



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 Alimentaires



Mémoire de fin de cycle

En vue d'obtention du diplôme de Master en sciences alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Impact des attaques de la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) sur la qualité des fruits de la variété *Chemlal*

Présenté par :

M MEBARKI Yanis

M MESSAOUI Amine

Membres du jury

▪ Président	M SADOUDI R	MCA	UMMTO
▪ Examinatrice	Mme BENTAYEB S	MCB	UMMTO
▪ Promoteur	M FACI M	MCB	UMMTO
▪ Co-promotrice	Mme REMANE-BENMALEME Y	MCB	UMMTO

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné la santé, la volonté, la patience d'entamer et de terminer ce modeste projet de fin d'études.

Nous tenons également par le présent travail à témoigner notre profonde reconnaissance et gratitude envers notre encadrant, en l'occurrence Monsieur FACI Massinissa, pour son soutien constant, sa disponibilité, ses inestimables efforts et précieux conseils tout au long de l'élaboration de ce mémoire ;

Nous remercions notre co-promotrice, Mme REMANE-BENMALEME Y, pour son soutien et pour ses conseils, sa disponibilité, qui ont grandement contribué à la réalisation de ce travail ;

Nous tenons aussi à gratifier et remercier les Membres de Jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail ;

Nous remercions tout le personnel du laboratoire physico-chimique et de laboratoire microbiologique de département de sciences alimentaires de l'UMMTO de nous avoir accueilli et donné la possibilité de réaliser ce travail

Enfin, nous n'oublions pas de témoigner notre reconnaissance profonde envers l'ensemble du corps professoral de l'UMMTO, qui a accompli un travail colossal pour nous offrir les meilleures conditions d'études et nous a permis de mener à bien notre formation.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont Chers,

A ma chère «Mère», aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel, ma considération pour les sacrifices que t'as consenti en vue de mon instruction et bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, Puisse Dieu, le Tout Puissant, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A mon cher «Père», je te dédie ce travail qui est le fruit de tes efforts et de tout ce que tu as traversé, afin que je puisse finaliser mon éducation et ma formation académique le long de ces années. Que Dieu te protège et te garde pour nous.

A mon très cher Frère «Nassim» ainsi que ma petite princesse «Kenza» et à toute la Famille pour leurs encouragements et soutien moral ;

A la mémoire de ma «Grand-Mère», j'espère que, du monde qui est le tien maintenant, elle apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de ton âme..

A mes Amis et mes camarades «Mohamed», «Abdelhadi», «M'Hamed», «Amine», «Hadjer», «Messad», «Anyà», «Nadjat» qui étaient toujours là pour moi.

Monsieur MESSAOUI Amine

Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire à toutes les personnes qui ont marqué mon parcours et contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce travail.

À ma famille, et plus particulièrement à mes parents, mon frère «Massy» pour leur soutien indéfectible, leur amour constant et leurs sacrifices. Vous avez été ma source de force et d'inspiration tout au long de mon parcours. Ce travail vous est dédié.

À mes amis «Noureddine», «Mahdi», «Ayoub», pour leur présence bienveillante, leur encouragement et leur compréhension, même dans les moments les plus difficiles. Votre soutien m'a été précieux.

À mes enseignants et encadrant, pour leur patience, leurs précieux conseils et leurs enseignements, qui ont enrichi ma réflexion et m'ont permis d'aller jusqu'au bout de ce projet.

Enfin, à toutes celles et ceux qui m'ont aidé, inspiré ou soutenu de quelque manière que ce soit. Ce mémoire est également le fruit de vos contributions.

Monsieur MEBARKI Yanis

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Partie bibliographique

Chapitre I : L'olivier et produits oléicoles

I. Histoire et botanique de l'olivier	3
II. Situation de l'oléiculture dans le monde	4
III. Oléiculture en Algérie.....	6
III.1. Variétés cultivées en Algérie.....	8
IV. Oléiculture dans la wilaya de Tizi-Ouzou	9
V. Généralités sur le fruit de l'olivier	10
a) Description du fruit d'olivier	10
b) Maturation des olives	10
b.1. Olives vertes	10
b.2. Olives tournantes	11
b.3. Olives mûres	11
c) Utilisation de l'olive	11
c.1. L'olive de table.....	11
c.2. L'huile d'olive.....	11
c.3. Classification des huiles d'olive.....	12

Chapitre II : Mouche de l'olive

I. Mouche de l'olive (<i>Bactrocera oleae</i>).....	13
I.1. Description	13
I.2. Cycle de développement.....	13
I.3. Répartition géographique de la mouche d'olive	15

I.4. Moyen de déplacement et de dispersion	15
I.5. Facteurs favorisant le développement	16
I.6. Dégâts causés aux olives par la mouche de l'olive.....	17
I.6.1. Dommages directs	17
I.6.2. Dommages indirects.....	18
I.7. Méthodes de lutte.....	19
a. Lutte chimique	19
b. Lutte biologique	19
c. Pratiques culturales de contrôle	20
d. Dispositifs électroniques et modélisation	20

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et méthodes

I. Échantillonnage	21
II. Analyses pomologique	22
III. Analyses physico-chimiques.....	23
III.1. Humidité des olives.....	23
III.2. Dosage des phénols totaux	23
IV. Analyses microbiologiques.....	23
1. Préparation de la solution initiale	24
2. Préparation des dilutions	24
3. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)	24
4. Dénombrement des coliformes fécaux et totaux	24
5. Dénombrement des levures et moisissures	25
6. Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfite-réducteurs (CSR)	25

7. Analyses statistiques	25
--------------------------------	----

Chapitre IV : Résultats et discussions

I. Analyses pomologiques	
I.1. Poids moyen du fruit (PMF)	26
I.2. Poids de la pulpe (la chair).....	27
I.3. Indice de rendement (P/F).....	28
II. Analyses physicochimiques	
1. Humidité des olives	29
2. Teneur en phénols totaux.....	30
III. Analyses microbiologiques	
II.1 La flore totale aérobie mésophile (FTAM)	33
II.2 Dénombrement des coliformes fécaux et totaux	34
II.3 Dénombrement des levures et moisissures	35
II.4 Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs (CSR)	36
Conclusion	37

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

AFIDOL : Association Française Interprofessionnelle de l'Olive

ITAF : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière

IND : Indénombrable

ND : Non détecté

COI : Conseil oléicole international

Cvs : Cultivars

ISO : Organisation internationale de normalisation

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Qx : Quintaux

Ha : Hectare

MADR : Ministère d'Agriculture et de Développement Rurale

UFC : Unité formant colonie

CAWJ : La Chambre d'Agriculture de la Wilaya de Jijel

OGA : Oxytetracycline–Glucose–Agar

OP : Les organophosphates

PYR : Les pyréthroïdes

OVI : Olive verte infestée

OVNI : Olive verte non infestée

OMI : Olive mauve infestée

OMNI : Olive mauve non infestée

ONI : Olive noir infestée

ONNI : Olive noir non infestée

PMF : Poids moyen du fruit

PC : Pourcentage de la chair

PCA : Plate Count Agar

FMAT : Flore Mésophile Aérobie Totale

CT : Coliformes Totaux

CF : Coliformes Fécaux

CSR : Clostridium sulfito-réducteurs

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar

VF : Viande de foie

Liste des Tableaux

Tableau I : Classement des 10 plus grands pays producteurs d'olives au monde.....	5
Tableau II : Production d'olive par continent	6
Tableau III : Variétés autochtones et étrangères de la collection de Takerietz.....	8
Tableau IV : Quelques variétés d'olive cultivées en Algérie.....	8
Tableau V : Résultats de dénombrement de différentes bactéries dans les olives noirs (sains/Infestés).....	32

Liste des Figures

Figure 1 : Schéma simplifié du genre <i>Olea</i> (Oleaceae) et biogéographie des taxons.....	4
Figure 2 : Carte du verger oléicole mondial	5
Figure 3 : Carte oléicole d'Algérie	7
Figure 4 : Schéma d'une coupe transversale et longitudinale d'une olive	10
Figure 5 : Les olives de table	11
Figure 6 : L'huile d'olive	12
Figure 7 : Mouche de l'olive, femelle adulte.....	13
Figure 8 : Cycle de développement de la mouche de l'olive.....	14
Figure 9 : Carte de répartition de la population de la mouche de l'olive.....	15
Figure 10 : Trous causés par la mouche.....	18
Figure 11 : Piqûre de ponte d'une femelle.....	18
Figure 12 : Les fruits et le noyau utilisés dans l'analyse	22
Figure 13 : Pâte d'olive broyée et placée dans des boîtes de petri en verre.....	23
Figure 14 : Variations du poids du fruit influencé par le stade de maturité et l'infestation par la mouche d'olive	26
Figure 15 : Variation du poids de la pulpe.....	27
Figure 16 : Indice de rendement des olives	28
Figure 17 : Le pourcentage d'humidité de différents échantillons d'olives.....	29
Figure 18 : Teneur en phénols totaux de différents échantillons d'olives.....	30
Figure 19 : Résultats de dénombrement de la FMAT des olives noirs (sains/infestés).....	33
Figure 20 : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux et totaux.....	34
Figure 21 : Résultats de dénombrement des champignons (Levures et moisissures).....	35
Figure 22 : Résultats de dénombrement de spores de <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> (CSR)	36



Introduction

Introduction

L'olivier (*Olea europaea L.*), arbre emblématique du bassin méditerranéen, appartient à la famille des *Oléacées*. Cette espèce, cultivée depuis des millénaires, occupe une place centrale dans les paysages, l'agriculture et les traditions des sociétés méditerranéennes. Il existe deux formes principales : l'olivier sauvage (*oléastre*), caractérisé par son port buissonnant et sa rusticité, et l'olivier cultivé (*Olea europaea sativa*), sélectionné pour ses rendements fruitiers élevés et la qualité de ses olives, doté d'une longévité remarquable, l'olivier est reconnu pour sa capacité à s'adapter à des conditions climatiques difficiles, notamment la sécheresse et les sols pauvres. Son fruit (l'olive) est essentiellement transformé en olives de table ou pressée pour en extraire son huile (Gharbi et *al.*, 2014). La production de l'huile d'olive repose entièrement sur des procédés mécaniques et naturels conçus pour préserver les composés phénoliques, les antioxydants et les arômes caractéristiques de l'olive. Grâce à son ancrage millénaire dans les cultures méditerranéennes et ses bienfaits pour la santé, l'huile d'olive est devenue un produit de plus en plus recherché. Aujourd'hui, la demande mondiale ne cesse d'augmenter, ce qui a entraîné une forte croissance de la production. En 2023, elle a atteint 2,76 millions de tonnes (COI., 2024).

L'oléiculture constitue un secteur stratégique pour l'économie algérienne, avec 868754 tonnes d'olives produites en 2023, le pays est classé au 9^e rang mondial des pays producteurs d'huile d'olive et au 4^e rang pour les olives de table (Ghernoug et *al.*, 2023). En Kabylie l'olivier occupe une place centrale dans l'agriculture locale. Le développement de l'oléiculture dans la région est dû non seulement à des conditions climatiques favorables, mais aussi à un attachement historique à cette culture. Cette dernière repose sur des savoir-faire traditionnels transmis de génération en génération, constituant une ressource économique importante pour les familles rurales (Khelfaoui et Hamidi., 2018). Cette activité bénéficie d'une grande importance dans les programmes de développement agricole algériens, compte tenu de son important potentiel de production et son potentiel d'adaptation (Choukachei et Souidi., 2023).

D'après Lantero et *al.* (2023), environ 40% de la production agricole mondiale est perdue chaque année à cause des ravageurs et des maladies, avec un coût économique estimé à plus de 290 milliards de dollars, les trois principaux ravageurs de l'olivier ont été reconnus : la mouche de l'olivier « *Bactrocera oleae* » (Rossi, 1790), la teigne de l'olivier « *Prays oleae* » (Bernard, 1788) et la cochenille noire « *Saissetia oleae* » (Olivier, 1791). La mouche de l'olivier reste le ravageur le plus important de l'olivier soit en moyenne à plus de 15 % de la production d'olive dans le monde par an, et à la suite elle engendre des pertes sur la valeur de l'huile allant jusqu'à 80 % et à 100 % de certains cultivars de table, entraînant leur rejet (Nobre., 2019). La mouche de l'olive provoque de graves pertes économiques qui ont été estimées à plus d'un milliard de dollars par an rien qu'en

Méditerranée (Caselli & Petacchi., 2021).

L'objectif de ce travail est d'étudier les effets des infestations de la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) sur la quantité et la qualité des olives de la variété « *Chemlal* », afin de mieux cerner les risques qui pèsent sur la production oléicole de la région. Pour se faire, des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées par nos soins.

Dans ce mémoire, nous commençons par une synthèse bibliographique approfondie. Dans le premier chapitre, nous abordons la culture de l'olivier et les produits oléicoles, en examinant leur place dans le monde et plus particulièrement en Algérie. Le deuxième chapitre est entièrement consacré à la mouche de l'olive, *Bactrocera oleae*, où nous détaillons sa biologie, les dégâts qu'elle occasionne et les méthodes de lutte. Par la suite, dans la partie expérimentale, nous présentons dans un premier chapitre le matériel et les méthodes que nous avons employées pour nos analyses. Enfin, le deuxième chapitre de cette partie expose et discute nos résultats concernant les effets de l'infestation de la mouche sur les caractéristiques pomologiques, physico-chimiques et microbiologiques des olives.



Première partie
Synthèse bibliographique



Chapitre I
Olivier et produits oléicoles

I. Historique et botanique de l'olivier

La domestication de l'olivier trouve ses origines dans les régions orientales du bassin méditerranéen et remonte généralement à la période du Néolithique. Des recherches archéologiques révèlent que l'olivier sauvage (*Olea europaea* var. *sylvestris*) était déjà présent dans la région du Levant depuis le Pléistocène moyen. Toutefois, ce n'est qu'à partir du Néolithique, aux environs de 7600–7000 ans av J-C, que l'on observe les premières traces de la production d'huile d'olive (Zohary et al., 2012). Cette culture connaît une expansion considérable et s'impose progressivement dans l'ensemble du bassin méditerranéen, où elle devient l'une des principales sources de matières grasses (Besnard et al., 2018). Les oliviers s'adaptent parfaitement aux étés longs et secs du climat subtropical de cette région (COI., 1997b). Le commerce de l'huile et des olives, attesté dès le XIV^e siècle av. J.-C. par les tablettes d'Ougarit, illustre l'importance stratégique de l'oléiculture dans les échanges méditerranéens. Plus qu'une simple denrée alimentaire, l'huile d'olive constituait un produit à haute valeur économique et culturelle (Kaniewski et al., 2012). Les oliveraies traditionnelles constituent ainsi un élément essentiel des paysages méditerranéens ; implantées principalement en zones montagneuses, elles jouent un rôle déterminant dans la lutte contre l'érosion des sols et offrent un habitat privilégié à la biodiversité locale (Lantero et al., 2023).

D'un point de vue biologique et taxonomique cette plante est classée dans la famille des Oléacées (figure 1). L'olivier appartient à l'ordre des *Lamiales*, qui regroupe environ 25 genres (tels que le lilas, les troènes ou encore les frênes) et près de 700 espèces (Wallander & Albert, 2000). Au sein de cette famille, le genre *Olea* (sous-tribu des *Oleinae*) rassemble une quarantaine de taxons (espèces et sous-espèces) répartis principalement en Afrique et en Asie (Green, 2002). Parmi eux, *Olea europaea* L. constitue la seule espèce méditerranéenne largement cultivée. Cette espèce se subdivise en six sous-espèces géographiques, dont *laperrinei* dans les montagnes sahariennes, *maroccana* au Maroc, *guanchica* aux Canaries, *cerasiformis* à Madère, et *cuspidata* en Afrique subsaharienne (Besnard et al., 2013). La sous-espèce *O. europaea* subsp. *europaea* (Olivier cultivé), se décline quant à elle en deux variétés : la forme cultivée (var. *europaea*) et l'olivier sauvage ou oléastre (var. *sylvestris*) (Green, 2002).

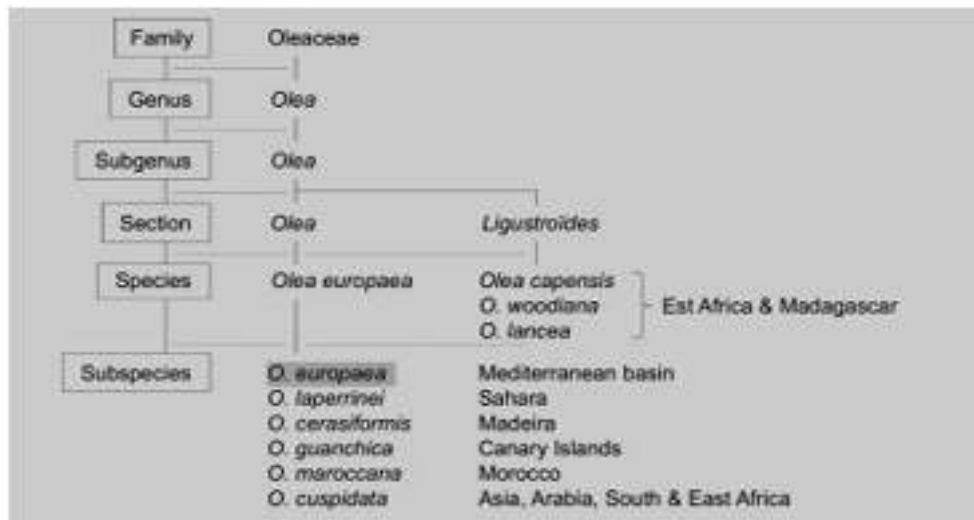


Figure 1: Schéma simplifié du genre *Olea* (*Oleaceae*) et biogéographie des taxons (Ali et *al.*, 2014).

II. Situation de l'oléiculture dans le monde

La culture mondiale de l'olivier est estimée à environ 1 000 millions d'oliviers, occupant une superficie de 10,2 millions d'hectares, dont plus de 90 % de la superficie totale est située dans le bassin méditerranéen. L'oléiculture s'est étendue au-delà du bassin méditerranéen, s'implantant dans plusieurs régions du monde présentant des conditions climatiques similaires (Ali et *al.*, 2014). C'est le cas de certaines zones d'Australie méridionale et occidentale, caractérisées par des étés secs et chauds et des hivers doux et pluvieux, ainsi qu'en Afrique du Sud, en Amérique du Nord (Californie) et en Amérique du Sud (Argentine, Chili, Pérou). Ces environnements offrent des conditions favorables à l'adaptation et au développement de la culture oléicole. Près de 80 % des superficies oléicoles mondiales se concentrent dans les pays du nord de la Méditerranée (Espagne, Italie, Grèce, Turquie) et environ 17 % se trouvent au Moyen-Orient (Jordanie, Syrie, Irak, Iran) ainsi qu'en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Égypte). En dehors du bassin méditerranéen et du Moyen-Orient, les autres pays ne totalisent qu'environ 2 % des superficies oléicoles mondiales, principalement localisées en Amérique du Nord (États-Unis) et en Amérique du Sud (Mexique, Argentine, Pérou) (Ali et *al.*, 2014). La répartition des principaux pays producteurs est illustrée à la figure 2.



Figure 2: Carte du verger oléicole mondial (AFIDOL, 2023).

Selon les statistiques de la FAO (2023), la superficie mondiale consacrée à l'olivier est passée de 5,1 millions d'hectares en 1980 à environ 11 millions d'hectares en 2022. Parallèlement, la production mondiale d'olives a presque doublé, évoluant de 11 millions de tonnes en 1980 à 21 millions de tonnes en 2022 (tableau I). Malgré cette expansion, le rendement moyen est demeuré relativement stable au cours de la période, oscillant entre 1,2 et 2,3 tonnes par hectare. En ce qui concerne l'huile d'olive, la production mondiale a connu une croissance significative, triplant en six décennies : elle est passée de 1,9 million de tonnes en 1980 à 3,3 millions de tonnes en 2021 (FAO, 2024).

Tableau I : Classement des 10 plus grands pays producteurs d'olives au monde en 2022 (FAO, 2023).

Pays	Production d'olives en 2022 (tonnes)
Espagne	3 940 070
Türkiye	2 976 000
Italie	2 160 400
Maroc	1 968 111
Tunisie	1 200 000
Égypte	1 011 444
Syrie	990 948
Algérie	847 032
Portugal	791 660
Arabie Saoudite	3880

Tableau II : Production d'olive par continent (FAO, 2023).

Continent	Production d'olives en 2022 (tonnes)
Afrique	5 194 027
Amériques	840 433
Asie	5 118 766
Europe	10 126 970
Océanie	98 362

À l'échelle continentale (tableau II), la production d'olives est largement dominée par l'Europe, qui assure à elle seule près de 10 millions de tonnes par an, soit la plus grande part de la production mondiale. L'Afrique et l'Asie occupent la deuxième position, représentant ensemble environ 47 % de la production mondiale, avec respectivement 5,19 millions et 5,11 millions de tonnes. Les autres continents contribuent de manière marginale : l'Amérique produit environ 840 000 tonnes, tandis que l'Océanie se limite à près de 98 000 tonnes (FAO, 2023).

III. Oléiculture en Algérie

La production d'huile d'olive en Algérie connaît une progression constante, soutenue notamment par la mise en œuvre du Programme national de développement agricole (PNDA), qui vise à financer et à accompagner les agriculteurs à l'échelle nationale. Dans ce cadre, l'État accorde des aides financières aux oléicultures pour l'extension des plantations d'oliviers ainsi qu'aux producteurs d'huile d'olive (Boussahel et *al.*, 2020). Grâce à ce programme, les surfaces oléicoles ont augmenté pour atteindre une superficie de près de 440 000 hectares, concentrées principalement dans les wilayas du nord du pays (APS, 2023).

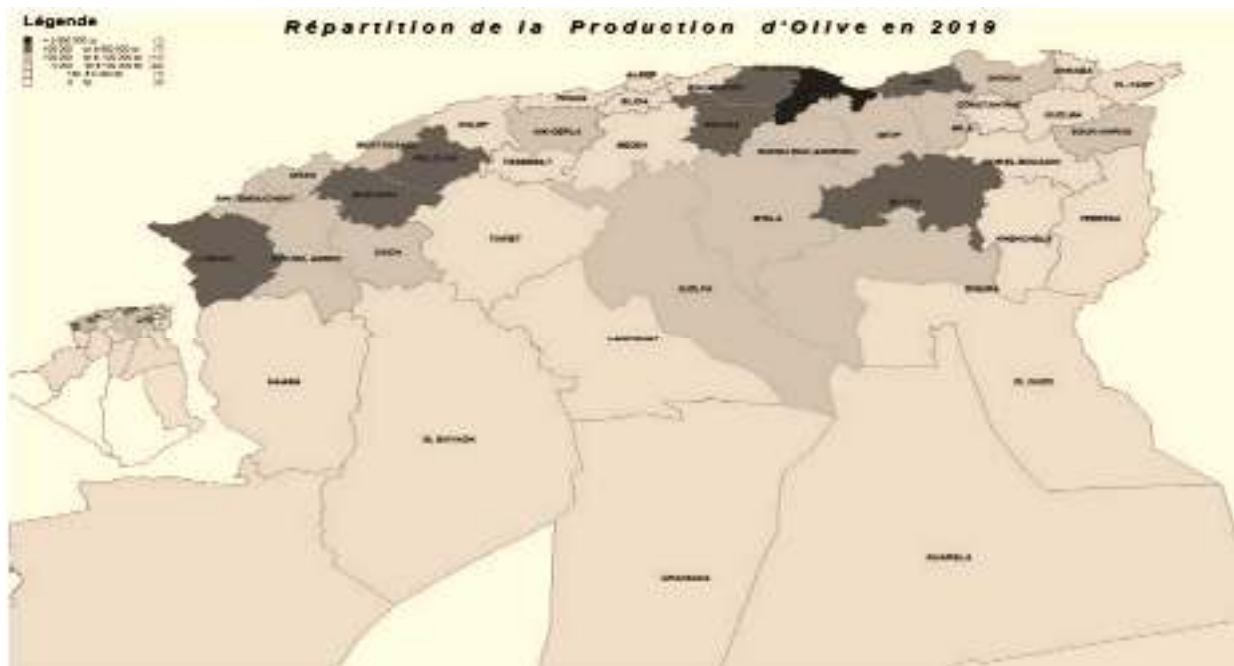


Figure 3 : Carte oléicole d'Algérie (MADR, 2019).

Ces dernières décennies, l'Algérie a connu une extension significative des superficies oléicoles vers les zones steppiques, présahariennes et sahariennes du pays, marquant ainsi une nouvelle orientation stratégique de l'oléiculture (Figure 3). Cette expansion dans des environnements arides illustre à la fois la remarquable résistance de l'olivier et la volonté nationale de valoriser des terres arides du pays. L'oléiculture occupe aujourd'hui une place stratégique dans l'agriculture nationale. Elle représente environ 45 % de la surface totale de l'arboriculture fruitière et se positionnant ainsi en tête des filières fruitières en Algérie. Avec une production dépassant les 100 millions de litres d'huile par an, l'oléiculture contribue ainsi à assurer l'autosuffisance nationale en huile d'olive (APS, 2023). La majeure partie de cette production, estimée à environ 90,5 mille tonnes, est destinée à la consommation locale (COI, 2024). La valorisation commerciale d'une huile d'olive de qualité supérieure reste un défi majeur, en raison notamment de contraintes liées à la normalisation, au conditionnement et à l'accès aux marchés internationaux (Boussahel et al., 2020).

La consommation nationale d'olives de table a également augmenté au cours de la dernière décennie. Selon le Conseil oléicole international (COI, 2022), elle est passée de 14 000 tonnes en 2010/11 à environ 285 000 tonnes en 2021/22, soit une production nationale multipliée par 20 en 10 ans.

III.1. Variétés cultivées en Algérie

L'Algérie dispose d'un patrimoine oléicole particulièrement riche (Tableau 3 et 4), comptant plus de 55 cultivars autochtones identifiés et la plupart sont conservés à la Ferme de Démonstration de ITAFV de Takerietz. Actuellement, la collection est constituée de 174 variétés dont 36 variétés autochtones et 138 étrangères introduites (ITAF, 2023), dont certaines sont destinées à la production d'huile et d'autres aux olives de table. Certains cultivars ont fait l'objet de caractérisations morphologiques et moléculaires permettant de mieux comprendre leur potentiel d'adaptation (Besnard et *al.*, 2013). Parmi ces variétés, la *Chemlal* est la variété la plus dominante du verger oléicole nationale, originaire de Kabylie, elle couvre près de 60 % de ma surface oléicole et se distingue par ses fruits destinés exclusivement à la production de l'huile d'olive, avec un rendement en huile variant de 18 à 22 % selon les conditions de culture (ITAF, 2023). Elle est reconnue également pour la qualité sensorielle de son huile, notamment son gout doux très apprécié par les populations locales.

Tableau III : Les variétés autochtones et étrangères de la collection de Takerietz (ITAF., 2023)

PAYS D'ORIGINE	ALGERIE	TUNISIE	MAROC	ITALIE	Espagne	Portugal	GRECE	France	TURQUIE	JORDANIE	CHYPRE	LIBAN	PALESTINE	USA	TOTAL
NOMBRE DE VARIETES	36	11	02	57	10	11	12	21	04	03	02	02	02	01	174

Tableau IV : Quelques variétés d'olive cultivées en Algérie (ITAF, 2023)

Variétés	Origine	Destination	Rendement en huile par Quintal	Productivité des oliviers	Résistance
Abani	Valée de Oued El Arab, Cherchar, Khenchela	Huile	16 à 20%	Elevée	Rustique
Azeradj	Sedouk, Wilaya de Béjaia	Double fin	24 à 28 %	Moyenne	Résistante à la sécheresse
Bouichret	Tazmalt, Wilaya de Béjaia	Huile	20 à 24 %	Moyenne	Rustique
Chemlal	Kabylie	Huile	18 à 22 %	Elevée	Rustique
Limli	Sidi Aich, Wilaya de Béjaia	Huile	20 à 24 %	Moyenne	Peu tolérante au froid, mais résistante à la sécheresse

Sigoise	Plaine de Sig, Wilaya de Mascara	Double fin	18 à 22 %	Moyenne	Moyennement résistante au froid et à la sécheresse et tolérante aux eaux salées
---------	----------------------------------	------------	-----------	---------	---

La *Sigoise* constitue la deuxième variété oléicole dominante en Algérie, concentrée principalement dans l'Ouest du pays, notamment dans les plaines de Sig (Mascara) et de Tlemcen. Elle occupe environ 25 % du verger national et se distingue pour sa double vocation, à la fois pour l'extraction d'huile et comme olive de table (Mohamadi et *al.*, 2014). Le patrimoine oléicole algérien se caractérise également par l'existence de variétés régionales, tels que la *Limli* et *Azeradj* localisées dans la vallée de la Soummam (Kabylie), la *Hamra* dans la région de Constantine et la *Neb Djemel* dans les Aurès, dont la plupart sont destinées à la production d'huile (ITAF, 2023).

IV. Oléiculture dans la wilaya de Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou est une région à vocation oléicole, caractérisé par une oléiculture traditionnelle et vivrière où l'oléiculture occupe une place stratégique tant sur le plan agricole qu'économique. Selon les données de la Direction des Services Agricoles (DSA) de la campagne de 2023-2024, la superficie totale dédiée à cette culture dépasse 38 650 hectares, contenant près de 4,33 millions d'oliviers. Environ 77 % de la superficie totale, correspondant à plus de 3,13 millions d'oliviers, sont actuellement en production. Durant la même année, la région a enregistré une production avoisinant 7 millions de litres d'huile d'olive (DSA., 2024).

L'oléiculture de Tizi-Ouzou contribue ainsi à la création de l'emploi agricole et au développement économique de cette région rurale. Toutefois, malgré ce potentiel considérable, la filière locale est confrontée à des défis majeurs, liés notamment à la valorisation qualitative de la production et à l'adaptation des vergers aux changements climatiques. La prédominance des pratiques culturelles traditionnelles et l'âge avancé des arbres limitent davantage la productivité des oliviers, avec des rendements moyens estimés à seulement 20 litres d'huile par quintal d'olives. L'ancienneté du parc huilier de la région constitue l'un des facteurs majeurs influençant la qualité des huiles produites. La wilaya dispose d'une importante industrie de transformation (près de 339 huileries), la majorité demeure encore de type traditionnel (165 unités), contre seulement 114 modernes et 60 semi-automatiques (DSA., 2024).

V. Généralités sur le fruit de l'olivier

a) Description du fruit d'olive

L'olive est un fruit de type drupe, caractérisé par un mésocarpe charnu, renfermant un noyau lignifié. La morphologie du fruit est généralement ovoïde ou ellipsoïdale, avec un diamètre variant de 1 à 3 cm, selon la variété et les conditions de culture (Argenson *et al.*, 1999).

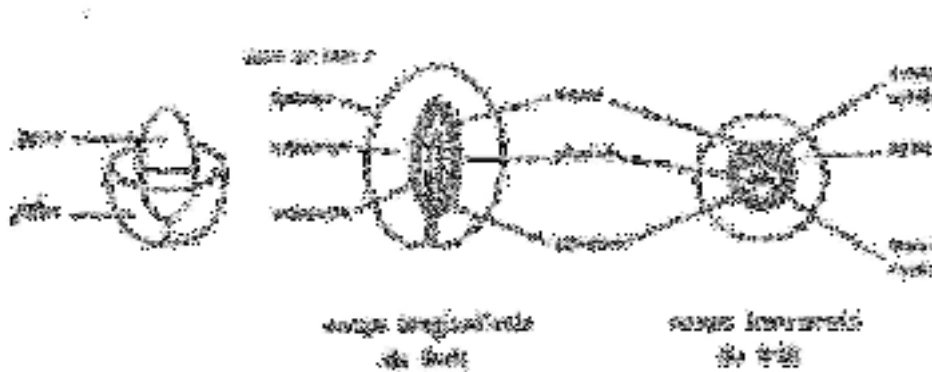


Figure 4 : Schéma d'une coupe transversale et longitudinale d'une olive (Bianchi., 2003).

L'olive se distingue par sa richesse en lipides, qui varie entre 12 et 30 % en fonction de la variété, du stade de maturité et des conditions pédo-climatiques (COI, 2025). L'olive contient également une faible proportion de sucres fermentescibles (2,6 à 6 %), ce qui la différencie d'autres drupes plus sucrées (pouvant dépasser 12 %). Sur le plan organoleptique, elle est marquée par la présence de composés phénoliques au goût généralement amer, notamment l'oleuropéine, responsable de la qualité sensorielle caractéristique de l'huile d'olive.

b) Maturation des olives

Selon le conseil oléicole international, les olives sont classées en fonction du degré de maturité des fruits frais, dont les principaux types sont :

b.1. Olives vertes : ce sont des olives récoltées au cours du cycle de maturation, lorsqu'elles ont atteint leur taille définitive (environ 3 à 5 g), mais avant tout changement de couleur. Elles sont généralement cueillies à la main au moment où la teinte évolue du vert feuille vers un vert légèrement jaunâtre, lorsque la pulpe commence à se raffermir. À ce stade précoce, la teneur en huile demeure relativement faible, alors que la concentration en composés phénoliques, notamment l'oleuropéine, est particulièrement élevée. Ces composés confèrent aux huiles issues de ce stade des caractéristiques sensorielles marquées, souvent associées à une amertume et un piquant prononcés (COI, 2025).

b.2. Olives tournantes : ce sont des olives récoltées au moment où la couleur du fruit commence à évoluer, passant progressivement du vert au violet ou au brun. Elles sont cueillies avant la pleine maturité, lorsque la pulpe reste encore ferme et que l'accumulation d'huile n'est pas totalement achevée. Ce stade de récolte est particulièrement recherché pour obtenir des huiles riches en polyphénols et présentant un bon équilibre entre arômes fruités et amertume (COI., 2025).

b.3. Olives mûres : elles sont récoltées lorsque le fruit atteint un stade avancé de maturation, caractérisé par une coloration uniforme sombre (violet foncé à noir) et une teneur en huile maximale, propre à chaque variété (COI., 2025).

c) Utilisation de l'olive

c.1. L'olive de table

On appelle « olives de table » le produit préparé à partir des fruits sains de variétés de l'olivier cultivé (*Olea europaea L.*) choisies pour leur production de fruits dont le volume, la forme, la proportion de chair par rapport au noyau, la finesse de la chair, la saveur, la fermeté et la facilité à se séparer du noyau les rendent particulièrement aptes à la confiserie (COI, 2004).

L'olive de table est soumise à des traitements de désamérisations et conservé par fermentation naturelle, ou par traitement thermique, avec ou sans agent de conservation, conditionné avec ou sans liquide de couverture (COI, 2004). Certaines olives font toutefois exception à cette règle car, en mûrissant, elles augmentent leur teneur en sucre directement sur l'arbre (COI, 2025).



Figure 5 : Les olives de table (COI., 2025)

c.2. L'huile d'olive

L'huile d'olive est un élément fondamental du modèle alimentaire méditerranéen, inscrit au patrimoine culturel immatériel de l'UNESCO depuis 2013 (Lantero et *al.*, 2023).

Les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*), uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (COI, 2019).

L'huile d'olive a diverses fonctions dans la vie humaine. Elle était utilisée pour la cuisine, comme combustible, pour fabriquer du savon et comme médicament. Cette plante contient des nutriments bénéfiques pour l'homme, et beaucoup de gens en dépendent (FAO., 2024).

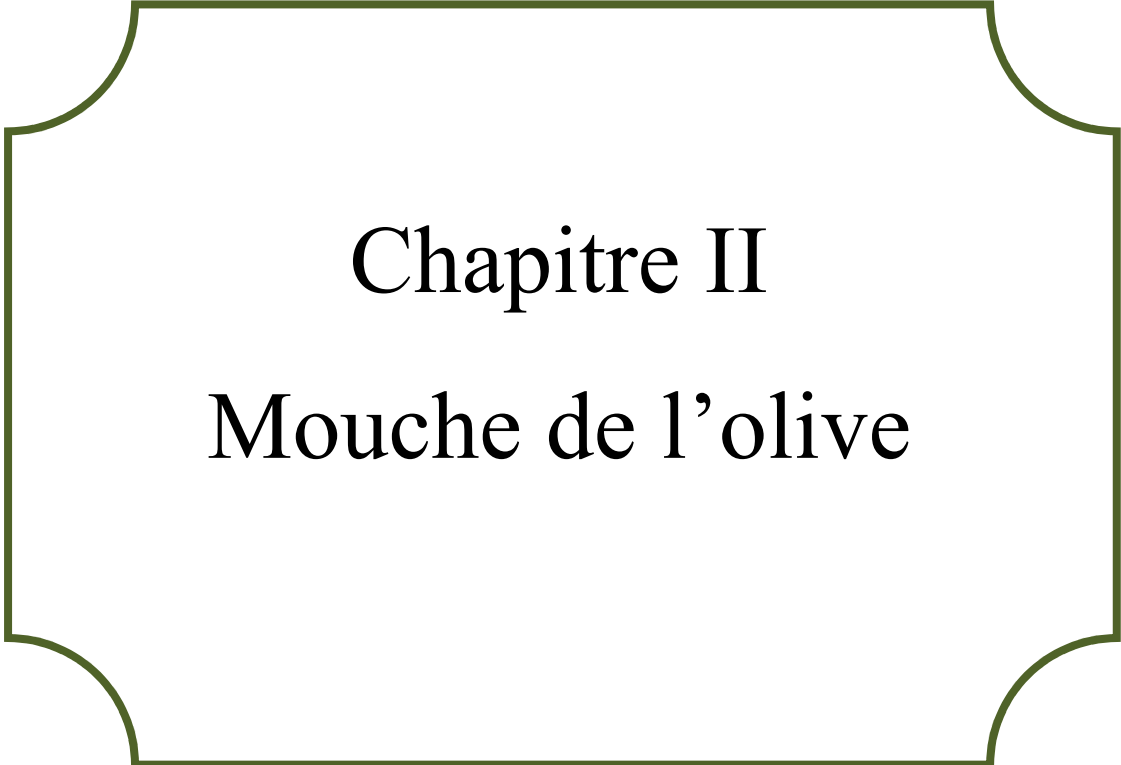


Figure 6 : L'huile d'olive (COI, 2019)

c.3. Classification des huiles d'olive

Selon les normes commerciales applicable aux huiles d'olive du Conseil Oléicole International (2019), on peut les classer comme suit :

- ✓ **Huile d'olive vierge extra :** Est une huile de meilleure qualité propre à la consommation en l'état, dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,80 gramme pour 100 grammes.
- ✓ **Huile d'olive vierge :** est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2,0 grammes pour 100 grammes
- ✓ **Huile d'olive vierge courante :** elle est aussi une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes
- ✓ **Huile d'olive vierge lampante :** est une huile qui doit faire l'objet d'un traitement avant sa consommation, dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques.



Chapitre II
Mouche de l'olive

I. Mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*)

I.1. Description

Bactrocera oleae Rossi (Diptera : Tephritidae) est largement connue sous le nom de mouche de l'olive et constitue un insecte nuisible destructeur qui affecte principalement les oliviers cultivés (*Olea europaea* L).

Cette mouche des fruits est principalement monophage et cible exclusivement les cultures d'oliviers pendant ses stades immatures, ce qui constitue une menace sérieuse pour la qualité la quantité de la production d'olives, avec environ 15 % du rendement des fruits d'olives par an (Majeed et al., 2025). La majeure partie de ces pertes sont causées par *Bactrocera oleae*, puisque ses stades larvaires se nourrissent de la pulpe de la drupe (Caselli & Petacchi, 2021).



Figure 7 : Mouche de l'olive, femelle adulte (Stavrianakis et al., 2025)

Selon INRA (2021) ils existent plusieurs stades de développement de cet insecte :

- **Adulte :** Il se distingue par sa couleur marron jaune, ses ailes transparentes qui ont une tache noire sur le coin externe de l'aile, et sa longueur qui atteint 5 mm. A l'extrémité de son abdomen se trouve un organe, appelé l'oviscapte responsable de la ponte.

- **Œufs :** Ils sont blancs transparents et de forme oblongue.

- **Larves :** Les chenilles sont de forme cylindrique, pointues à l'extrémité avant et larges à l'arrière, sans pattes, de couleur blanc jaunâtre, et leur longueur atteint de 7 à 8 mm. La larve passe par trois stades L1, L2 et L3.

- **Pupes :** Elles sont de forme cylindrique, de couleur brun jaunâtre, de 4 mm de longueur et 2 mm de largeur.

I.2. Cycle de développement

Le cycle de développement de la mouche de l'olive est très rapide, selon les conditions climatiques, trois à cinq générations se succèdent de juin à novembre. Les femelles pondent un œuf sous la peau de l'olive et l'asticot se développe à l'intérieur de la pulpe (CAWJ., 2014).

A la fin de son développement, la larve mange la pulpe juste sous l'épiderme et fore son trou de sortie. Puis elle recule dans le fruit pour se nymphoser. La nymphose se déroule sous la

forme d'une puppe durant environ 10 jours en été. Une fois sorti de la puppe, le nouvel adulte sèche ses ailes quelques minutes puis s'envole. Il est apte à se reproduire après quelques jours (AFIDOL, 2012).

En automne, si les températures baissent ou si la chair de l'olive devient laiteuse, la larve se laisse tomber au sol. La nymphose a alors lieu dans ce cas, au sol et s'étale jusqu'à l'été suivant. Les femelles peuvent pondre 400 à 500 œufs en quelques jours (AFIDOL, 2012).

En général, une même femelle ne pond qu'un œuf par olive, même si elle pique à plusieurs endroits (AFIDOL, 2012).

En hiver, les mouches au stade de puppe sont, sous la frondaison, au pied des arbres, dans les premiers centimètres de terre. La puppe est très résistante aux produits insecticides et aux conditions climatiques. Toutefois, en dessous de 0°C, sa survie est difficile. En dessous de -5 °C, la mortalité est importante. Sur une année normale, moins de 20 % des pupes passent réellement l'hiver (AFIDOL, 2012).

En été, si les températures dépassent 30 à 35°C, la fécondité des mouches diminue et de jeunes larves meurent. Si les températures atteignent 40 °C, des mouches même adultes meurent. Les canicules en été réduisent donc fortement le risque de dégâts (AFIDOL, 2012).

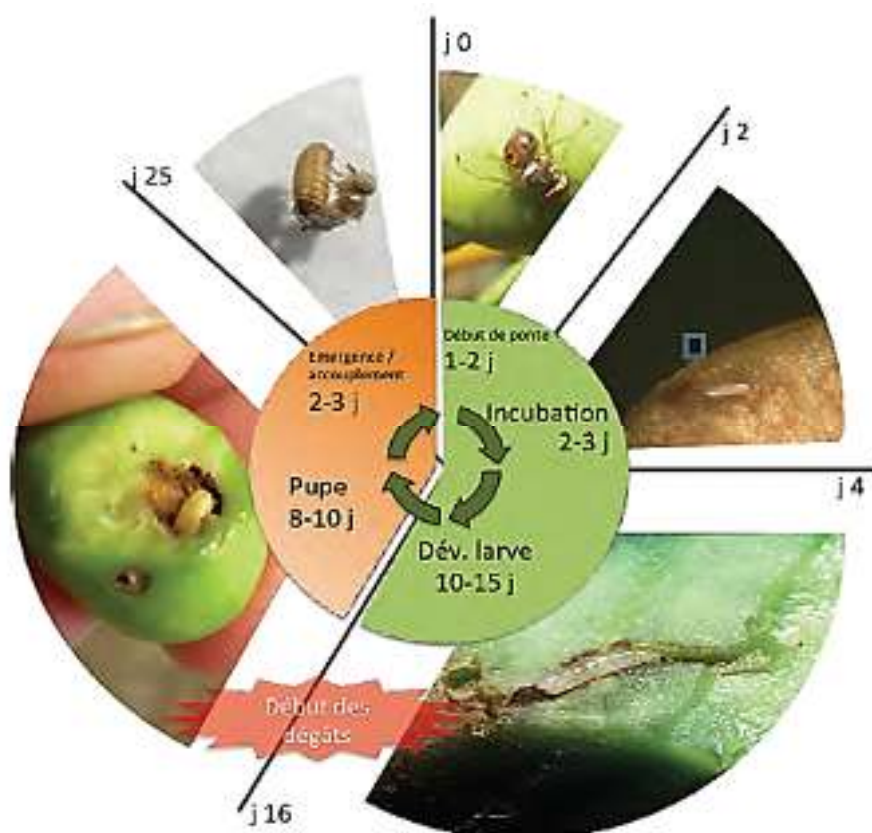


Figure 8 : Cycle de développement de la mouche de l'olive (AFIDOL., 2012)

I.3. Répartition géographique de la mouche d'olive

Bactrocera oleae est présent dans toute la zone oléicole méditerranéenne. On le trouve également (sur les oliviers sauvages) dans certaines régions d'Afrique orientale et australe, elle a envahi le territoire de 34 pays (Trombik et *al.*, 2023).

Ce ravageur est actuellement présent en Afrique du Sud et centrale, au Pakistan, en Europe méditerranéenne et au Moyen-Orient. Il a été récemment introduit en Californie, aux États-Unis et au Mexique (Varikou., 2022). Dans ces zones *B. oleae* peut compléter plusieurs générations qui varient d'une à quatre selon la température et les caractéristiques de la zone (par exemple, l'altitude, la distance à la mer) (Caselli & Petacchi, 2021).

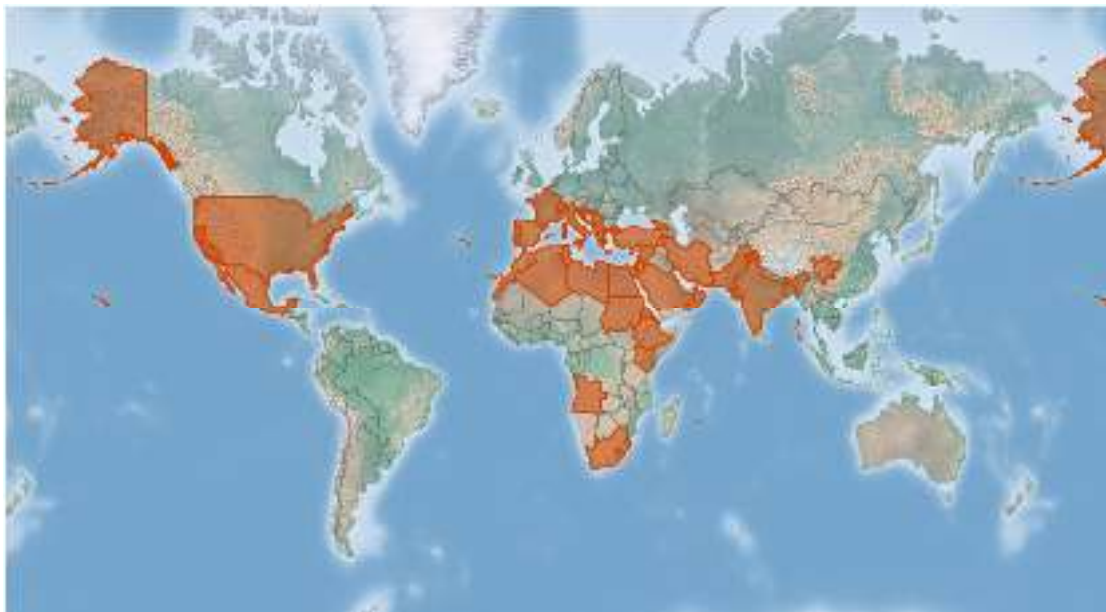


Figure 9 : Carte de répartition de la population de la mouche de l'olive (Varikou, 2022)

I.4. Moyen de déplacement et de dispersion

Les principaux moyens de déplacement et de dispersion de *Bactrocera oleae* sont le vol des adultes et le transport des fruits infestés vers de nouvelles zones (Varikou., 2022).

Bien que des études antérieures aient suggéré que certaines espèces de *Bactrocera oleae* pouvaient parcourir de longues distances (50 à 100 km), des recherches récentes n'ont trouvé aucune preuve solide pour confirmer ces distances de vol, remettant en question cette hypothèse (Varikou., 2022).

Le transport passif, souvent non différencié dans les études, reste un facteur important de dispersion. Les vecteurs de voie comprennent notamment les vêtements, les chaussures, les biens personnels, les contenants et emballages en bois, les véhicules terrestres, le courrier et les substrats comme le sol ou le sable, tous pouvant contribuer à une dispersion sur de longues distances

(Varikou., 2022).

C'est pourquoi de nombreux pays producteurs de fruits ont imposé des restrictions de quarantaine sur l'importation de produits provenant de régions infestées par des espèces particulières de mouches des fruits, et/ou exigent que les fruits et légumes subissent des traitements post-récolte (par exemple, fumigation, traitement par la chaleur/le froid et irradiation) avant que leur importation ne soit autorisée (Zeni et *al*, 2021).

I.5. Facteurs favorisant le développement de la mouche de l'olive

Le développement de la mouche de l'olive est influencé par plusieurs facteurs, ils sont multiples.

• Climat

La température influence directement le développement des œufs, les taux de croissance des larves et les périodes d'émergence des adultes. Des températures élevées peuvent accélérer le cycle de vie de la mouche de l'olive, favorisant un renouvellement plus rapide des populations et une augmentation potentielle des niveaux d'infestation (Stavrianakis et *al.*, 2025).

À l'inverse, des températures plus fraîches ralentissent le développement et limitent la croissance des populations. Selon les recherches, la température optimale pour le développement de la mouche de l'olive se situe entre 23 et 29 °C (Stavrianakis et *al.*, 2025).

L'humidité et les précipitations ont également un impact significatif : une humidité relative d'environ 60 % est considérée comme optimale. Une humidité adéquate est nécessaire pour le développement des œufs et la survie des adultes, mais des précipitations excessives peuvent perturber le comportement reproductif des mouches et réduire la viabilité des œufs (Stavrianakis et *al.*, 2025).

Les fluctuations de l'humidité peuvent aussi affecter les taux de développement et l'activité des adultes (Stavrianakis et *al.*, 2025).

Par ailleurs, les effets du changement climatique représentent une menace croissante : les modèles prédictifs indiquent que le réchauffement global pourrait entraîner un déplacement des populations des mouches vers des régions plus septentrionales, modifiant ainsi leur distribution géographique et compliquant les pratiques de gestion actuelles (Stavrianakis et *al.*, 2025).

• Zones précoces

Le micro climat y est plus favorable, ce qui réduit la mortalité durant l'hiver et stimule l'activité des insectes dès le mois de février. Il s'agit du littoral et de certains bassins particulièrement exposés. À l'inverse, les régions situées au-delà de 300 mètres d'altitude, moins

précoces et au climat plus rude, ne favorisent pas le développement massif de la mouche (AFIDOL., 2019).

- **Variétés**

En règle générale, les variétés précoces sont plus attaquées que les variétés à petits fruits, elles ont une attractivité plus grande par la mouche. Les variétés tardives le sont moins. Cependant, nous ne connaissons pas de variété qui ne soit pas attaquée si la population de mouche est importante (AFIDOL., 2013).

- **Irrigation**

L'apport d'eau aux oliviers permet d'obtenir des fruits plus précoces, donc plus attirants pour la mouche. Par ailleurs, l'eau est indispensable dans l'environnement de la mouche. L'irrigation favorise donc sa survie dans le verger (AFIDOL., 2019).

- **Taille**

Peut jouer un rôle positif en améliorant l'aération de l'arbre, mais elle peut être négative si, en réduisant la charge, elle favorise une augmentation de calibre des fruits. En effet, les olives plus grosses sont plus précoces et donc attaquées en priorité par la mouche (AFIDOL., 2019).

I.6. Dégâts causés aux olives par la mouche de l'olive

Les dommages sont causés par l'alimentation et les déchets digestifs (frass) des larves de la mouche de l'olive à l'intérieur des fruits.

II.11.1. Dommage direct

- **Dégâts quantitatifs**

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 (AFIDOL., 2015).

- **Dégâts qualitatifs**

En mettant la pulpe de l'olive au contact de l'air (trous de sortie, piqûre de ponte) et des déjections de la larve, les dégâts de mouche conduisent à une altération de la qualité de l'huile, facilement détectable au goût et par une augmentation de l'acidité, de l'indice de peroxyde et du K 232 (AFIDOL., 2015).

- **Comptage des dégâts**

- **Trous de sortie**

Quand on parle d'olives piquées dans le langage courant, on veut généralement parler d'olives présentant un trou de sortie de la mouche. Ce trou de 2 mm de diamètre est facile à repérer. Si l'épicarpe translucide est présent, la mouche est encore présente dans le fruit sous forme de

pupe. Si le trou est bien ouvert la mouche est sortie, elle est en vol dans le verger ou puppe fixée au sol (CAWJ., 2014).



Figure 10 : Trous causés par la mouche (Original, 2024)

– Piqûres de ponte

Les piqûres de ponte se caractérisent par une tâche brune d'un demi-millimètre de diamètre en forme de triangle ou ovale. La mouche peut faire une piqûre de ponte sans y déposer d'œuf ou sans qu'il y ait éclosion et développement larvaire (CAWJ., 2014).

Ce phénomène se constate particulièrement pendant les épisodes de forte chaleur soit parce que la femelle fait un trou pour s'hydrater, soit en raison de l'avortement de l'œuf.

C'est pour cette raison que l'observateur devra prélever quelques olives, soulever la peau sous la piqûre avec un couteau et vérifier avec une loupe la présence d'un œuf ou d'une galerie creusée par l'asticot. Ce dernier est très petit lorsqu'il sort de l'œuf (CAWJ., 2014).



Figure 11 : Piqûre de ponte d'une femelle (Profert., 2023)

II.11.2. Dommages indirects

- Interactions avec la *cécidomyie* *Prolasioptera berlesiana* et le champignon *Macrophoma dalmatica*

La *cécidomyie* femelle apparaît dans les oliveraies en même temps que les mouches de l'olive commencent leur ponte après l'hiver. Elle utilise les blessures laissées par les piqûres de ponte pour déposer ses propres œufs.

Le développement de la *cécidomyie* est plus rapide que celui de la mouche de l'olive, ce qui lui donne un avantage. Le champignon *M. dalmatica* colonise souvent les zones blessées autour

des sites de ponte, et l'activité de la cécidomyie crée des taches brunes foncées à noires sur les fruits (Sharaf, 1980).

– **Transmission de la bactérie symbiotique *Pseudomonas savastanoi***

Les mouches de l'olive agissent comme vecteurs de la bactérie *Pseudomonas savastanoi*, agent pathogène responsable de la tuberculose de l'olivier, communément appelée "nœud de l'olivier". Cette bactérie symbiotique réside dans le tractus digestif de l'insecte et se transmet aux fruits lors du processus de ponte par contamination de l'ovipositeur. Cette transmission bactérienne entraîne la formation de galles tumorales sur les branches, constituant un dommage secondaire mais significatif qui peut compromettre la vigueur et la productivité des arbres à long terme, au-delà des pertes directes causées par la consommation des fruits par les larves de mouche (Sharaf, 1980).

II.12. Méthodes de lutte

La mouche de l'olive peut provoquer des dégâts importants en l'absence de toute intervention sanitaire, c'est pour cela qu'il faut agir en adaptant plusieurs méthodes de lutte pour minimaliser les dégâts.

A. La lutte chimique

Depuis plus de quarante ans, la lutte chimique a été largement utilisée pour le contrôle des ravageurs de l'olivier avec des résultats prometteurs en termes de rendement. Cependant, l'utilisation excessive de ces insecticides chimiques synthétiques a des effets néfastes sur les olives comestibles sous forme de résidus et en favorisant aussi la dégradation environnementale. L'Union européenne a récemment imposé une interdiction en raison de l'utilisation à grande échelle de ces produits toxiques (Majeed et al., 2025).

Les insecticides synthétiques sont conçus spécifiquement pour affecter le système nerveux des insectes et perturber leur processus physiologique normal. Diverses catégories d'insecticides synthétiques présentent des modes d'action distincts. Les catégories d'insecticides les plus courants dans le contrôle de la mouche de l'olive comprennent des organophosphates (OP), divers pyréthrinoïdes (PYR), des néonicotinoïdes et du spinosad (Majeed et al., 2025).

B. Lutte biologique

La lutte biologique contre *B. oleae* dépend fortement de la création d'environnements favorables à la survie d'ennemis naturels comme le parasitoïde *Psytalia concolor* et de prédateurs comme *Pterostichus globosus*, qui régulent les populations de mouches en attaquant les larves et les pupes. Le maintien d'une couverture végétale et l'adoption de pratiques biologiques, notamment la culture de couverture, peuvent améliorer l'efficacité de ces espèces bénéfiques

(Balampekou et *al.*, 2024).

C. Pratiques culturales de contrôle

Cette méthode consiste à modifier les pratiques agricoles afin de rendre les cultures moins attrayantes pour les insectes nuisibles. L'idée principale est de stimuler la biodiversité dans les systèmes agricoles en tant que forme de contrôle culturel. Les méthodes de lutte culturale, telles que la récolte, l'assainissement, le labourage, l'irrigation, l'élagage et les cultures pièges, sont essentielles pour lutter contre les ravageurs tels que la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) (Majeed et *al.*, 2025).

- La récolte précoce, par exemple, est très efficace pour prévenir les dommages et les pertes de fruits causés par les mouches de l'olive.
- L'assainissement après la récolte est également essentiel, car l'élimination des fruits infestés ou non commercialisables juste après la récolte aide considérablement à lutter contre les mouches des fruits.
- Le labour, couramment pratiqué dans les vergers d'oliviers pour améliorer la santé du sol, joue également un rôle en exposant les pupes de mouches des fruits à la lumière du soleil et aux prédateurs, ce qui réduit leur nombre.
- Une taille favorisant l'aération et une fertilisation équilibrée renforcent la santé des arbres, diminuant l'attaque potentielle.
- La culture de pièges est une méthode utilisée bien avant les pesticides, elle éloigne les ravageurs de la culture principale en plantant des plantes sacrificielles plus attrayantes (Majeed et *al.*, 2025). Parmi ces pièges on a le piège sexuel qui est constitué d'une cabane triangulaire (appelé piège *delta*) dans lequel on glisse un carton englué et une capsule de phéromones femelles spécifiques de la mouche de l'olive (AFIDOL, 2020).

D. Dispositifs électroniques et modélisation

Ces dernières années, les progrès technologiques ont complètement changé la manière dont les oléiculteurs gèrent la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*). Grâce à des capteurs et à des systèmes de suivi en temps réel, cela permet d'agir au bon moment, uniquement quand c'est utile, et d'éviter les traitements superflus qui abîment l'environnement. En plus de ça, il existe maintenant des modèles de prévision qui mélangent différentes sources d'informations : la météo, l'historique des infestations et même l'intelligence artificielle. Avec l'appui des cartes numériques (SIG), ces outils donnent une meilleure idée du cycle de l'insecte et de son évolution dans les vergers. De nouvelles méthodes, comme la détection par signaux sonores, rendent aussi la surveillance plus simple et plus rapide (Balampekou et *al.*, 2024).



Partie expérimentale



Chapitre III

Matériel et méthodes

L'objectif de cette étude est de déterminer comment le stade de maturation des fruits de l'olivier et leurs infestations par la mouche de l'olive « *Bactrocera oleae* » affectent les propriétés pomologiques, biochimiques et microbiologiques des olives de la variété *Chemlal*, variété autochtone de la région oléicole de Kabylie. À cet effet, nous avons comparés entre les olives saines et infestées par la mouche d'olive *Bactrocera oleae* à chaque phase clé de la maturation du fruit (verte, violette et noire).

Cette étude quantifie méticuleusement la dégradation, tant qualitative que quantitative, que les mouches des olives infligent à tous les paramètres déterminant la valeur commerciale et technologique des fruits.

L'ensemble des analyses physiques, chimiques et microbiologiques ont été réalisées au niveau des laboratoires d'analyse physico-chimique et microbiologiques de la faculté des sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

I. Échantillonnage

Les échantillons ont été prélevés sur des six oliviers de variété *Chemlal* pendant la campagne des olives de 2024/2025. La récolte des fruits a été réalisée au mois de décembre pour les olives vertes et violettes. Les olives noires mures ont été récoltés au mois de janvier. Les échantillons ont été collectés sur six oliviers de la variété *Chemlal*, sélectionnés dans une exploitation traditionnelle située à Mechtras (daïra de Boghni, wilaya de Tizi-Ouzou). Cette zone, caractérisée par une altitude moyenne de 388 m. Cette région est localisée au pied-mont de la chaîne montagneuse du Djurdjura et dispose d'une superficie oléicole totale de 1 205 ha, avec une production annuelle estimée à 20 620 quintaux (DSA, 2018).

Les fruits ont été récoltés manuellement afin de garantir un prélèvement représentatif et d'éviter toute altération mécanique. Pour chaque arbre sélectionné, les échantillons ont été collectés sur les quatre points cardinaux et à différentes hauteurs de la frondaison, de manière à refléter au mieux la variabilité intra-arbre. Immédiatement après la récolte, les olives ont été placées dans des contenants propres, aérés et transportées directement au laboratoire, afin de limiter les phénomènes de fermentation et d'oxydation. Les échantillons ont ensuite été conservés à 4 °C jusqu'à leur traitement. Au laboratoire, un tri manuel et rigoureux a été effectué selon deux critères principaux :

- Le stade de maturité : olives vertes (OV), olives mauves (OM) et olives noires (ON).
- L'état sanitaire : fruits infestés, présentant des symptômes d'attaque de la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*), et fruits sains non infestés.

Cette démarche a permis de constituer six lots expérimentaux distincts : olives vertes infestées (OVI) et non infestées (OVNI), olives mauves infestées (OMI) et non infestées (OMNI), olives noires infestées (ONI) et non infestées (ONNI).

II. Analyses pomologiques

L'évaluation des paramètres morphométriques des drupes a été réalisée pour chaque stade de maturation sur un échantillon représentatif de 40 olives fraîches (infestées et saines) ainsi que leurs noyaux correspondants, selon la méthode proposée par le Conseil oléicole international (COI, 1997). Les paramètres quantitatifs analysés comprennent le poids du fruit entier (PF), le poids du noyau (PN) et le rapport Pulpe/fruit (P/F). 40 olives ont été prises aléatoirement de chaque lot d'olives (OVI, OVNI, OMI, OMNI, ONI, ONNI) puis pesées à l'aide d'une balance de précision. Dans un second temps, les olives ont été dénoyautées manuellement. Leurs noyaux sont pesés séparément afin de déterminer le rapport pulpe/fruit de nos olives (figure 21).

Ces paramètres ont été utilisés pour déterminer l'impact des attaques de mouche d'olive sur le développement du fruit à travers le calcul du taux de pulpe consommé par les larves de la mouche, tout au long de la maturation du fruit.



Figure 12 : Les fruits et le noyau utilisés dans l'analyse

III. Analyses physico-chimiques

III.1. Humidité des olives

La teneur en eau des olives a été déterminée selon la méthode proposée par le Conseil Oléicole International (COI, 2011). Un échantillon représentatif de 40 g d'olives fraîches (provenant de chaque lot), a été broyées soigneusement à l'aide d'un mortier et pilon, jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène (figure 22). Les échantillons ont été ensuite placés dans une étuve, réglée à température constante (103 ± 2 °C). La perte de masse a été suivie par des pesées successives effectuées à intervalles réguliers, jusqu'à l'obtention d'un poids sec constant.



Figure 13 : Pâte d'olive broyée et placée dans des boîtes de pétri en verre.

III.2. Dosage des phénols totaux

Pour la détermination de la teneur en composés phénoliques totaux, 1 g de pâte d'olive séchée à 40 °C a été finement broyé jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène. Afin d'éliminer la fraction lipidique, un dégraissage préalable a été réalisé à l'aide de plusieurs lavages à l'hexane. L'extraction des composés phénoliques a ensuite été effectuée avec une solution de méthanol à 70 % (v/v), sous agitation par sonication pendant une durée déterminée, conformément aux recommandations du Conseil Oléicole International (COI, 2019) (Annexe 1).

Le dosage des composés phénoliques totaux a été réalisé selon la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965). Cette méthode repose sur la réaction d'oxydoréduction entre les polyphénols présents dans l'extrait et le réactif de Folin-Ciocalteu, conduisant à la formation d'un complexe coloré de teinte bleue. L'intensité de cette coloration, proportionnelle à la concentration en polyphénols, a été mesurée par spectrophotométrie à 765 nm. L'évaluation quantitative a été effectuée par comparaison à une courbe d'étalonnage établie avec l'acide gallique comme standard. Les résultats ont été exprimés en milligrammes équivalents acide gallique par gramme de pâte sèche (mg GAE/g).

IV. Analyses microbiologiques

La caractérisation de la microflore a pour objectif d'identifier et de quantifier les micro-organismes capables de se développer ou de persister dans les olives, qu'ils soient d'origine endogène ou introduits lors des attaques de la mouche d'olive. L'évaluation de la charge

microbienne repose sur le dénombrement des colonies obtenues après ensemencement sur milieux de culture sélectifs ou non. La concentration en unités formant colonies (UFC) est calculée selon la formule suivante :

- Charge (UFC/ml) = [Nombre de colonies comptées (UFC) / Volume ensemencé (ml)] × Facteur de dilution.

1. Préparation de la solution initiale

La solution initiale a été préparée à partir de 10 g de pâte d'olive homogénéisée provenant de chaque type d'échantillon (olives noires saines et olives noires infestées), conformément à la méthode décrite en Annexe 3. Toutes les manipulations ont été réalisées dans des conditions strictes d'asepsie, afin d'éviter toute contamination externe. Chaque prélèvement a été suspendu dans 90 ml d'eau physiologique stérile (NaCl 0,9 %). L'ensemble a ensuite été soumis à une agitation mécanique dans le but d'assurer une dispersion homogène des microorganismes présents dans la matrice. La suspension ainsi obtenue correspond à la dilution décimale 10^{-1} , conformément aux recommandations méthodologiques proposées par Guiraud et Rosec (2004).

2. Préparation des dilutions

Après préparation des solutions mères, nous avons par la suite préparé une série de dilutions décimales (10^{-2} à 10^{-6}). Cette étape est essentielle dans l'analyse microbiologique des aliments, permettant d'obtenir une concentration appropriée pour le dénombrement des micro-organismes. Selon la norme ISO 6887-1. (2017), chaque dilution est obtenue en transférant un volume de 1 ml de la dilution précédente dans 9 ml de diluant stérile.

3. Dénombrement de la flore totale aérobique mésophile (FTAM)

Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale (FTAM) La flore totale aérobique mésophile (FTAM) est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux flores banales et de contamination (Guiraud et Rosec, 2004). Le dénombrement de la FTAM est réalisé sur gélose agar nutritif, un milieu de culture non sélectif (PCA) qui nourrit la croissance des bactéries hétérotrophes. Après l'inoculation des dilutions décimales appropriées, les plaques de Pétri ont été incubées sous des conditions standardisées à 30 ± 1 °C pendant 72 heures (Kounouz et al., 2021). La méthode est détaillée en annexe 4.

4. Dénombrement des coliformes fécaux et totaux

Les coliformes fécaux et totaux qu'on trouve dans nos intestins et ceux des animaux nous indiquent quand il y a eu une contamination par des matières fécales (Gantzer et al., 1998). Pour les compter, nous avons utilisé le milieu VRBL, en suivant pas à pas la méthode décrite par Yala et al. (2017) (Annexe 5).

5. Dénombrement des levures et moisissures

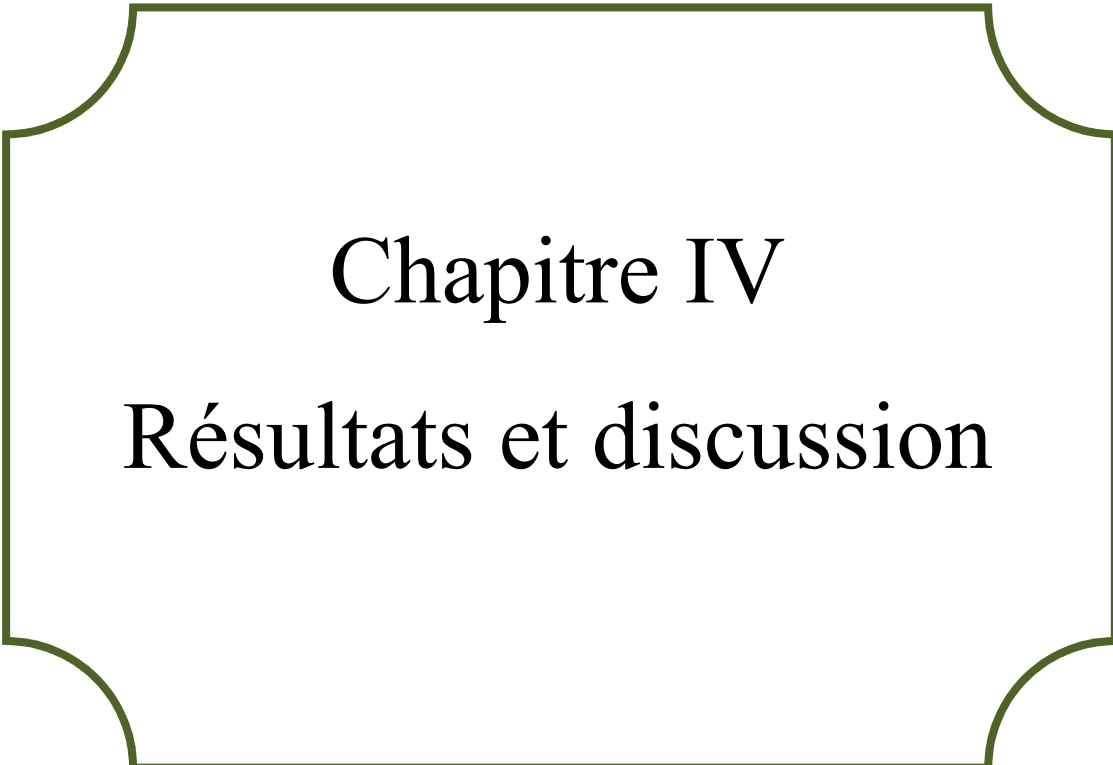
Pour le dénombrement du nombre de levures et de moisissures dans nos olives, on a procédé à une méthode qui a été mise au point par Esmail et *al.* (2014). Cette méthode consiste à ensemercer les échantillons sur les boîtes de pétri contenant un milieu de culture OGA puis les mettre dans un incubateur à 25 C° pendant 5 jours pour en fin procéder au dénombrement des colonies (Annexe 6).

6. Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium sulfito-réducteurs* (CSR)

En ce qui concerne la recherche et le dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteurs on a procédé une technique normalisée NF T90-415 (1985) (Cette méthode est détaillée en annexe 7), dont le principe repose sur l'utilisation d'une gélose en tube profond qui nous permet de détecter les spores de ces bactéries et éventuellement les dénombrer si présentes (Delarras., 2014).

7. Analyses statistiques

Chaque échantillon a été analysé au minimum deux fois et les résultats obtenus ont été traité par le logiciel Excel (2016), afin de déterminer la moyenne et l'écart-type. Une analyse ANOVA à deux facteur (Maturité et Infestation) a été appliquée aux données obtenues afin de déterminer la significativité des résultats. La P-value a été estimée par une significativité de 0,05. Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel de traitement des données Minitab (2019).



Chapitre IV
Résultats et discussion

I. Analyses pomologiques

1. Poids moyen du fruit (PMF)

Le poids du fruit constitue l'un des principaux caractères morphologiques et agronomiques recherché dans la production oléicole, permettant notamment de distinguer les olives destinées à la table de celles destinées à la production d'huile (Mahhou *et al.*, 2012).

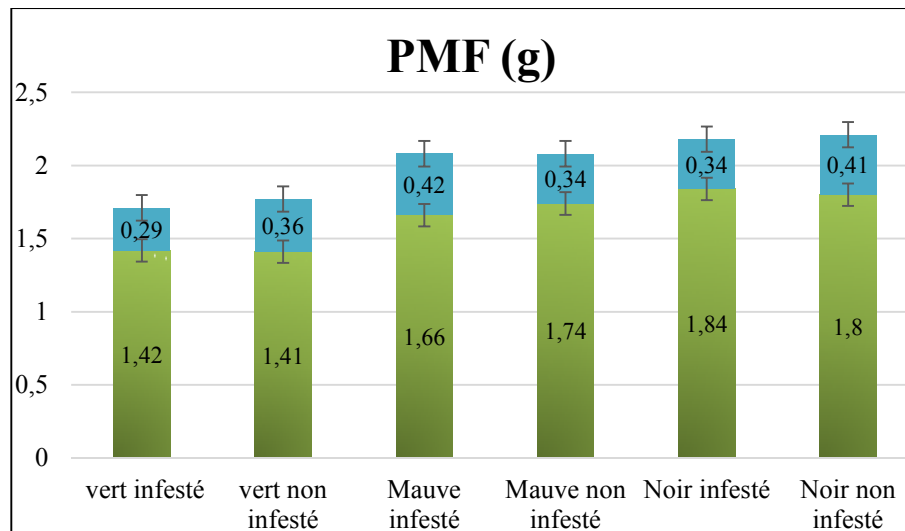


Figure 14 : Variations du poids du fruit influencé par le stade de maturité et l'infestation par la mouche d'olive

L'analyse des variations du poids des olives de la variété *Chemla l* (figure 14) a montré une légère augmentation du PMF au cours de la maturation allant de 1,41 g à 1,80 g, soit une hausse de 27% du poids total. L'analyse ANOVA a montré un effet très hautement significatif de la maturité sur la variation du poids du fruit ($P=0,00$). Une augmentation de 34% a été enregistrée pour la variété *Chemlal* dans la région *Boghni* au cours de l'année 2021 (Faci *et al.*, 2021). Par ailleurs de nombreuses études démontrent que le développement de l'olive se poursuit durant la maturation par une augmentation linéaire du PMF (Dag *et al.*, 2011 ; Yorulmaz *et al.*, 2013 ; Faci *et al.*, 2021).

La figure 14 montre également une diminution non significative ($P= 0,80$) du PMF attaquées par les larves de la mouche de l'olive. Cependant, cette diminution a été plus marquée dans les olives mauves qui ont chuté de 1,74 g à 1.66 g. Cela est probablement dû aux conditions optimales qu'offre ce stade intermédiaire de maturité (olives mauves), qui s'avère plus attractif pour la mouche de l'olive. D'une part, la texture encore tendre des fruits facilite la ponte, et d'autre part, leur teneur élevée en sucres et en humidité stimule le développement larvaire. Par ailleurs, Medjkouh *et al.* (2016) ont trouvé que le poids de ses olives a été fortement influencer par les attaques des mouches, ils ont observé une diminution significative du PMF de 1,39 g à 1,03 g et de

1,66 g à 1,20 g pour les cultivars *Limli* et *Rougette* de Metidja. Ces résultats indiquent que la sensibilité aux attaques de ce ravageur varie selon les cultivars.

2. Poids de la pulpe (la chair)

L'estimation indirecte de la teneur en huile s'appuie sur plusieurs caractères morphologiques. Parmi ces indicateurs, le pourcentage de chair (PC) se distingue comme le paramètre le plus informatif et le plus corrélé à la teneur lipidique réelle (Barbara et al, 2020).

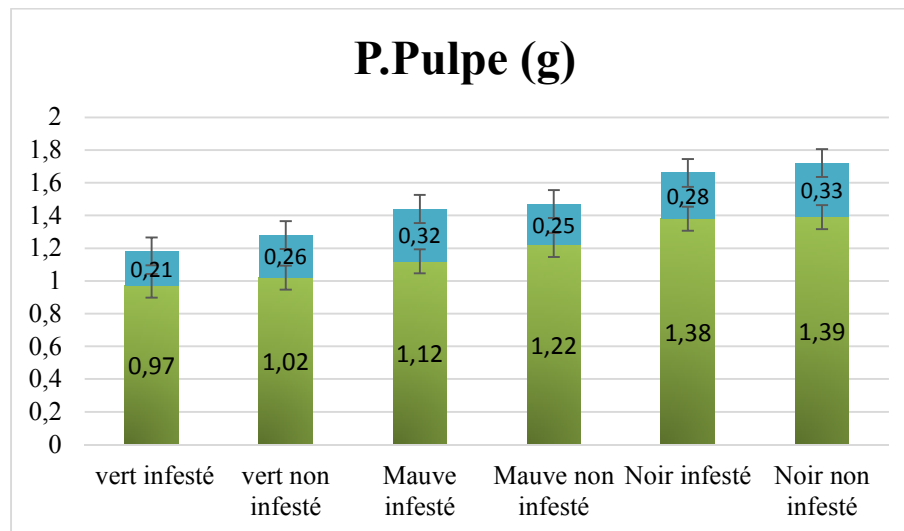


Figure 15 : Variation du poids de la pulpe

Le graphique ci-dessus (figure 15) illustre la variation du poids de la pulpe (en grammes) en fonction du stade de maturité (vert, mauve, noir) et de l'état sanitaire (infesté ou non infesté) des fruits. Le poids de la pulpe de la variété *Chemlal*, qui varie entre 1,02 g et 1,39 g, indique que le stade de maturité a une influence significative ($P=0,00$) sur le développement de la pulpe, avec un gain de 27%. Les travaux de recherches menés par Faci et al. (2021), sur les arbres de la variété *Chemlal* cultivés en pluvial dans la même région, ont montrés des résultats similaires, avec un poids de la pulpe qui augmente de 1,15 g à 1,87 g. En outre, plusieurs études confirment que l'olive continue son développement au cours du processus de maturation par une augmentation progressive du poids de la pulpe (Dag et al., 2011 ; Faci et al., 2021).

L'évaluation du poids de la pulpe des olives infestées montre également une augmentation progressive, de la pulpe au fur et à mesure de la maturation. Cependant, on note une diminution du poids de la pulpe chez les fruits infestés par rapport aux non infestés, quelle que soit la maturité, avec des pertes de 5%, 8% et 0,7% au stade vert, mauve et noir, respectivement. Cependant, ces variations restent non significatives ($P=0,183$). Ces pertes sont dues à la pénétration des larves dans le mésocarpe charnu des fruits en créant des galeries (Pavlidis et al., 2013). Cette altération est plus

importante dans les olives mauves (8%), dont la texture et la composition sont favorables au développement larvaire. Par ailleurs, les résultats montrent une diminution du taux de pulpe consommée dans les olives à maturité noire. Cette observation pourrait s'expliquer par la chute prématurée des fruits ayant subi des dommages importants liés à une forte consommation de pulpe durant les stades avancés de maturation, à la différence des fruits restés attachés à l'arbre, généralement moins altérés. En effet, selon Daane et Johnson. (2010), la mouche d'olive se nourrit de la pulpe, ce qui entraîne une chute prématurée des fruits et une réduction de rendement et de la teneur en huile.

3. Indice de rendement (P/F)

L'évaluation de l'importance de la pulpe de l'olive s'effectue couramment par le calcul du rapport pulpe/fruit (P/F), ce paramètre étant étroitement corrélé au taux de matière grasse et déterminant ainsi l'indice de rendement huilier (Fourati et al, 2022).

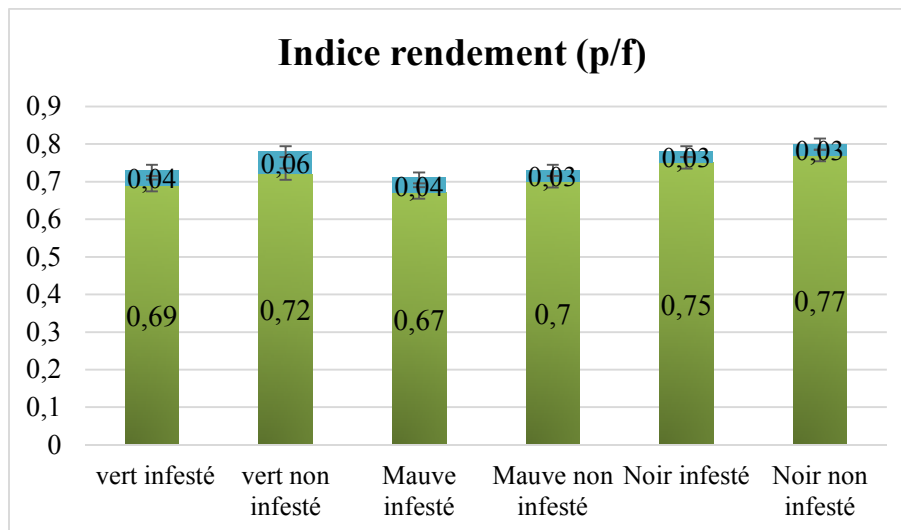


Figure 16 : Indice de rendement des olives

La figure 16 présente l'évolution de l'indice de rendement (rapport pulpe/fruit, P/F) des olives selon trois stades de maturité (vert, mauve et noir) et en distinguant les fruits infestés et non infestés par la mouche d'olive. Cette analyse montre que les olives non infestées présentent, à chaque stade de maturité, un indice de rendement supérieur à celui des olives infestées. L'analyse ANOVA montre que cette différence est très hautement significative ($P=0,00$) de l'effet de l'infestation de *B. oleae* sur le rendement des fruits. Ainsi, au stade noir, l'indice atteint 0,77 pour les fruits non infestés contre 0,75 pour les fruits infestés. Cette différence est encore plus marquée au stade mauve (0,70 pour les non infestés contre 0,67 pour les infestés) et au stade vert (0,72 contre 0,69). Ces résultats montrent que l'infestation a un effet négatif sur le développement de la pulpe, ce qui impacte directement le rendement de la matière utile du fruit. Par ailleurs, les

données révèlent que l'indice de rendement augmente avec le stade de maturité, atteignant son maximum au stade noir, ce qui indique une accumulation progressive de la pulpe au cours du processus de maturation. Ainsi, la maturation exerce un effet significatif ($P=0,00$) et positif sur le développement du fruit. Des résultats similaires ont été rapportés par Faci et *al.* (2021) avec des valeurs qui oscillent entre 74% à 78%. Guissous (2019) rapporte quant à lui que le pourcentage de la pulpe de la plupart des variétés algériennes dépasse 80%, et le cultivar *Chemlal* peut atteindre les 86%.

II. Analyses physico-chimiques

1. Taux d'humidité

La teneur en eau de l'olive est un paramètre qui est utilisé couramment pour évaluer le moment idéal de la récolte. En effet, ce paramètre évolue progressivement au cours du processus de maturation du fruit, permettant aux oléiculteurs de déterminer avec précision le stade optimal pour procéder à la cueillette (Fourati et *al.*, 2022).

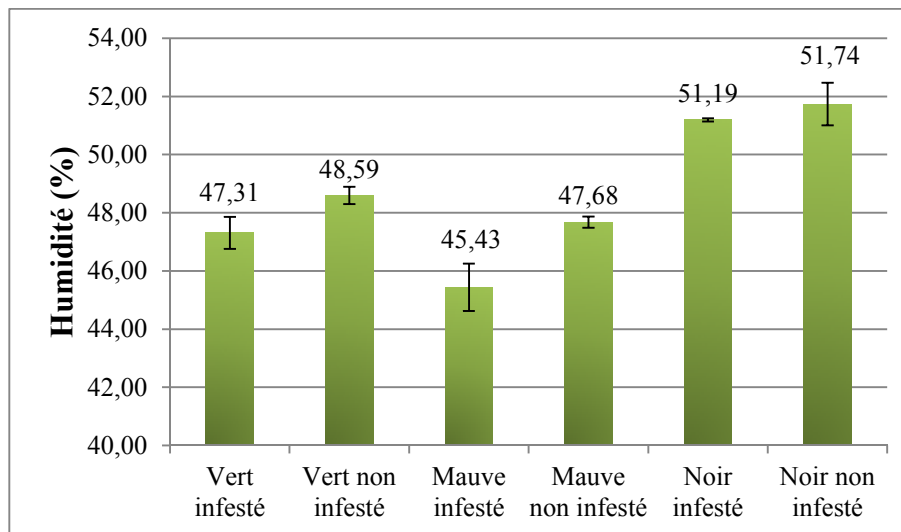


Figure 17 : Le pourcentage d'humidité de différents échantillons d'olives

La figure 17 montre des variations du taux d'humidité au cours de la maturation des olives (verts, mauves, noirs), Elle est estimée à 48,59%, 47,68% et 51,74% pour les fruits sains respectivement, et entre 47,31%, 45,43% et 51,19% pour les fruits infestés. L'analyse ANOVA a montré un effet hautement significatif ($P=0,00$) des facteurs étudiés (maturité et infestation) sur l'humidité des olives. Une augmentation progressive du taux d'humidité, atteignant une valeur d'environ 52% a été enregistrée chez les olives noires non infestés. Les résultats obtenus dans cette étude sont globalement en accord avec ceux rapportés par Faci et *al.* (2021), qui ont observés une variation similaire de l'humidité des fruits au cours de la maturation (verger à système pluvial et même zone géographique). Les résultats obtenus par ces chercheurs montrent que la teneur en eau des fruits varie entre 49%, 43% et 52%, suivie d'une légère diminution à 44% au cours de la phase

de maturation avancée du fruit.

En outre, une réduction de l'humidité a été observée dans les échantillons infestés, qui est très importante au stade vert et tournant avec une diminution de 1,28 % et 2,25%, respectivement. Ce qui suggère que les galeries creusées par les larves de la mouche de l'olive permettent un assèchement d'une quantité d'eau des olives atteintes. Des résultats similaires ont été observés par Koprivnjak et *al.* (2010) dans son étude sur les cultivars de Croatie « *Bužet Istarskabjelica* », où ils ont marqué une diminution progressive du pourcentage d'humidité de 64% à 58% et de 55% à 52,56% respectivement, au cours de deux dates de récolte et à différents degrés d'infestation.

2. Teneur en phénols totaux

L'huile d'olive vierge est quasiment la seule huile contenant des quantités notables de substances phénoliques naturelles. Ces derniers sont responsables de son goût si particulier et de sa stabilité au cours du stockage. En effet, ces substances sont des composés capables de ralentir le phénomène d'oxydation en augmentant le temps au bout duquel il est possible d'observer une altération décelable de l'huile (Fourati et *al.*, 2022).

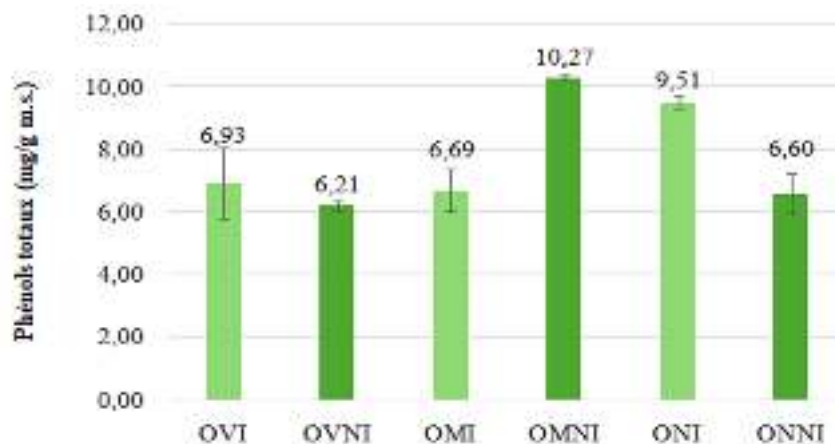


Figure 18 : Teneur en phénols totaux de différents échantillons d'olives

La figure 18 montre des variations non significatives ($P=0,315$) de la teneur en phénols totaux des olives au cours de leur maturation. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans les olives mauves non infestées, avec une teneur en phénols totaux de 10,27 mg/g de matière sèche. Ainsi les résultats montrent une accumulation des polyphénols au cours des première phase de maturation, puis elle est suivie d'une diminution de la teneur dans les olives en plein maturité. Ce qui suggère une dégradation des phénols dans les olives au cours des stades de maturation avancée. En effet, les résultats rapportés par Rad et *al.* (2023) sur des cultivars « *Arbequina, Manzanilla et Koroneiki* » en Iran démontrent que les composés phénoliques de l'huile d'olive changent considérablement en raison de l'activité enzymatique pendant la maturation.

De plus, la diminution de la teneur en phénols pendant la maturation est attribuée à l'activité de l'enzyme polyphénol oxydase, mais aussi au contact du contenu des olives à maturité avancée avec l'air, notamment par la présence de fissures microscopiques sur l'épiderme.

Les résultats montrent un effet non significatif ($P=0,987$) de l'infestation de la mouche sur la teneur en polyphénols. Les attaques de la mouche d'olive ont été plus intense dans les olives tournants, avec une diminution de la concentration des phénols allant de 10,27 mg/gMS à 6,69 mg/g MS, avec une réduction d'environ 35%. Les résultats publiés par Notario et *al.* (2022) lors de son étude sur des huiles obtenues à partir de fruits d'olives non infestés et infestés par *B. oleae* de plusieurs cultivars (*Picual*, *Manzanilla* et *Hojiblanca*) confirment cette diminution de la teneur en phénols totaux. Les travaux menés par Mraicha et *al.* (2010) ont montré également une diminution de la concentration totale en composés phénoliques avec la maturation des olives et l'attaque de *B. oleae* affichant une fourchette comprise entre 0,26 et 0,01 mg/g d'équivalent acide gallique. En effet, les galeries creusées par les larves de *B. oleae* permettent une entrée de l'air conduisant à une forte oxydation de la pulpe, corrélé avec une diminution importante des polyphénols par leur effet protecteur.

III. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques des olives noirs (sains / infestés) ont été portées sur les germes indicateurs de pollution bactérienne qui regroupent les bactéries hétérotrophes aérobies mésophiles, tels que : Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), Coliformes Totaux (CT) et Coliformes Fécaux (CF), des *Clostridium* sulfito-réducteurs, des levures et des moisissures.

Tableau V : Résultats de dénombrement de différentes bactéries dans les olives noires (saines/Infestées)

Bactéries Analysées	Dilution	Nombre de Colonies (UFC/ml) - Olive Saine	Nombre de Colonies(UFC/ml) - Olive Infestée
FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale)	10 ⁻¹	/	/
	10 ⁻²	/	/
	10 ⁻³	IND	IND
	10 ⁻⁴	IND	IND
	10 ⁻⁵	IND	IND
	10 ⁻⁶	1,4* 10 ⁸	IND
Clostridium sulfito-réducteur	10 ⁻¹	/	/
	10 ⁻²	ND	ND
	10 ⁻³	ND	ND
	10 ⁻⁴	ND	ND
	10 ⁻⁵	/	/
	10 ⁻⁶	/	/
Coliformes Fécaux	10 ⁻¹	/	/
	10 ⁻²	ND	ND
	10 ⁻³	ND	ND
	10 ⁻⁴	ND	ND
	10 ⁻⁵	/	/
	10 ⁻⁶	/	/
Coliformes Totaux	10 ⁻¹	/	/
	10 ⁻²	ND	IND
	10 ⁻³	ND	2,97*10 ⁵
	10 ⁻⁴	ND	1,81*10 ⁶
	10 ⁻⁵	/	/
	10 ⁻⁶	/	/
Levures	10 ⁻¹	ND	IND
	10 ⁻²	ND	IND
	10 ⁻³	ND	IND
	10 ⁻⁴	ND	1,09 *10 ⁶
	10 ⁻⁵	/	/
	10 ⁻⁶	/	/
Moisissures	10 ⁻¹	ND	IND
	10 ⁻²	ND	IND
	10 ⁻³	ND	0,71*10 ⁵
	10 ⁻⁴	ND	ND
	10 ⁻⁵	/	/
	10 ⁻⁶	/	/

NB : [Indénombrable (IND) ; Non détecté (ND) ; Non effectué (/)]

1) La flore totale aérobie mésophile (FTAM)

La flore totale aérobie mésophile est l'ensemble des micro-organismes (bactéries, levures et moisissures) capable de se développer en présence d'oxygène et dans des conditions optimales de pH, de salinité et d'humidité. Le nombre de bactéries mésophiles aérobies est un indicateur général de l'état sanitaire, permettant d'apprécier la pollution microbienne et la qualité des produits alimentaires (Abdoul-latif et *al.*, 2017).

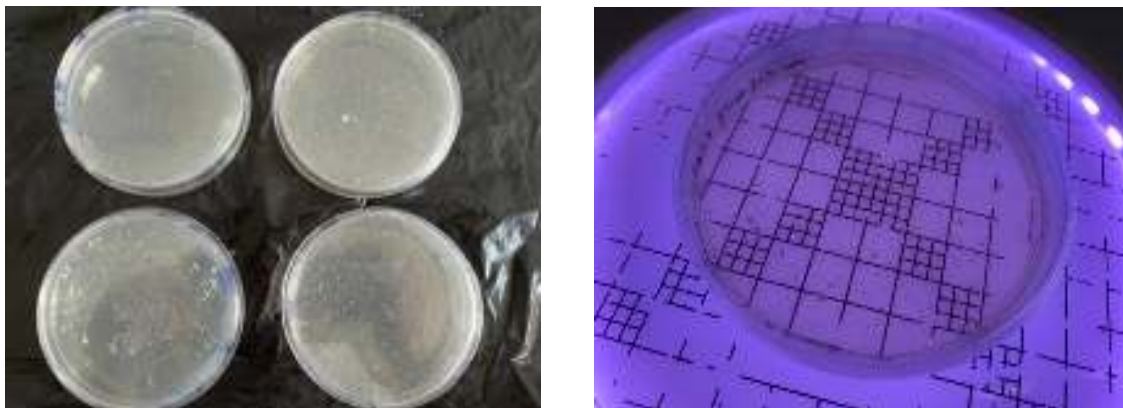


Figure 19 : Résultats de dénombrement de la FMAT des olives noires (sains/infestés)

Les résultats obtenus par le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FMAT) pour les olives noires (saines/infestées) ont révélé une charge très élevée dans les deux échantillons analysés. Cependant, elle est plus importante dans les olives noires infestées, où les colonies étaient indénombrables (IND), par contre chez les olives noires saines, un dénombrement a été possible à la dilution 10^{-6} avec une valeur de $1,4 \cdot 10^8$ UFC/ml. Ces valeurs sont largement plus élevées que celles rapportées par Cabral et *al.* (2018) sur des olives de variétés Portugaises qui est $5,01 \cdot 10^5$ UFC/ml. Ces résultats sont également supérieurs à ceux observés dans les olives vertes fermentées qui contiennent une concentration en FMAT variant entre $7 \cdot 10^4$ et $6,60 \cdot 10^6$ UFC/ml (Moumene et *al.*, 2013). La présence de la flore mésophile constitue un indicateur de l'état d'altération des olives. Les olives noires (utilisées dans l'étude) subissent des changements importants dans leur texture et leur composition chimique, notamment une teneur plus élevée en sucre réducteur qui favorise le développement des micro-organismes (Cabral et *al.*, 2018 ; Jemai et *al.*, 2009). Par ailleurs, les olives infestées, à cause d'une altération poussée ont subi une contamination plus importante avec des résultats indénombrables. Selon Valeria. (2012) les espèces trouvées dépendent généralement du degré de maturation des olives. La teneur en sel élevée dans les olives de table fermenté diminue la charge microbienne et les ferments lactiques inhibent la croissance des micro-organismes pathogènes.

2) Dénombrement des coliformes fécaux et totaux

On appelle “coliformes”, les bactéries en forme de bâtonnets, Gram négatives, aérobies et facultativement anaérobies, non sporulées, qui fermentent le lactose avec formation de gaz et d'acide (FAO, 2004), on les trouve dans l'intestin de l'homme et des animaux mais aussi dans d'autres environnements, Les coliformes totaux et fécaux donnent une idée sur les conditions d'hygiène lors de la fabrication et de la conservation du produit. Ce sont des indicateurs d'hygiène du procédé et de son environnement, leur présence peut traduire une contamination fécale et corrélativement, un risque de présence de germes pathogènes (Kasse et *al.*, 2014).

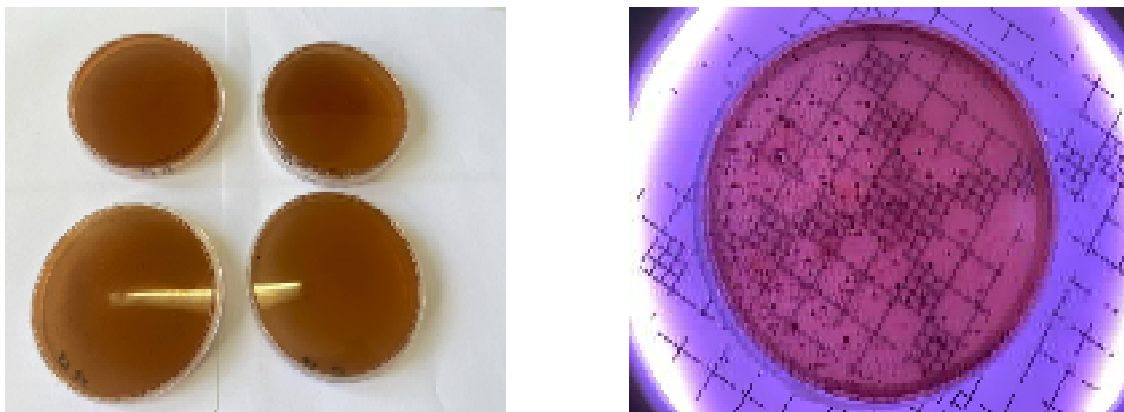


Figure 20 : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux et totaux

D'après les données obtenues illustrées dans le tableau V, on constate bien l'absence des coliformes fécaux ni dans les olives saines, ni de manière significative dans les olives malsaines. Les CF qui fermentent le lactose en acide et en gaz en 48 heures à 45 °C, ils sont ainsi appelés car ils sont plus étroitement associés à la contamination fécale (Valeria., 2012). Ces résultats sont conformes aux normes préconisées par JORA. (1998) qui exigent une absence totale de ce type des germes. Par ailleurs de nombreuses études confirment l'absence de ces germes dans les produits oléicoles (Moumene et *al.*, 2013 ; Zaier et *al.*, 2017).

En revanche, Ranalli. (1991a) a constaté la présence des coliformes fécaux avec une concentration qui peut atteindre $2,8 \cdot 10^3$ UFC/ml d'olive. Cette flore pourrait provenir en grande partie du sol, des insectes volants tels que les coléoptères et les hyménoptères ou des mains des ouvriers lors de la récolte. L'absence totale de ces germes dans les margines ne pourrait être expliquée que par une inhibition de leur croissance par les composés phénoliques et les pigments bruns ou catéchol-mélaniniques.

Les coliformes totaux (CT) sont capables de fermenter le lactose, produisant du gaz et de l'acide, en 48 heures à 35-37 °C (Valeria., 2012), ils ont été absents dans les olives saines, ces

résultats sont en accord avec les règles exigées par JORA (1998). En revanche, les résultats ont montré qu'il y a une charge importante dans toutes les olives noires infestées, avec un dénombrement de $2,97 \cdot 10^5$ UFC/ml à la dilution de 10^{-3} et $1,81 \cdot 10^6$ UFC/ml à 10^{-4} . Ces résultats indiquent une contamination fécale dans les olives infestées. Dans les résultats observés par Moumene et *al.* (2013) dans olives vertes fermentées qui contiennent des charges microbiennes qui peuvent atteindre $170 \cdot 10^4$ UFC/ml.

3) Dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures sont des micro-organismes eucaryotes du groupe des champignons. Les levures présentent le plus souvent une structure unicellulaire, alors que les moisissures possèdent des formes mycéliennes (pluricellulaires) (Kounouz et *al.*, 2021).

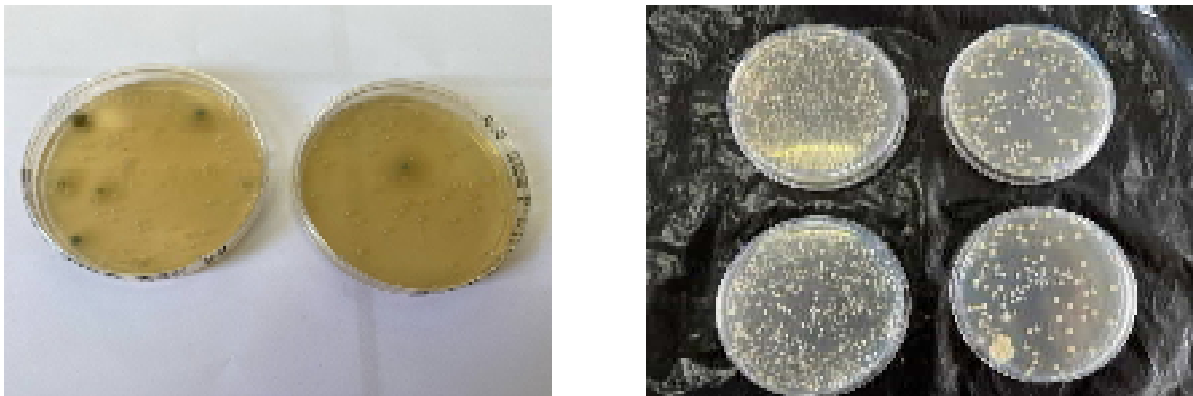


Figure 21 : Résultats de dénombrement des champignons (Levures et moisissures)

Les résultats du dénombrement des germes présentés dans le Tableau V montrent l'absence des levures et des moisissures dans les olives noires saines traduisant une stabilité microbienne satisfaisante. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Moumene et *al.* (2013) sur des olives vertes fermentées qui contiennent des [C] entre $22 \cdot 10^4$ UFC/ml et $676 \cdot 10^5$ UFC/ml dans le cas des levures, et des [C] atteignant $22 \cdot 10^5$ UFC/ml pour les moisissures.

En revanche, une prolifération importante a été observée dans les olives noires infestées avec des résultats indénombrables jusqu'à la dilution 10^{-4} , avec un comptage de $1,09 \cdot 10^6$ UFC/ml pour les levures, et aussi des résultats IND jusqu'à la dilution 10^{-3} , avec un comptage de $0,71 \cdot 10^5$ UFC/ml pour les moisissures, ce qui témoigne une dégradation avancée des olives noires infestées, qui est dû aux trous de sortie de la puppe de la mouche de l'olive, exposant la pulpe de l'olive aux influences de l'environnement. Simultanément, ces trous de sortie favorisent l'entrée et le développement de ces micro-organismes, ce qui accroît les dommages et la décomposition de la pulpe d'olive (Medjkouh et *al.*, 2016).

Des travaux de recherches menés par Al-Ameiri et *al.* (2015) ont montrés des résultats

similaires, Sept espèces de champignons ont été identifiées sur des fruits d'olivier après l'infestation de la mouche de l'olive : *Alternaria solani*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium solani*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* et *Rhizopus stolonifer*, avec une fréquence d'échantillonnage comprise entre 6,7 et 33,3 %. Parmi elles, *Penicillium digitatum* était l'espèce de moisissure la plus fréquemment isolée des échantillons de fruits. Le faible taux de colonisation pourrait être dû à la présence de certains inhibiteurs naturels dans l'huile d'olive, tels que certains polyphénols (Al-Ameiri et *al.*, 2015).

4) Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium sulfito-réducteurs* (CSR)

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont des bactéries sporulantes, anaérobies stricts, pouvant réduire les sulfites en sulfure d'hydrogène (Kounouz et *al.*, 2021), Ces micro-organismes se développent dans les sols ainsi que dans le système digestif, elles sont souvent à l'origine des toxi-infections alimentaires. La contamination massive entraîne une accumulation des entérotoxines dans l'intestin, provoquant des douleurs intenses et des diarrhées (Walker et Bryan, 1975).

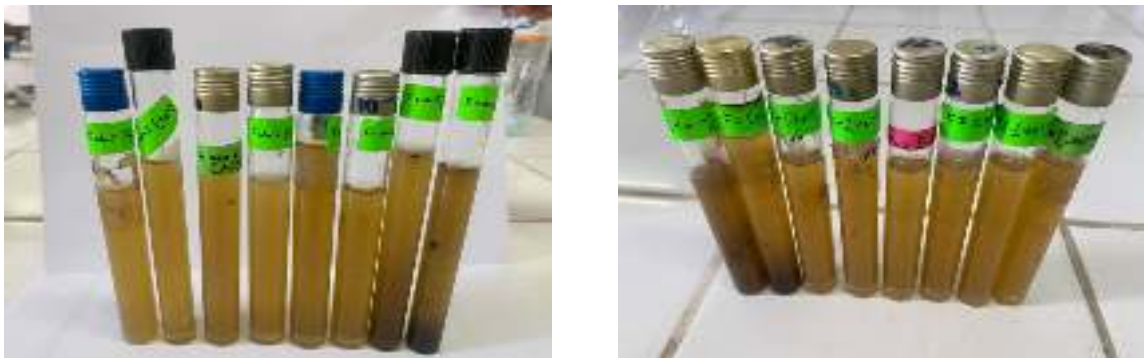


Figure 22 : Résultats de dénombrement de spores de *Clostridium sulfito-réducteurs* (CSR)

D'après les résultats obtenus dans le tableau V, aucune présence de *Clostridium sulfito-réducteur* n'a été détectée dans les deux types d'échantillons (infestés et non infestés), et ce pour toutes les dilutions. Ces résultats indiquent une absence de contamination par des anaérobies sporulés qui infectent facilement, en produisant des spores résistantes capables de survivre même dans des conditions de pH très acide (Moumene et *al.*, 2013 ; Valeria., 2012). Ces résultats sont différents à ceux observés par Moumene et *al.*, (2013) dans olives vertes fermentés qui contiennent une concentration en clostridium qui varie entre $1 \cdot 10^2$ UFC/ml à $15 \cdot 10^5$ UFC/ml.

Cela suggère une contamination préalable des olives, due probablement à la présence d'olives infestées.



Conclusion

Conclusion générale

En Algérie, la filière oléicole constitue une composante principale des secteurs agricole et agro-alimentaire. Elle se trouve aujourd'hui confrontée à des défis croissants liés aux ravageurs, notamment la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*). La présente étude avait pour objectif de déterminer les effets de ce ravageur sur la pomologie, les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de la variété d'olive *Chemlal* à différents stades de maturité.

Les résultats obtenus démontrent que l'infestation par *B. oleae* entraîne une diminution importante du poids des fruits et de l'indice de rendement. Cette perte de poids, principalement la pulpe allant jusqu'à 8%, compromet directement le volume de production, aussi bien pour l'extraction d'huile que pour la commercialisation des olives de table, constituant ainsi un frein majeur à la rentabilité des vergers oléicoles de la région. Sur le plan chimique, une réduction marquée des composés phénoliques totaux a été également observée avec 35%, affectant directement leurs propriétés antioxydantes. Par ailleurs, cette dégradation peut également nuire à la stabilité au stockage et les qualités organoleptiques des olives et de l'huile extraite.

L'approche microbiologique montre également une contamination importante des fruits infestés par *B. oleae*. La flore aérobie mésophile atteint des niveaux très élevés ($1,4 \cdot 10^8$ UFC/ml) et les coliformes totaux apparaissent exclusivement dans les olives infestées avec une charge microbienne ($1,81 \cdot 10^6$ UFC/ml), indiquant une contamination fécale, induite par les larves de la mouche d'olive. Les résultats obtenus ont montré également la présence abondante de levures et de moisissures dans les fruits infestés qui révèle une charge atteignant $0,71 \cdot 10^5$ UFC/ml et $1,09 \cdot 10^6$ UFC/ml respectivement, en particulier ceux en pleine maturité, ce qui reflète une dégradation importante du fruit. En effet, l'activité métabolique des moisissures accentue les phénomènes de fermentation et de putréfaction, ce qui altère profondément la qualité des fruits. Par ailleurs, la présence simultanée de coliformes et de flores opportunistes suggère non seulement une contamination d'origine externe, mais également un risque sanitaire potentiel pour le consommateur. Ce risque est d'autant plus préoccupant que certains micro-organismes fongiques peuvent produire des mycotoxines, substances toxiques et stables pouvant se retrouver même dans l'huile d'olive extraite.

Dans la continuité de ce travail, il serait pertinent de développer des stratégies de lutte contre *B. oleae*, combinant surveillance et techniques de contrôle. Les résultats obtenus ont mis en évidence que les olives infestées représentent un risque sanitaire potentiel pour le consommateur, car cette contamination va se trouver dans l'huile à consommer. Dans cette perspective, l'optimisation des pratiques de récolte, notamment par un tri rigoureux et un traitement rapide des fruits, pourrait contribuer à limiter les dégradations observées. Par ailleurs, les analyses ont montré

Conclusion générale

que les olives à maturité avancée sont les plus vulnérables aux attaques des larves de *B. oleae*, ce qui suggère qu'une récolte plus précoce, en période de forte infestation, pourrait être une stratégie efficace pour préserver la qualité et la salubrité des fruits. Enfin, des études complémentaires et approfondies s'avèrent nécessaires pour mieux évaluer l'impact global de l'infestation par *Bactrocera oleae* et pour proposer des stratégies de gestion intégrées, adaptées aux besoins des oléiculteurs.

Bibliographie :

- Abdoul-latif Fatouma, M., Somda, M.K., Fourreh, A. E., Okieh, A.A., Said, C.N., Mérito A. et Yagi, S. (2017). Evaluation of microbiological quality of raw milk from farmers and dairy producers in six districts of Djibouti. *J Food Microbiol Saf Hyg* 2 (124), 2-7.
- AFIDOL. (2013). Bonnes pratiques culturales en vergers d'oliviers. 52p.
- AFIDOL. (2015). Protection raisonnée et biologique des oliveries. Ed : Les guides de l'Afidol. Association Française Interprofessionnelle de l'Olive, Aix-en-Provence.
- AFIDOL. (2019). Le brunissement. *Les Autres Maladies & Ravageurs*. FRANCE OLIVE - Association Française Interprofessionnelle de l'Olive.
- AFIDOL. (2023). *Géographie, l'olivier*. <https://huiles-et-olives.fr/wp-content/uploads/depliants/Geographie.pdf>
- AFIDOL. (2025). La verticilliose. *Les Autres Maladies & Ravageurs*. FRANCE OLIVE - Association Française Interprofessionnelle de l'Olive.
- Al-Ameiri, N. S., Karajeh, M. R., & Qaraleh, S. Y. (2015). Molds associated with olive fruits infested with olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) and their effects on oil quality. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 8(3), 217-220.
- Albayrak, Ç. B., & Kamber, A. (2020). Microflora of Naturally Fermented Table Olives and Characterization of Their Lactic Acid Bacteria. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 45-52.
- APS. (2023). Algérie presse service.
- Ali, N., Chapuis, E., Tavoillot, J., & Mateille, T. (2014). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree (*Olea europaea* L.) with a focus on the Mediterranean Basin: A review. *Comptes rendus biologies*, 337(7-8), 423-442.
- Ammar M., 1986 - Les cochenilles de l'olivier et leur impact sur la production oléicole dans la région de Sfax. Cas particulier d'*Aspidiotus nerii* Bouche (Homoptera, Diaspididae).
- ARGENSON C., REGIS., JOURDOIN J.M. et VAYSSE P., 1999. L'olivier, édition CTFL, 204p.
- Barbara, H., Terral, J. F., & Ater, M. (2020). Première Caractérisation Pomologique Des Variétés Locales De L'olivier (*Olea europaea* L.) Des Oliveraies Traditionnelles Des Agroécosystèmes Des Montagnes Du Nord-Ouest Du Maroc. *European Scientific Journal*, 16(6).
- Balampekou, EI, Koutsos, TM, Menexes, GC, Koveos, DS, & Kouloussis, NA (2024). *Voies de lutte antiparasitaire : Stratégies de lutte contre la mouche de l'olivier*

Références bibliographie

- (*Bactrocera oleae*) — Carte systématique. *Agronomy* , 14 (12), 2929.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14122929>
- Besnard, G., Rubio de Casas, R., Vargas, P., & Khadari, B. (2013). Phylogenetics of the olive tree (*Olea europaea* L.): Evidence from plastid and nuclear markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(3), 618–633.
 - Besnard, G., Terral, J. F., & Cornille, A. (2018). On the origins and domestication of the olive: A review and perspectives. *Annals of Botany*, 121(3), 385–403.
 - Boussahel, S., Di Stefano, V., Muscarà, C., Cristani, M., et Melilli, MG (2020). Caractérisation des composés phénoliques et propriétés antioxydantes des huiles d'olive monovariétales du nord-est algérien. *Agriculture* , 10 (11), 494.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10110494>
 - CAWJ. (2014, février 18). *Maladies et traitements de l'olivier, Mouche de l'olive* - La Chambre d'Agriculture de la Wilaya de Jijel.
 - CHOUKACHEI, K., AKNINE SOUIDI, R. (2023). 2. *Olive growing as a sustainable resource in the kabyle mountain areas of algeria*. DOI:[10.47832/RimarCongrès7-11](https://doi.org/10.47832/RimarCongrès7-11)
 - Caselli, A., & Petacchi, R. (2021). Climate Change and Major Pests of Mediterranean Olive Orchards: Are We Ready to Face the Global Heating?. *Insects*, 12(9), 802.
<https://doi.org/10.3390/insects12090802>
 - Conseil Oléicole International. (1997). Methodology for Primary Characterisation of Olive Varieties. Project RESGEN-CT (67/97) EU/IOC.
 - Conseil Oléicole International. (1997b). Encyclopédie mondiale de l'olivier. Ed Conseil Oléicole International. Madrid. Espagne.
 - Conseil Oléicole International. (2004, décembre). Norme commerciale applicable aux olives de table COI/OT/NC n° 1.
 - Conseil Oléicole International. (2011). Document COI/OH/Doc. No 1. Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile. International Olive Oil Council, Madrid.
 - Conseil Oléicole International. (2019). Olive Oil.
 - Conseil Oléicole International. (2019, Novembre). Norme Commerciale Applicable aux Huiles d'Olive et aux Huiles de Grignons d'Olive COI/T.15/NC N° 3/Rév. 14.
 - Conseil Oléicole International. (2024, Décembre). Marché mondial de l'huile d'olive et des olives de table – Données de décembre 2024.
 - Conseil Oléicole International. (2025). Les olives de table.
 - Daane K.M., Johnson M.W. et Olive. J. (2010). Olive fruit fly: managing an ancient

Références bibliographie

- pest in modern time publiédans Annual review of entomology.
- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., & Ben-David, E. (2011). Influence du moment de la récolte et de l'indice de maturité sur le rendement et la qualité de l'huile d'olive. *Scientia Horticulturae*, 127 (3), 358-366.
 - Delarras, C. (2014). Practical laboratory microbiology : research for bacteria and yeast-molds. Edition Céline Poiteaux, Paris, Tec & doc/Lavoisier, 800p.
 - DSA. (2018). *Annuaire statistiques*. Direction des services agricoles de Tizi-Ouzou 2018.
 - DSA. (2024). *Rapport annuel*. Direction des services agricoles de Tizi-Ouzou 2024.
 - Esmail, A., Abed, H., Firdaous, M., Chahboun, N., Mennane, Z., Berny, E. H., & Ouhssine, M. (2014). Étude physico-chimique et microbiologique des margines de trois régions du Maroc.(Ouazzane, Fès Boulman et Béni Mellal). *J. Mater. Environ. Sci*, 5(1), 121-126.
 - Faci, M., Hedjal, M., Douzane, M., Sevim, D., Köseoğlu, O., & Tamendjari, A. (2021). Locations effects on the quality of Chemlal and Azeradj olives grown in Algeria. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 98(5), 551-566.
 - FAO. (2004). Journal officiel de la république algérienne N°70.
 - FAO. (2023). Production quantities of Olives by country. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
 - FAO. (2024). Top 10 des pays producteurs d'huile d'olive vierge 2021. FAOSTAT. https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity
 - Fourati, H., Ayadi, M., Baccari, F., Ahmed, G. B., & Amar, F. B. (2022). Journal of Arid Arboriculture and Olive Growing Volume 1 (2): 44–58, 2022 ISSN (Print): 2811-6313/ISSN (Online): 2811-647 X. *Journal of Arid Arboriculture and Olive Growing*, 1(2), 44-58.
 - Gantzer, C., Lucena, F., Schwartzbrod, L., Jofre, J. (1998). Indicateurs de contamination virale du milieu hydrique : mythe ou réalité ?, *Virologie*, 2 (2), 117-25.
 - Ghernoug, H., Chernukha, I. M., & Utyanov, D. A. (2023). Regional specificity of Algerian olive oil. *Food systems*, 6(3), 337-341.
 - Gharbi, I., Issaoui, M., & Hammami, M. (2014). La filière huile d'olive en Tunisie. *OCL*, 21(2), D202. <https://doi.org/10.1051/ocl/2013040>
 - Ghreishi Rad, S. A., Jalili, M., Ansari, F., RashidiNodeh, H., & Rashidi, L. (2023). Maturity impact on physicochemical composition and polyphenol properties of extra virgin olive oils obtained from *Manzanilla*, *Arbequina*, and *Koroneiki* varieties in

Références bibliographie

- Iran. *Food science & nutrition*, 11(9), 5396–5408. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3497>
- GUISSOUS, M. (2019). *La filière oléicole en Petite Kabylie : quelles innovations pour un développement durable ?* [Thèse doctorat]. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
 - Guiraud J.P et Rosec J.P. (2004). In pratiques des normes en microbiologiques alimentaire Ed. AFNOR. Cedex pp 95 – 234IS BN : 2.44511-8.
 - Green, P. S. (2002). A revision of *Olea L.* (Oleaceae). *Kew Bulletin*, 57(1), 91–140.
 - INRA. (2021). *Mouche de l'olivier Bactrocera oleae Gmelin*. Institut National de la Recherche Agronomique.
 - ITAF. (2023). CATALOGUE DES VARIETES ALGERIENNES DE L'OLIVIER - Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne. <http://www.itafv.dz/catalogue-des-varietes-algeriennes-de-lolivier/>
 - International Olive Council (IOC). (2019). Méthode d'analyse des composés phénoliques dans l'huile d'olive.
 - ISO 6887-1 (2017). *Microbiology of the food chain – Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination*.
 - Jemai, H., Bouaziz, M., & Sayadi, S. (2009). Phenolic composition, sugar contents and antioxidant activity of Tunisian sweet olive cultivar with regard to fruit ripening. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(7), 2961-2968.
 - JORA n°35. Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 24 août 1997 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, *Journal Officiel de la République Algérienne*: p 7-25.
 - Kaniewski, D., Van Campo, E., Boiy, T., Terral, J. F., Khadari, B., & Besnard, G. (2012). Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: Palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East. *Biological Reviews*, 87(4), 885–899.
 - Kasse, M., Cisse, M., Toure, A., Ducamp-Collin, M. N., & Guisse, A. (2014). Qualité microbiologique des tranches de mangues (*Mangifera indica L.*) vendues à Dakar (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(4), 1611-1619.
 - KHELFAOUI, M., & HAMIDI, Y. (2018). Contribution de l'entrepreneuriat durable à la promotion des produits de terroir (pdt) en Algérie cas de la filière oléicole de la région de Tizi-Ouzou. Conférence: BEMM.
 - Koprivnjak, O., Dminić, I., Kosić, U., Majetić, V., Godena, S. et Valenčič, V. (2010). Dynamique des changements des paramètres de qualité de l'huile liés à l'attaque de la mouche des olives. *Revue européenne de la science et de la technologie des lipides*

Références bibliographie

- 112(9), 1033-1040.
- Kounouz, R., Sena, B., Faiza, B., & Habiba, Z. (2021). Contrôle microbiologique de denrées alimentaires servies en restauration collective.
 - Lantero, E., Matallanas, B., & Callejas, C. (2023). Current Status of the Main Olive Pests: Useful Integrated Pest Management Strategies and Genetic Tools. **Applied Sciences**, 13(21), 12078. <https://doi.org/10.3390/app132112078>
 - Lantero, E., Zambrano, R., & Gómez, J. A. (2023). Ecosystem services provided by Mediterranean olive groves: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 341, 108223.
 - López-López, A., García-García, P., Durán-Quintana, M. C., & Garrido-Fernández, A. (2004). Physicochemical and microbiological profile of packed table olives. **Journal of food protection**, 67(10), 2320-2325.
 - MADR. (2019). *Statistiques Agricole, Serie « B » 2019*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
 - Mahhou, A., Nabil, Y., Hadiddou, A., Oukabli, A., & Mamouni, A. (2012). Performances des variétés d'olivier : *Arbéquine, Haouzia et Menara* en conditions pluviales dans la région de Meknès au Maroc.
 - Majeed, A., Rasheed, M. T., Akram, J., Shahzadi, N., Kousar, M., Bodlah, I., ... & Siddiqui, J. A. (2025). Insight into insecticide resistance mechanism and eco-friendly approaches for the management of olive fruit fly, *Bactroceraoleae* Rossi: a review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 132(1), 1-14.
 - Medjkouh, L., Tamendjari, A., Keciri, S., Santos, J., Nunes, M. A., & Oliveira, M. B. P. P. (2016). The effect of the olive fruit fly (*Bactroceraoleae*) on quality parameters, and antioxidant and antibacterial activities of olive oil. *Food & function*, 7(6), 2780-2788.
 - MOUMENE, H., HASIB, A., & JAOUAD, A. (2013). Qualité Hygiénique des olives de table vendus en vrac dans la région Marrakech-Tensift El Hawz. **Les technologies de laboratoire**, 8(32).
 - Mohamadi, N., Meraghni, M., Necib, A., Jelaiel, L., El Arbi, M., & Bouaziz, M. (2023). Comparative Study on Chemical Composition of Green and Black Table Olives Brines of the Endemic "Sigoise" Cultivar: Recovery of high-Added Values Compounds. *Chemistry & Biodiversity*, 20(3), e202200596.
 - Mraicha, F., Ksantini, M., Zouch, O., Ayadi, M., Sayadi, S., & Bouaziz, M. (2010). Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from Chemlali cultivar

Références bibliographie

- during ripening. *Food and chemical toxicology*, 48(11), 3235-3241.
- Nobre, T. (2019). Symbiose en agriculture durable : le microbiome bactérien de la mouche de l'olivier peut-il être utile dans la lutte antiparasitaire ? *Microorganisms*, 7 (8), 238. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7080238>
 - Notario, A., Sánchez, R., Luaces, P., Sanz, C., & Pérez, A. G. (2022). The Infestation of Olive Fruits by *Bactrocera oleae* (Rossi) Modifies the Expression of Key Genes in the Biosynthesis of Volatile and Phenolic Compounds and Alters the Composition of Virgin Olive Oil. *Molecules*, 27(5), 1650. <https://doi.org/10.3390/molecules27051650>
 - Ouguas, Y., Hilal, A., & El Hadrami, I. (2006). *Infestation de l'olivier par le psylle *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) et effet biocide des extraits phénoliques oléicoles sur ses adultes dans le Haouz*. Al Awamia. *Revue de la Recherche Agronomique Marocaine*, (118–119), 3-19.
 - Pavlidi N, Dermauw W, Rombauts S, Chrisargiris A, Van Leeuwen T, et al. (2013). *Analysis of the Olive Fruit Fly Bactrocera oleae Transcriptome and Phylogenetic Classification of the Major Detoxification Gene Families*. PLoS ONE 8(6): e66533.
 - Pires-Cabral, P., Barros, T., Nunes, P., & Quintas, C. (2018). *Physicochemical, nutritional and microbiological characteristics of traditional table olives from Southern Portugal*. *Emir. J. Food Agric*, 30, 611-620.
 - Polese J.M. (2012). *Ouvrage collectif réalisé par losange avec la collaboration de Jean-Marie Polese*. Oliviers. 74p.
 - Prevost, S., Cayol, J. L., Zuber, F., Tholozan, J. L., & Remize, F. (2013). *Characterization of clostridial species and sulfite-reducing anaerobes isolated from foie gras with respect to microbial quality and safety*. *Food Control*, 32(1), 222-227.
 - Profert. (2023, 11 décembre). La mouche de l'olivier. <https://profert.dz/fr/index.php/portfolio-items/la-mouche-de-lolivier/#>
 - Sharaf, N. S. (1980). Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae), and its damage to olive fruits in Tripolitania. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 89(1-5), 390-400.
 - Singleton VL, Rossi JA (1965). *Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents*. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16:144–158.
 - Stavrianakis, G., Sentas, E., Zafeirelli, S., Tscheulin, T., & Kizos, T. (2025). *Utilizing*

Références bibliographie

- olive fly ecology towards sustainable pest management*. *Biology*, 14(2), 125.
- Trombik, J., Ward, S. F., Norrbom, A. L., & Liebhold, A. M. (2023). *Global drivers of historical true fruit fly (Diptera: Tephritidae) invasions*. *Journal of Pest Science*, 96(1), 345-357.
 - Valeria, F. (2012). *Microbiological Aspects of Table Olives*. Dans InTech eBooks. <https://doi.org/10.5772/51479>
 - Varikou, K. (2022). *Bactrocera oleae (olive fruit fly)* [Base de données]. Dans *CABI Compendium*. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.17689>
 - Wallander, E., & Albert, V. A. (2000). Phylogeny and classification of Oleaceae based on rps16 and trnL-F sequence data. *American Journal of Botany*, 87(12), 1827–1841.
 - Walker, H. W., & Bryan, F. L. (1975). *Food borne illness from « Clostridium perfringens »*. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 7(1), 71-104.
 - Waterhouse AL (2002). *Polyphenolics : Determination of Total Phenolics*. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* 11.1.1–11.1.8.
 - Yala, J. F., Souza, A., Lebamba, J., Lepengue, A. N., MOUSSAVOU, F. P., DOUCKAGAS, E. S., & M'BATCHI, B. (2017). *Preliminary study of the evaluation of physicochemical parameters, detection and enumeration of total and faecal coliforms in some lakes of the town of Franceville (Gabon)*. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 20(3), 963-974.
 - Yorulmaz, A., Erinc, H., et Tekin, A. (2013). *Évolution des caractéristiques de l'olive et de l'huile d'olive au cours de la maturation*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(5), 647-658.
 - Zaier, H., Chmingui, W., Rajhi, H., Bouzidi, D., Roussos, S., & Rhouma, A. (2017). Physico-chemical and microbiological characterization of olive mill wastewater (OMW) of different regions of Tunisia (North, Sahel, South).
 - Zohary, D., Hopf, M., & Weiss, E. (2012). *Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin* (4th ed.). Oxford University Press.
 - Zeni, V., Benelli, G., Campolo, O., Giunti, G., Palmeri, V., Maggi, F., Rizzo, R., Lo Verde, G., Lucchi, A., & Canale, A. (2021). *Toxics or Lures ? Biological and Behavioral Effects of Plant Essential Oils on Tephritidae Fruit Flies*. *Molecules*, 26(19), 5898. <https://doi.org/10.3390/molecules26195898>



Annexes

Appareillage

Centrifugeuse



Bain ultrasonique



Compteur de colonies



Etuve



Balance de précision



Spectrophotomètre UV-Vis



Matériels et réactifs

- Gants stériles
- Alcool 70%
- NaCl
- Milieu de culture
- Tubes à essais
- Boîtes de Pétri
- Pipettes et micropipettes

- Pince stérile
- Flacons stériles
- Embouts stériles
- Bec bunsen
- Parafilm
- Cristalliseur en verre
- Verre de montre

- Eau distillé
- Tubes à centrifuger
- Acide galique
- Réactif Folin-Ciocalteu 1/10
- Na₂CO₃ 20%
- Méthanol 70%
- Hexane

Technique de dosage des phénols totaux (Annexe 1) :

Préparation de l'échantillon

- Broyer au mortier les échantillons et les sécher à 40°
 - Broyer la pâte séchée
- Dégraisser avec 10 mL hexane (10 min)
 - Centrifuger 6500 rpm, 15 min
 - Sécher les résidus à l'air



Préparation de l'extrait phénolique

- 1 g de la poudre
- Ajouter 10 mL méthanol 70%
- Sonication 30 min
- Centrifuger 6500 rpm, 15 min
- Répéter extraction, combiner
- Conserver à 4 °C



Réaction Folin-Ciocalteu

- Préparer courbe standard
 - 200 µL extrait/standard
- Ajouter 1000 µL Folin (1:10)
 - Repos 5 min à l'obscurité
- Ajouter 800 µL Na₂CO₃ 20%
- Incuber 30 min à 25 °C



Mesure spectrophotométrique

- Lire absorbance à 765 nm

Préparation de la pâte d'olive pour les analyses microbiologiques (Annexe 2) :

Tout d'abord stérilisez les instruments (couteaux, mortier) à l'autoclave (121°C, 15 min) ou à l'alcool 70%, et nettoyez la surface de la paillasse avec de l'alcool 70%.

Séparation des échantillons d'olives noires en 2 groupes :

- Saines
- Infestées



Lavez les olives soigneusement avec de l'eau stérile



Désinfectez la surface des olives en les trempant brièvement (30s) dans une solution d'éthanol 70%

Rincez directement avec de l'eau stérile et séchez les olives dans un environnement stérile



Broyer séparément les échantillons avec un mortier stérile



Ajout d'une petite quantité d'eau physiologique stérile (0,9% NaCl) si nécessaire pour faciliter l'homogénéisation



Obtention d'une pâte homogène



Transfert de chaque pâte dans des boîtes de Pétri stériles



Conservation à 4 °C

Préparation de la solution mère (Annexe 3) :

Échantillon de pâte d'olive



Peser une quantité précise (10 g)



Mettre dans un flacon stérile



Ajouter 90 mL de l'eau physiologique (NaCl 0.9%)

La flore totale aérobie mésophile (FTAM) (Annexe 4) :

- Le milieu de culture (PCA) a été fondu au bain-marie.
- A partir des dilutions décimales prélever 1ml a l'aide d'une pipete pasteur après agitation.
- Déposer ce volume goutte par goutte sur un boite de pétri vide (2 boites pour chaque dilution).
- Couler 15 ml de milieu gélosé maintenu en surfusion mais légèrement refroidi.
- Homogénéise en gardant la boite de pétri fermée avec des mouvements circulaires.
- Laisser refroidir les boites jusqu'à la solidification complète.
- Retourner les boites et les incuber à l'étuve à 30C pendant 72heures.
- Lecture des résultats chaque 24h.
- Dénombrer les colonies dans chaque boite.

Dénombrement des coliformes fécaux et totaux (Annexe 5) :

- 1mL de chacune des dilutions choisies a été transféré aseptiquement dans une boîte de Pétri stérile vide.
- On a ensuite ajouté environ 12 ml de gélose VRBL fondue à 100 °C puis refroidie à 45°C.
- Les boites ont été laissées à refroidir et une fois solidifiées, une couche protectrice d'environ 4mL a été versée à nouveau (2 boites pour chaque dilution).
- Le dénombrement est effectué après 48 heures d'incubation à 37°C.

Dénombrement des levures et moisissures (Annexe 6) :

- Préparer les dilutions décimales en tubes stériles
- Couler 1 mL de la dilution choisie sur la boite de pétri stérile.
- Couler 15 mL d'OGA fondu et tempéré (45 °C) (2 boites pour chaque dilution).
- Incuber à 25°C pendant 5 jours
- Lecture et dénombrement des colonies

-Levures : Colonies moyennes de couleur crème, d'aspect crémeux et de forme semi-bombée.

-Moisissures : Colonies filamenteuses de couleurs variées selon le type de moisissure.

Clostridium sulfito-réducteur (NF T90-415, 1985) (Annexe 7) :

- Après avoir préparé les dilutions de 10^{-1} à 10^{-4}
- Préalablement le milieu VF est fondu à 100° , on rajoute dans chaque flacon de VF une ampoule d'Alun de fer et une de sulfite de sodium avec agitation douce.
- A partir de chaque dilution on prélève 1mL et le mettre dans un tube vide stérile (pour chaque dilution 2 tubes).
- Les tubes de chaque dilution sont chauffés au bain marie à 80°C , pendant 10 minutes, puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et reste seulement la forme sporulée des bactéries Sulfito-Réducteurs).
- Couler la gélose et laisser solidifier.
- Incuber à 37°C pendant 48 heures avec une première lecture après 24 heures d'incubation et une autre après 48h, si on a rien on fait une autre lecture après 72h.

Analyses statistiques effectués par l'ANOVA

Analysis of Variance for P:Humid

Source	DF	SS	MS	F	P
Maturité	2	7,0020	3,50100	26,69	0,000
E sanitaire	1	0,0085	0,00846	0,06	0,800
Error	236	30,9627	0,13120		
Total	239	37,9732			

Analysis of Variance for P:Pulpe

Source	DF	SS	MS	F	P
Maturité	2	6,0804	3,04019	39,53	0,000
E sanitaire	1	0,1369	0,13691	1,78	0,183
Error	236	18,1496	0,07691		
Total	239	24,3669			

Analysis of Variance for P:Pułpe/Noyal

Source	DF	SS	MS	F	P
Maturité	2	41,049	20,5247	91,21	0,000
E sanitaire	1	7,281	7,2810	32,36	0,000
Error	236	53,703	0,22730		
Total	239	101,434			

Analysis of Variance for Humidité (P:1)

Source	DF	SS	MS	F	P
maturité	2	14,950	7,47500	78,04	0,000
imixation	1	8,531	8,5308	22,58	0,000
Error	12	4,535	0,3779		
Lack-of-Fit	2	1,707	0,8535	3,28	0,080
Pure Error	10	2,738	0,2738		
Total	15	27,043			

Analysis of Variance for PT

Source	DF	SS	MS	F	P
Maturité	2	0,097591	0,048796	1,34	0,315
Infesté	1	0,000010	0,000010	0,00	0,987
Error	8	0,291368	0,036421		
Total	11	0,388969			

Résumé

La mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) constitue l'un des principaux ravageurs de l'olivier, provoquant chaque année des pertes qualitative et quantitative importante pour la production oléicole. Cette étude vise à évaluer l'impact de l'infestation sur la qualité des olives de la variété *Chemlal*, cultivée dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Des échantillons d'olive ont été prélevés sur des arbres représentatifs et triés en fonction de leur maturité (vertes, mauves et noires) et de leur état sanitaire (infestés ou non). Des analyses pomologiques, chimiques (teneur en composés phénoliques totaux) et microbiologiques (flore aérobie mésophile, coliformes, levures et moisissures, spores de *Clostridium sulfito-réducteurs*) ont été réalisées. Les résultats ont montré que l'infestation par *B. oleae* entraîne une diminution importante du poids des fruits et de l'indice de rendement, compromettant ainsi la production d'huile et d'olives de table. Sur le plan chimique, une réduction marquée de la teneur en polyphénols totaux a été observée, traduisant une perte de propriétés antioxydantes et un risque accru d'altération organoleptique. L'analyse microbiologique a révélé que les fruits infestés présentent une charge microbienne élevée, dominée par la flore aérobie et la présence de coliformes totaux. Cette contamination s'accompagne également d'une prolifération importante de levures et de moisissures, particulièrement accentuée chez les olives en plein maturité. Les résultats obtenus confirment que *B. oleae* représente une menace majeure pour la qualité sanitaire et technologique des olives *Chemlal*.

Mots clés : *Bactrocera oleae*, *Chemlal*, Pomologie, Altérations, Huile.

Abstract

The olive fly (*Bactrocera oleae*) is one of the main pests affecting olive trees, causing significant losses in terms of both quality and quantity in olive production each year. This study aims to assess the impact of infestation on the quality of *Chemlal* variety olives grown in the wilaya of Tizi-Ouzou. Olive samples were taken from representative trees and sorted according to their ripeness (green, purple and black) and health status (infested or not). Pomological, chemical (total phenolic compound content) and microbiological (mesophilic aerobic flora, coliforms, yeasts and moulds, sulphite-reducing *Clostridium* spores) analyses were carried out. The results showed that infestation by *B. oleae* leads to a significant reduction in fruit weight and yield index, thus compromising the production of oil and table olives. Chemically, a marked reduction in total polyphenol content was observed, reflecting a loss of antioxidant properties and an increased risk of organoleptic deterioration. Microbiological analysis revealed that infested fruit had a high microbial load, dominated by aerobic flora and the presence of total coliforms. This contamination is also accompanied by significant proliferation of yeasts and molds, which is particularly pronounced in fully ripe olives. The results obtained confirm that *B. oleae* represents a major threat to the sanitary and technological quality of *Chemlal* olives.

Key words: *Bactrocera oleae*, *Chemlal*, Pomology, Alterations, Oil.