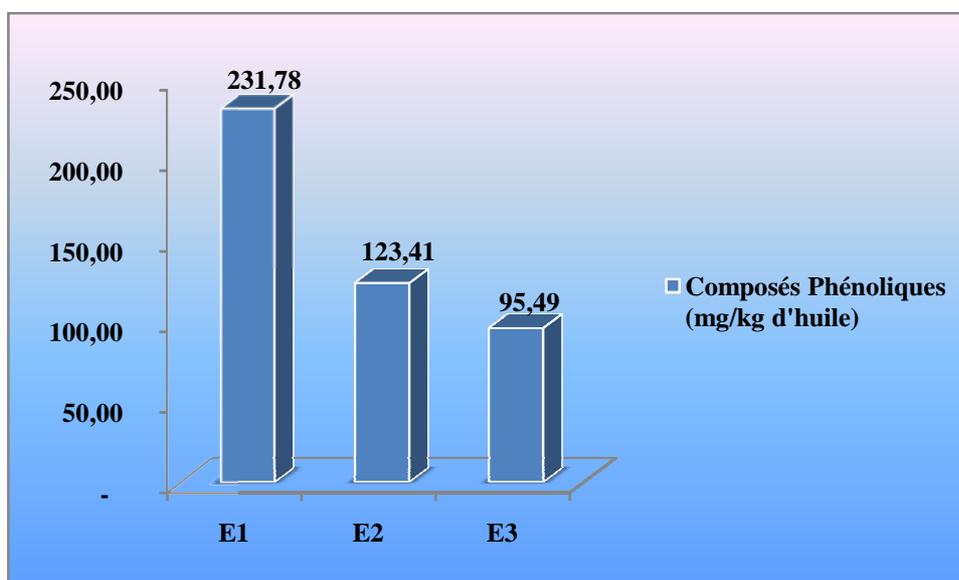


Figure 55 : Estimation du taux des composées phénoliques des huiles extraites au laboratoire.

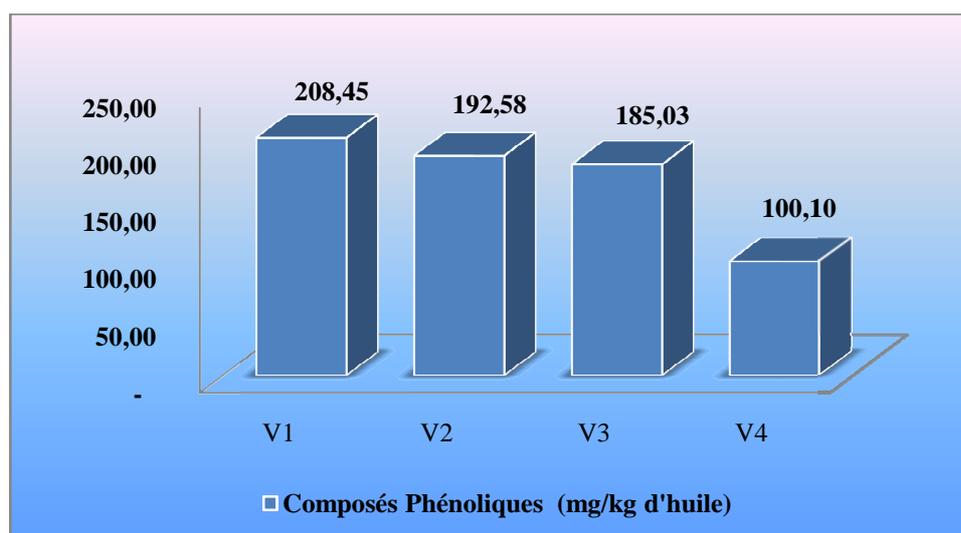


Figure 56 : Taux des composés phénoliques des huiles extraites au laboratoire.



Conclusion

L'intérêt donné à l'huile d'olive porte essentiellement sur ses caractéristiques organoleptiques et sa composition biochimique. La connaissance des parasites et des ravageurs inféodés à l'olivier et leur bonne gestion, pourront contribuer à améliorer la filière oléicole en Algérie en quantité et en qualité.

La mouche de l'olive *Bactrocera oleae* est le ravageur le plus préoccupant des oléiculteurs, vu les dénombrables dégâts causés sur fruits et pouvant aller jusqu'à plus de 75 % d'olives abimées et non utilisables. Les attaques de mouches conduisent également à une altération de la qualité de l'huile, provoquant ainsi un déséquilibre de certains de ses paramètres physico-chimiques.

D'après Noisette (2015), la mouche pond ses œufs directement dans les fruits et quand la larve se développe, la pulpe se dégrade, s'oxyde au contact de l'air et les fruits tombent.

Notre étude a permis, à travers une prospection, d'évaluer son importance dans la zone de forte concentration de l'oléiculture de la région de Bouira (M'Chedellah, Al Adjiba, Bechelloul et Ahnif). Ainsi dans le but d'illustrer l'impact de *Bactrocera oleae* sur la quantité et la qualité d'huile d'olive, nous avons procédé à une analyse physicochimique de l'huile produite à partir d'olives saines, d'olives présentant des piqûres de ponte et à partir de celles comportant des orifices de sorties.

Par la pesée de 100 olives saines et 100 olives avec orifices de sortie, de diamètres semblables, nous avons déduit une perte en pulpe évaluée à 08,4 grs par 100 olives, soit 04,8 % du poids total de la pulpe.

L'analyse mycologique des olives récoltées a montré la présence du champignon saprophytes omniprésent : *Alternaria alternata* au niveau des olives présentant des orifices de sortie. *A. alternata* produit un certain nombre de mycotoxines, dont l'alternariol, l'éther monométhyle de l'alternariol, l'acide tenuazonique. Les mycotoxine produite par *A. alternata* sont toxiques pour l'homme et l'animale. Ainsi, elles peuvent passer de la pulpe vers l'huile après trituration.

L'estimation de l'intensité des dégâts dus aux attaques de la mouche des olives est basée sur le comptage de la proportion d'olives saines, d'olives avec piqûres de pontes et d'olives comportant des orifices de sortie.

La mouche des olives est omniprésente, 61,17 % des olives examinés présentent des symptômes d'attaques (piqûres de ponte et orifices de sorties), elle est cependant inégalement répartie. Le degré d'attaque varie de 46,18 % à Al-Adjiba jusqu'à 77,12 % à Bechloul.

La quantification de l'infestation par la mouche de l'olive a montré une corrélation positive entre le diamètre des olives et le degré d'attaque par cet insecte. L'infestation est plus importante dans la classe de diamètre allant de 1.01 à 1.6 cm, où la mouche accomplit son cycle évolutif. Ces résultats sont donc concordants avec ceux obtenus par Mraicha et Ksantini en 2011.

L'analyse physico-chimique de l'huile produite à partir d'olives saines, répond aux normes arrêtées par le conseil oléicole international (C.O.I) ; avec une acidité de 0,289 et un indice de peroxyde de 1,034, permettent ainsi de la classer dans la case «huile d'olive extra vierge». Par ailleurs, l'huile d'olive issue des olives où la mouche a accompli son cycle de développement, est caractérisée par un taux d'acidité et un indice de peroxyde plus élevés qui sont respectivement 2,05 et 4,10 réduisant ainsi sa qualité à une «huile d'olive courante».

De notre étude, il en ressort que la caractérisation physicochimique des différentes huiles sujettes de notre expérimentation révèle une influence de la mouche de l'olive sur l'humidité, l'acidité, l'indice de peroxyde, l'indice de saponification, ainsi que sur les composés phénoliques ; alors que l'indice d'iode, la teneur en chlorophylle et en caroténoïde, de même que l'absorbance dans les Ultraviolets ne sont pas affectés par l'insecte *Bactrocera oleae*.

En perspectives, il serait intéressant de faire une analyse des mycotoxines produites par les champignons inféodés aux olives, afin d'améliorer la production oléicole en quantité et en qualité. Il est également primordial de rechercher de nouvelles variétés pouvant échapper aux infestations de la mouche des olives, comme il serait intéressant de développer différentes techniques biologiques contre ce ravageur.



Références Bibliographiques
Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. Alvarez F., Garcia de los Rios J. E., Jimenez P., Rojas a, Reche P. ET Troya M. T., 1998. Phynotypic variability in different strains of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* isolated from different hosts. *Europ. Jour. of Plant Patho.*, N° 104, pp 603-609.
2. Amirouche M., 1976, Essai sur la germination et le comportement des principales variétés d'olivier cultivées en Kabylie, Thèse Ing. Agro., INA, Alger, 69p.
3. Amouretti M. C. et Comet G., 1998, Le livre de l'olivier. Edi. Edisud, France, 167p.
4. Amrouche M., 1999. *Contribution à l'étude des ressources phylogénétiques oléicole algériennes, recherche de la variabilité phynotypique au sein de la variété Chemlal dans la région de Tazemalt-Akbou.* Thèse Ing. Agro., Univ. Tizi-Ozou, 136p.
5. Argenson C., Régis S., Jourdain J. M. et Vaysse P., 1999, L'olivier. Edi CTIFL, Paris, 204p.
6. Azeri T., 1993. Research on olive leaf spot, olive knot and *Verticillium* Wilt of olive in Turkey. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23*, pp 437- 440.
7. Baldy C., 1990, Le climat de l'olivier (*Olea europaea* L.) in *EcologiaMedeterranea*, 1990,N°16: pp 113-121.
8. Barnett H. L. et Hunter B., 1972. Illustrated genera of imperfect Fungi, 3^{ème} Edi, 237p.
9. Bellini E., 1993, Variabilité génétique et héritabilité de certains caractères chez des plants de semis d'olivier issus de croisement in *Olivae*, 1993, N°49, pp 21–34.
10. Benrachou N., 2013. Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars.
11. Benssadat N., 2014. *Isolement, identification et caractérisation des Alternaria sp. Responsables de la détérioration des plantes maraichères par des systèmes enzymatiques et moléculaires.* Thèse Doctorat LMD en Biologie, Univ. Oran, p 199.
12. Blanco-Lopez A., Jimenez-Diaz et Caballero M., 1984. Symptomatology, incidence and distribution of *Verticillium* Wilt of olive trees in Andalucia. *Rev. Pytopath. Medit.* 23, pp 1- 8.
13. Blanco-Lopez A., Jimenez-Diaz, Caballero M., 1984, Symptomatology, incidence and distribution of *Verticillium* Wilt of olive trees in Andalucia in *Pytopath. Medit.* 1984. N°23, pp 1- 8.

14. **Bonnemaison L., 1962.** *Les ennemis animaux des Plantes cultivées et des forêts.* Éd. S E P, Paris.
15. **Bonnet P., 1987,** Olivier. Edi. J. Pagnole, Paris, 147p.
16. **Boulfane S., Maata N., Anouar A., et Hilali S., 2013.** Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc, Jour. Appl. Biosci., N°78, P 8022-8029.
17. **Boulila M. et Mahjoub M., 1994.** Inventaire des maladies de l'olivier en Tunisie. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 24, pp 871- 823.*
18. **Boulila M., 2001.** Maladies de l'olivier en Tunisie : connaissances actuelles. *Rev. Olivae, N° 87, Vol. 2, pp 22- 25.*
19. **Boulouha B., 1995,** Contribution à l'amélioration de la productivité et de la régularité de la production chez l'olivier (*Olea europaea* L.) « Picholine marocaine» in *Olivae*, 1995 N°58, pp 54-57.
20. **Boulouha B., 1995.** Contribution à l'amélioration de la productivité et de la régularité de la production chez l'olivier (*Olea europaea* L.) « Picholine marocaine». *Rev. Olivae, N°58, pp 54-57.*
21. **Boulouha B., Loussert R., Saad R., 1992,** Étude de la variabilité phénotypique de la variété «Picholine marocaine » dans la région du Haouz in *Olivae*, 1992, N°43 , pp30–33.
22. **Bourbos V. A. et Skoudridakis M. T., 1993.** Efficacité de quelques fongicides cupriques à l'égard de *Spilocaea oleagina*. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 393-397.*
23. **C.O.I, 2003 :** Statistique pour les olives de table et l'huile d'olive.
24. **C.O.I, 2005 :** Production mondiale d'olive de table et l'huile d'olive.
25. **Cammas G., Langevin S., Davoust-denis S., 2003.** Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène pour la fabrication d'Huile d'Olive Vierge. C.E.A.O., A.F.I. D.O.L. p 41-67.
26. **Civantos L., 1998,** L'olivier, l'huile et l'olive. Edi. C.O.I., Madrid, 121p.
27. **Coda P., Maddau L. et Marras F., 1993.** Systemic fungicide residues in oil from field-treated olive. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 399- 404.*
28. **COI., 2015.** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive, Rév. T.15/NC N°3, P 1-18.
29. **Commission européenne, Dir. générale de l'agriculture et du développement rural, 2012.** Analyse économique du secteur oléicole.

30. **Cuvelier M.S., Maillard M.N., 2012.** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage, OCL, vol 19, N 2, P 125-132.
31. **D.S.A.I, 2005.** Bilan des productions agricoles. *Rev. Stat. Agr. Ser. B., (Alger), p 20.*
32. **De Marzo L., Frisullo S., Lops F. Et Rossi V., 1993.** Possible dissemination of *Spilocaea oleagina* conidia by insects (*Ectopsocus briggsi*). *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 389- 391.*
33. **Douzane M., Bellal M.M. , 2004.** Etude des caractéristiques physico-chimiques des huiles de quelques variétés populations d'olive de la région de Bejaï, *Rev. Sciences & Technologie, N°22, P 86-93.*
34. **Essiari M., Zouhairret R., Chimi H., 2014.** Contribution à l'étude de la typicité des Huiles d'olive vierges produites dans la région de SAIS, Maroc .*Jour. Olivae, N° 19.P 63.*
35. **Fregapane G., Lavelli v., Leon S., Kapuralin J., Desamparados S .M., et al. 2006.** Effect of filtration on virgin olive oil stability during storage. *European Journal of Lipid Science and Technology, AFIDOL , N °108, Vol 2, P134-142.*
36. **Gheziel D. et Miloudi K., 2001.** *Contribution à l'étude de la verticilliose de l'olivier et classification de quelques isolats de Verticillium dahliae (Kleb.) par compatibilité végétative.* Thèse Ing. Agro. Univ. de Mostaganem, 80 p.
37. **González Fragoso R., 1927,** BotánicaCriptogámica in Agrícola.1927.
38. **Graniti A., 1993,** Late damage to olive trees. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 489- 491.*
39. **Graniti A., 1993.** Olive scab: a review. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 377-384.*
40. **Graniti A., Frisullo S., Pennisi A. M. et Magnano G., 1993.** Infection of *Glomerella cingulata* on olive in Italy. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 457- 465.*
41. **Guéchi A. et Benabdelkader M., 2001,** Présence d'une substance phytotoxique dans les feuilles d'*oleaeuropaea L.* parasitées par *Cycloconium oleaginum* (cast.). INPV, journée technique phytosanitaire, pp 191-201.
42. **Iacobellis N. S., Sisto A. et Surico G., 1993.** Occurrence of unusual strains of *Pseudomonas syringae* Subsp. *savastanoi* on olive in central Italy. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 429- 425.*
43. **Iacobellis N. S., Sisto A., Surico G., Evident A. et Dimaio, 1994.** Pathogenicity of *Pseudomonas syringae* Subsp. *savastanoi* mutants defective in phytohormone production. *Jour. Phytopat., N° 40, pp 238- 248.*

44. Jurado D. R., Blanco- Lopez M. A., Rapoport H. F. et Diaz R. M. J., 1993. Present status of *Verticillium* wilt of olive in Andalusia. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23*, pp 513- 516.
45. Kachcouch W., Ouazzani A., Benkirane R., et Douira A., 2012. Identification de la mycoflore de l'espèce ornementale, *Erythrina caffra*, au Maroc, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, N°19 .P 88 – 101.
46. Kerboua M., 2003. La production et la consommation d'huile d'olive à l'horizon 2010 en Algérie. *Rev. Olivae, N° 99*, pp 56-58.
47. Kocher U. Determination of 7 *Alternaria* toxins in edible oil and oilseeds by LC-MS/MS. Proceedings of the 29 th Mycotoxin Workshop. May 14–16, Fellbach Germany. Stuttgart: Digitaldruck ; 2007.
48. Laumonier R., 1960. *Cultures fruitières méditerranéennes*. Edi. Baillière et fils, pp 138-222.
49. Laviola C. et Scarito G., 1993. Observation on spore production in *Spilocaea oleagina* in southern Italy. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. 23*, pp 411- 416.
50. Laviola C. et Scarito G., 1993, Observation on spore production in *Spilocaeaoleagina* in southern Italy. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. 23*, pp 411- 416.
51. Lazzez A M., Cossentini M., Khlif B., Karray B., 2006. Etude de l'évolution des stérols, des alcools aliphatiques et des pigments de l'huile d'olive au cours du processus de maturation, *Jour. Société Chimique (Tunisie)*, N°8, P 21-32.
52. Lepoivre P., 2003. *Phytopathologie*. Edi. De Boeck, Bruxelles (Belgique), 427p.
53. Lopez-Villalta M. C., 1999. Contrôle des parasites et des maladies de l'olivier. Edi. C.O.I., Madrid (Espagne), 207p.
54. Lops F., Frisullo S. et Rossi V., 1993. Studies on the spread of the olive scab pathogen, *Spilocaea oleagina*. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23*, pp 385-387.
55. Loumou A., Giourga C., 2003, Olive groves: The life and the identity of the Mediterranean in Agriculture and Human Values, 2003, N°20, pp 87-95.
56. Loussert R. et Brousse G., 1978. *L'olivier*. Techn. Agri. et Produc. Méditerranéennes, Edi. Maisonneuve et Larose, Paris (France), 464 p.
57. Loussert R., 1987, Les aires écologiques de l'olivier au Maroc in *Olivae*, 1987, N° 18, Vol. 4, pp 11-19.
58. M.A.D.R, 2005. *Statistiques Agricoles, Superficies et produits*. Ed. Minnist. de l'Agri. et Développ. Rura. (Alger), 18 p.

59. **M.A.D.R, 2011**, Statistiques Agricoles, Superficies et produits. Ed. Ministère de l'Agriculture et Développement Rural (Alger), 18 p.
60. **M'baye B.K., Alouemine S .O . , Lob.B., Bassen E., 2011**. Etude physico-chimique des huiles consommées en Mauritanie, Edi. ScienceLib. Mersenne, Vol 4, N ° 120101, P1-10.
61. **Macdonald A. J., Walter M., Trought M., Frampton C. M. et Burnip G., 2000**, Survey of olive leaf spot in New Zealand in New Zealand Plant Protection, 2000, N° 53, pp 126-132.
62. **Maillard R., 1975**, L'olivier. Edi. Maison des Agriculteurs, Paris (France), 147p.
63. **Malone et Muskett, 1964**, Seed born fungi description of 77 fungus species. *Pro. Inc. Seed Test. Ass.*, N°29, pp179-384.
64. **Margier J.F., 2012**. Les guides d'AFIDOL, Productions oléicoles en agriculture biologique, CTO, GRAB, AFIDOL, P 72.
65. **Martin M. P. et Garcia-Figueres F., 1999**. *Colletotrichum acutatum* and *C. gleosporioides* cause anthracnose on olives. *Europ. Jour. of Plant Pathology* 105, pp 733- 741.
66. **McDonald B. & Linde C., 2002**, Pathogen population genetics evolutionary potential and durable resistance in Annual Review of Phytopathology, 2000, N°40, pp 349–379.
67. **Mefteh H., Latrache H., Hamadi F., Hannine H., Zahir H., El louali M., 2014**. Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc). *Jour. Mater. Environ.* Vol 5, N°2, P 641-646.
68. **Meghezzi S., 2006**. Contribution à l'évaluation de la tavelure (*Spilocaea oleagina* (Cast.) Hug.) de l'olivier (*Olea europea* L.) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. *Mém. Ing. Agro. Univ. UMMTO*, p 60.
69. **Mendil M., Sebai A., 2006**, Catalogue des variétés algériennes de l'olivier Eds. Aperçus sur le patrimoine génétique Autochtone.
70. **Michel pierre, 1982**, Les plantes de l'herboriste. Edit. Robert Jauze. France.
71. **Moore D, White J, 2003**. Cassell's Trees of Britain and Northern Europe. Domino Books.
72. **Moreaux S., 1997**, L'Olivier, ed. Actes Sud. France.

73. **Mraicha F., Ksantini M., 2011** . effet de la variété d'olivier et des caractéristiques physico-chimiques de la drupe sur le taux d'infestation par la mouche de l'olive, *bactrocera oleae* (diptera, tephritidae). Rev. Ezzaitouna , Vol 12, N°1, P 12.
74. **Nasles O., 2013**. *Protection raisonnée et biologique en oléiculture, Edi 3, CTO, AFIDOL, P36.*
75. **Nurhayat C., 1989**, Les facteurs ayant une incidence sur la formation des bourgeons à fleurs chez l'olivier in *Olivae*, N°27, pp 25-27.
76. **Obanor F. O, 2005**. Peacock disease (olive spot). Canterbury University Hort Research, Technology New Zealand, Bio-Protection, 3p
77. **Obanor F. O., Walter M., Jones E. E. et Jaspers M. V., 2005**, Sources of variation in a field evaluation of the incidence and severity of olive leaf spot in *Rev. New Zealand Plant Protection*, 1993, N° 58, pp 273- 277.
78. **Obanor F. O., Walter M., Jones E. E. et Jaspers M. V., 2005b**. In vitro effets of fungicides on conidium germination of *spilocaea oleagina*, the cause of olive leaf spot. *Rev. New Zealand Plant Protection N° 58, pp 178-282.*
79. **Ozenda P., 1982**, Les végétaux dans la biosphère. Edi. Don, Paris, 427p.
80. **Panagopoulos C. G., 1993**. Olive knot disease in Greece. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 417- 422.*
81. **Pappas C., 1993**. *Mycocentrospora cladosporioides* on olive in Greece. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 405- 409.*
82. **Pennisi A. M. et Cacciola S. O., 1993**. Evaluation of the susceptibility of olive cultivars to *Verticillium* wilt. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 537-541.*
83. **Pennisi A. M., Agosteo G. E. et Grasso S., 1993**. Chemical control of the olive rot caused by *Glomerella cingulata*. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 467-472.*
84. **Pennisi A. M., Cacciola S. O., 1993**, Evaluation of the susceptibility of olive cultivars to *Verticillium* wilt. *Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 537-541.*
85. **Pennisi A.C., 1993**. *Mycocentrospora cladosporioides* on olive in Greece. *Bull. OPP/EPPO, Bull. N°23, pp 405-409.*
86. **Pinatel C., 2013**. L'acidité d'huile d'olive , bull , MarketOlea , AFIDOL.
87. **Prosta U., 1995**, Le malattiedell'olivo in *InformatoreFitopatologico*, 1995, N°12, pp 16-26.
88. **Sadoudi, 1996**, Production et commercialisation de l'huile d'olive en Algérie. Documentation du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 13p.

89. **Salvarredi M.E., 1987.** L'oléiculture dans la république Argentine. *Rev. Olivae* N°18, Vol. 4, pp11-19.
90. **Singer M., 2012.** Les principaux ravageurs rencontrés et protection : mouche de l'olive *Bactrocera oleae*, Fiche de culture de l'olivier, Sud et Bio, P 1-5.
91. **Surico G. et Iavermicocca, 1989.** A semiselective medium for the isolation of *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. *Rev. Phytopat.*, Vol. 79, N° 2, pp 185-190.
92. **Surico G., 1993.** Scanning Electroning of olive and oleander leaves colonized by *Pseudomonas syringae* Subsp. *Savastanoi*. *Jour. Phytopat.* N° 138, pp 31- 40.
93. **Tebib M., 2003.** *Contribution à l'étiologie du dépérissement de l'olivier à Tizi-Ouzou, Bouira et Boumerdes.* Thèse Ing. Agro., Univ. Tizi-Ouzou, 88p.
94. **Teviotdale L. et Sibbett G. S., 1995,** Consistent annual treatment helps culture olive leaf spot control in California Agriculture, 1995, N° 49, Vol. 5, pp 27-32.
95. **Thanassoulopoulos C.C., Biris D. A. et Tjamos C.E., 1979.** Survey of *Verticillium* Wilt of olive trees in Greece. *Plant disease Reporter* Vol. 63, N°11, pp 936-940.
96. **Tjamos C.E., 1993,** Prospects and strategies in controlling *Verticillium* Wilt of olive, Bull. OEPP/EPPO, Bull. N° 23, pp 505-512.
97. **Tombesi Agostino, Antonella Lavini, Milagros Saavedra Saavedra, Ricardo Fernández-escobar, Riccardo D'andria, Sergio Tombesi et Taïeb Jardak, 2007,** Techniques de production en oléiculture, Conseil oléicole international, p346.
98. **Tosi L, Zizzerini A., 1998,** An epidemiological study on *Verticillium* wilt of olive in central Italy in *Olivae*, 1998, N°71, pp 50-55.
99. **Valvaro L. et Martella L., 1993.** Virulent and avirulent of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* as colonizers of olive leaves: evaluation of possible biological control of olive knot pathogen. Bull. OEPP/EPPO, Bull. N°23, pp 423-427.
100. **Veillet S., 2010.** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation, Thèse de Doctorat, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse. P153.
101. **Warlop F., 2003.** Stratégies de lutte contre les mouches des fruits : rétrospective et perspectives, Infos, Arbo Bio, GRAB, P 1-7.
102. **Warlop F., 2006.** *Limitation des populations de ravageurs de l'olivier par le recours à la lutte biologique par conservation*, Cahiers Agricultures vol. 15, N°5, P7.

- 103. Yahiaoui R., Guéchi A., Lukasova E., et Girre L., 1994,** Mutagenic and membranal effect of phytotoxic molecule isolated from olive parasitized by the fungus *Cycloconium oleaginum* Cast. in Jour Mycop., 1994, Vol. 126, N°2, pp 121-129.
- 104. Yokoyama V.Y., 2015.** Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California Table Olives, USA: Invasion, Distribution, and Management Implications. *Jour. Integ. Pest Management*, N° 01, Vol. 06, p18.