

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
تعماجي للابلاج تماعنوب  
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département des sciences  
Agronomique



## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention de diplôme de **Master** en

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière:** Sciences Agronomique

**Spécialité:** Production Végétale

# *Enquête phytosanitaire sur la verticilliose de l'olivier dans la région d'Ain Defla*

**Présenté par :**

- MAHROUG Nadia
- DJEMIL Chahinez

**Devant le jury :**

DJEBROUNE A.	MCA	Présidente	(U.D.B Khemis Miliana)
ABDERRAHMANE O.	MCB	Promoteur	(U.D.B Khemis Miliana)
CHEBBAB H.	MAA	Examinatrice	(U.D.B Khemis Miliana)

Année universitaire : 2021/2022



## REMERCIEMENT

J'offre ma grande gratitude à Dieu qui m'a aidé à faire ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à mes parents pour leurs  
Encouragements, leurs soutiens et pour les sacrifices qu'ils ont enduré.

Je remercie mon promoteur Omar Abderrahmane pour les efforts  
Qu'il a déployé, pour m'aider, conseiller, encourager et corriger.

Je voudrais remercier les membres de jury d'avoir accepté d'examiner  
Mon travail.

Je remercie aussi tout le corps enseignant dans le département de  
Agronomique qui a contribué à ma formation universitaire.

Je remercie tous ceux de près ou de loin qu'ont contribué à la  
Réalisation de ce travail. Trouvent ici ma sincère reconnaissance Agronomique qui a contribué  
à ma formation universitaire.

En fin, Je remercie tous ceux de près ou de loin qu'ont contribué à la  
Réalisation de ce travail. Trouvent ici ma sincère reconnaissance



## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à Aux deux êtres les plus chers de ma vie, qui ont su m'apporter amour, tendresse et qui m'ont inculqué la Droiture, la persévérance, le sérieux, l'honnêteté, à vous courageux Père et à vous tendre Mère. Toujours m'encouragé durant Mes études*

*A mes frères : Mohamed, ANES.*

*A mes sœurs : Fatima Zahra, douaa*

*A ma petite nièce: Nour El dJena*

*A toute ma famille et à tout ce qui me connaît*

*A mon binôme : chahinez*

*A mes chers amies : Asmaa, Leïla, khadidja, Nassima, zahra, weam,*

*Ikhlase, Rabîha, Amîna « Que notre amitié dure »*

*A tous ceux que j'aime, qui m'aiment et me combler de conseils, les mots ne sauraient exprimer ma redevance.*

*A tous mes collègues de la même spécialité. M2 production végétale*

*2021/2022*

*Nadîa*



## *Dédicaces*

*A toi Dieu très haut je dédie cet essai, A toi Bon Dieu, je te dois un merci  
pour tout le courage et la volonté que tu m'as donné pour l'achèvement  
de ce travail*

*Je dédie ce mémoire, au signe de respect, de reconnaissance et de  
gratitude à*

*Mes très chers parents Abd El Kader Et Malika, mes estimes pour eux  
sont immenses, je vous remercie pour tout ce que vous avez fait pour  
moi, pour votre amour et votre confiance, pour vos encouragements, et  
votre soutien tout au long de mes études*

*« Que dieu vous préserve une longue vie heureuse »*

*A mes très chères proche amies.*

*« Je vous souhaite une vie pleine de prospérité et de réussite »*

*A toute ma famille, mes tantes et mes oncles.*

*A mon encadreur, j'ai beaucoup appris à ses côtés, et je lui adresse ma  
gratitude pour tout cela ;*

*A mon binôme, Marwa je vous dédie ce travail, et vous souhaite un  
avenir à la hauteur de vos ambitions.*

*« Que notre amitié dure »*

*A tous ceux que j'aime, qui m'aiment et me combler de conseils, les mots  
ne sauraient exprimer ma redevance.*

*A tous mes collègues de la même spécialité. M2 production végétale  
2021/2022*

*Chahinez*

## RESUME

Notre enquête sur la verticilliose de l'olivier; une maladie causé par un champignon vasculaire et d'origine tellurique (*Verticillium dahliae* Kleb), a été réalisé sur 14 vergers situant dans la wilaya d'Ain Defla durant la saison de 2022. L'évaluation de l'état phytosanitaire des jeunes vergers oléicoles a été effectuée par des prospections symptomatologiques, suivi par un diagnostic au laboratoire et l'étude des paramètres de maladie.

Les résultats de la prospection symptomatologique ont montré la présence des symptômes typiques de la verticilliose : dépérissement, chlorose, jaunissement et défoliation. L'isolement des échantillons malades des parties aériennes (rameaux et tronc) a révélé la présence de *Rhizoctonia sp* suivi par *Alterniaria sp*, mettant en évidence la complexité de l'étiologie des symptômes observés. Le pourcentage d'incidence de la maladie dépasse 70% dans certains vergers et l'indice de sévérité de maladie avoisine 30%. Nos résultats sur la gravité et l'étiologie des symptômes seront d'une grande importance pour ralentir la mortalité des jeunes plantations d'olivier et pour la gestion phytosanitaire des vergers dans la région.

**Mots clés** : l'olivier, verticilliose, champignon, *Verticillium dahliae* Kleb, dépérissement, symptômes.

## **ABSTRACT**

Our survey of olive verticillium wilt; a disease caused by a vascular fungus of telluric origin (*Verticillium dahliae* Kleb), was carried out on 14 orchards located in the state of Ain Defla during the 2022 season. The evaluation of the phytosanitary state of young olive orchards was carried out by symptomatological surveys, followed by laboratory diagnosis and study of disease parameters.

The results of the symptomatological survey showed the presence of the typical symptoms of verticillium wilt: dieback, chlorosis, yellowing and defoliation. The isolation of diseased samples from the aerial parts (twigs and trunk) revealed the presence of *Rhizoctonia sp* followed by *Alterniaria sp*, highlighting the complexity of the etiology of the symptoms observed. The percentage incidence of the disease exceeds 70% in some orchards and the disease severity index is around 30%. Our results on the severity and etiology of symptoms will be of great importance to slow down the mortality of young olive plantations and for the phytosanitary management of orchards in the region.

Key words: olive tree, verticillium wilt, fungus, *Verticillium dahliae* Kleb, decline, symptoms.

## المخلص

تحقيقنا حول مرض ذبول الزيتون ؛ مرض ناتج عن فطر وعائي من أصل ترابي ( *Verticillium dahliae* Kleb ) ، تم إجراؤه في 14 بستاناً في ولاية عين الدفلة خلال موسم 2022. تم تقييم حالة الصحة النباتية لبساتين الزيتون الصغيرة من خلال تشخيص الأعراض. ، يليها التشخيص المخبري ودراسة معايير المرض.

أظهرت نتائج تشخيص الأعراض وجود الأعراض النموذجية للذبول (فيرتيسيليوم): موت أطراف الاغصان ، شحوب اليخضور ، والاصفرار وتساقط الأوراق. كشف عزل العينات المريضة من الأجزاء الهوائية (الأغصان والجذع) عن وجود فطر *Rhizoctonia sp* متبوعاً بـ *Alternaria sp* ، مما يبرز مدى تعقيد مسببات الأعراض التي لوحظت. وتزيد نسبة الإصابة بالمرض في بعض البساتين عن 70% ويبلغ مؤشر شدة المرض حوالي 30%. ستكون نتائجنا حول شدة الأعراض ومسبباتها ذات أهمية كبيرة لإبطاء معدل وفيات مزارع الزيتون الصغيرة وإدارة الصحة النباتية للبساتين في المنطقة.

**الكلمات المفتاحية:** شجرة الزيتون ، ذبول الفطر ، فطر ، *Verticillium dahliae* Kleb ، تدهور ، أعراض.

## ***LISTE DE FIGURES***

---

### **Liste Des Abréviations**

**DSA** : Direction des Services Agricoles

**ITAFV** : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne

**FOA STAT**: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.

**COI** : Conseil oléicole international.

**OQDS** : Olive Quick Decline Syndrome.

**MADR**: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

**EU** : Union européenne.

**D.O.C**: Djemaa Olad Chikh.

**GCV** : Groupe De Compatibilité Végétative

**V** : Verticillium.

**PDA** : Potato dextrose agar.

**HR** : Hautement résistant

**R** : Résistant

**MS** : Modérément susceptible

**Ms** : Microsclerote

**ISM**: Indice de sévérité de la maladie

**HS** : Hautement Susceptible

**S** : Susceptible.

**Qx** : Quintaux.

**Ha**: Hectare.

## ***LISTE DE FIGURES***

---

### **Liste des Figures :**

Figure 1 : Classement mondiale des pays producteurs d'olives ( FAOSTAT, 2022) .....	5
Figure 2: Production et Rendement d'olives en Algérie 2010/2020(FAOSTAT ,2022) .....	7
Figure 3: Principales parties d'un olivier (Argenson, 1999). .....	9
Figure 4: Symptômes de Xylella fastidiosa sur les fruits et les feuilles de l'olivier (anonyme)...	14
Figure 5: Symptômes de la fumagine de l'olivier présents sur les deux faces de la feuille. (Anonyme). .....	14
Figure 6: Tache foliaire classique dû au Cycloconiumoleaginum(RsNeun.1968).....	15
Figure 7: Des Olives momifiées attaqués par l'antracnose de l'olivier (anonyme).....	16
Figure 8: Symptômes de la cercosporiose sur les fruits de l'olivier. (Moral et al., 2015). .....	16
Figure 9: Verticillium dahliae (Luis Gómez-Alpízar, 2001).....	17
Figure 10: la verticilliose de l'olivier (Levin, 2003). .....	19
Figure 11: Cycle de vie de la V.dahliae, hiemstra (1998).....	21
Figure 12: Carte géographique de la wilaya d'Ain Defla. ....	27
Figure 13: Technique D'isolement.....	33
Figure 14: Dépérissement des branches d'extrémité.....	36
Figure 15: Défoliation totale de la plante (rameaux restent vert) .....	37
Figure 16: La mort rapide des rameaux .....	37
Figure 17: Dépérissement et nécrose de tronc avec l'apparition des rejets à la base.....	38
Figure 18: Jaunissement général des feuilles. ....	38
Figure 19: La mort de pousse et momification des fruits.....	39
Figure 20: La mort totale de l'arbre. ....	39
Figure 21: Incidence de la maladie dans les vergers de Boumedfa .....	41
Figure 22: Incidence de la maladie dans les vergers de D.O.C.....	41
Figure 23: Incidence de la maladie dans les vergers de Sidi Lakhdar .....	42

## ***LISTE DE FIGURES***

---

Figure 24: Sévérité de la maladie dans les vergers de Boumedfaa .....	42
Figure 25: Sévérité de la maladie dans les vergers de D.O.C. ....	43
Figure 26: Sévérité de la maladie dans les vergers de Sidi Lakhdar.....	43
Figure 27: Indice de sévérité dans la commune de Boumedfaa .....	44
Figure 28: Indice de sévérité dans la commune de D.O.C.....	44
Figure 29: Indice de sévérité de la maladie dans les vergers de Sidi Lakhdar.....	45
Figure 30: Vue microscopique de <i>Rhizoctonia sp</i> (40X10) .....	46
Figure 31: Vue microscopique d' <i>Alternaria sp</i> (40X10) .....	46

## ***LISTE DE TABLEAUX***

---

### **Liste de Tableaux :**

Tableau 1: Caractéristiques des vergers prospectés. ....	28
Tableau 2: Conduite culturale des vergers .....	29
Tableau 3: Échelle de notation de la sévérité des symptômes .....	31
Tableau 4: La répartition des arbres selon l'échelle de sévérité .....	40

## TABLE DU MATIER

---

### Contents

Introduction général .....	2
<b>CHAPITRE I</b> .....	4
<b>GÉNÉRALITÉ SUR L'OLIVIER</b> .....	4
<b>I. Généralités sur l'olivier (<i>Olea europea</i> L.)</b> .....	5
<b>I-1. Origine et expansion</b> .....	5
<b>I-2. L'oléiculture dans le monde:</b> .....	5
<b>I-3. L'oléiculture en Algérie</b> .....	6
<b>I-3. Systématique de l'olivier</b> .....	7
<b>I-4. Morphologie générale de l'olivier</b> .....	8
<b>I-4. Cycle du développement</b> .....	9
<b>I-6. Cycle végétatif annuel de l'olivier</b> .....	10
<b>I-8. Les variétés de l'Olivier</b> .....	11
<b>I-8-1. Les variétés locales (algériennes)</b> .....	11
<b>I-8-2. Les variétés introduites</b> .....	11
<b>CHAPITRE II</b> .....	12
<b>AGENT PATHOGENE</b> .....	12
<b>II.1 les principales maladies de l'olivier</b> .....	13
<b>II-1-1. Xylella Fastidiosa :</b> .....	13
<b>II-1-2. La Fumagine :</b> .....	14
<b>II-1-3. L'œil de Paon (le cycloconium) :</b> .....	14
<b>II-1-4. L'antracnose :</b> .....	15
<b>II-1-5. La cercosporiose :</b> .....	16
<b>II-2. La verticilliose (<i>Verticillium dahliae</i>)</b> .....	17
<b>II-2-1. Description de l'agent causal</b> .....	17
<b>II-2-2. Classification et caractéristique morphologique</b> .....	17
<b>II-2-3. Symptômes de la maladie</b> .....	18
<b>II-2-3-1. Le dépérissement rapide ou « apoplexie »</b> .....	19

## **TABLE DU MATIER**

---

II-2-3-2. Le dépérissement lent.....	20
II-2-4. Cycle de développement de <i>V. dahlia</i> .....	20
II-2-4-1. La phase non parasitaire : .....	20
II-2-4-2. La phase parasitaire : .....	21
II-2-5. Gammes d'hôtes.....	21
II-2-6. Facteurs influençant la maladie .....	22
II-2-7. Stratégies et méthodes de lutte .....	22
II-2-7-1. La lutte chimique.....	23
II-2-7-2 La lutte biologique.....	23
II-2-7-3. La lutte génétique .....	23
II-2-7-4. La lutte intégrée.....	24
MATERIELES ET METHODES .....	25
III. MATERIEL ET METHODES .....	26
III-1. VERGERS OLEICOLES ETUDIES.....	26
III-1-1. SITUATION GEOGRAPHIQUE : .....	26
III-1-2. CARACTERISTIQUES DES VERGERS .....	27
III-1-3. Conduite culturale .....	28
III-2. DIAGNOSTIC SYMPTOMATOLOGIQUE.....	31
III-2-1. Incidence de la maladie : .....	31
III-2-2. Sévérité de maladie: .....	31
III-3. DIAGNOSTIC AU LABORATOIRE .....	32
III-3-1. MilieuPDA .....	33
III-3-2. TECHNIQUE D'ISOLEMENT .....	33
III-3-3.IDENTIFICATION .....	34
III.3.3.1 CARACTERES MACROMORPHOLOGIQUES.....	34
III-3-3-2.CARACTERE MICROMORPHOLOGIQUE .....	34
<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS</b> .....	35
<b>IV .RESULTAT</b> .....	36

## **TABLE DU MATIER**

---

<b>IV-1. DIAGNOSTIC SYMPTOMATOLOGIQUE</b> .....	36
<b>IV-2. EVALUATION DE LA MALADIE</b> .....	40
<b>IV-2-1. INCIDENCE DE LA MALADIE</b> .....	41
<b>IV-2-2. SEVERITE DE MALADIE</b> .....	42
<b>IV-2-3. INDICE DE SEVERITE</b> .....	43
<b>IV-3. DIAGNOSTIC AU LABORATOIRE</b> .....	45
<b>IV-3-1. Caracteristiques Macroscopiques Et Microscopiques Des Champignons Detectes.</b> .....	45
<b>IV-3-1-1. <i>Rhizoctonia sp.</i></b> .....	45
<b>IV-3-1-1-1. Caractères macroscopiques :</b> .....	45
<b>IV-3-1-1-2. Caractères microscopiques :</b> .....	45
<b>IV-3-1-2. <i>Alternaria sp.</i></b> .....	46
<b>IV-3-1-2-1. Caractères macroscopiques :</b> .....	46
<b>IV-3-1-2-2. Caractères microscopiques :</b> .....	46
<b>V. DISCUSSION GENERALE</b> .....	47
<b>CONCLUSION</b> .....	52
<b>LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	54

***INTRODUCTION  
GÉNÉRALE***

## Introduction générale

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

En Algérie, l'oléiculture occupe le tiers des superficies consacrées à la culture fruitière. Au cours des 20 dernières années, les superficies plantées d'oliviers se sont considérablement développées, passant de 168 080 hectares en 2000 à 431 634 hectares en 2019. (MADR, 2021). Cette dernière a entraîné une augmentation des rendements en huile d'olive, notamment avec la mise en place de nouvelles zones de production dans le sud. Le nombre d'oliviers a également connu un grand développement, passant de 16 702 610 arbres en 2000 à 60 632 901 arbres en 2019 (**Zaidi H. et al, 2021**).

Ce niveau de production est le résultat de différents programmes de développement et de soutien lancé par l'état depuis l'an 2000. Les efforts financiers déployés, pour le développement de cette filière, sont orientés principalement vers la production des plantes, l'irrigation, l'indemnisation des oléiculteurs victimes des incendies ..., néanmoins peu d'importance est accordée envers les problèmes phytosanitaires associés à l'extension des superficies oléicoles. En effet, l'une des maladies qui limitent et entravent son développement; la verticilliose. C'est une maladie vasculaire dangereuse engendrant le dépérissement de l'arbre et menaçant la pérennité des vergers oléicoles. Il a été signalé pour la première fois en Algérie par Benchabane en 1990 (**Benchabane M, 1990**).

Cette maladie provient d'un champignon du sol connu sous le nom de *Verticillium dahlia*, c'est un champignon vasculaire d'origine tellurique et sclérogène, capable de survivre dans le sol durant des années. Il a une gamme d'hôte très large (plus de 400 espèces), y compris les solanacées (tomate et pomme de terre). En plus de son pouvoir pathogène, l'absence de fongicides efficaces, la sensibilité des variétés cultivées (Chemlal et Sigoise..), rendent la lutte contre ce trachéomycose plus problématique et limitent la stratégie de lutte sur le recours aux pratiques culturales seulement.

## ***INTRODUCTION GÉNÉRAL***

---

L'objectif de notre enquête est d'évaluer l'état phytosanitaire des oliveraies de la région d'Ain Defla par un diagnostic symptomatologique, suivi par un diagnostic des échantillons malades au laboratoire, et l'étude des paramètres de maladie (incidence et sévérité). Les informations collectées seront utilisées pour la gestion de cette maladie.

***CHAPITRE I***  
***GÉNÉRALITÉ SUR***  
***L'OLIVIER***

## I. Généralités sur l'olivier (*Olea europea* L.)

### I-1. Origine et expansion

L'olivier et l'huile d'olive font partie intégrante de l'histoire du bassin méditerranéen, on les retrouve au fil des siècles à travers différents mythes et croyances. De (Barry N., 1999) indique que les pays méditerranéen furent les premiers foyers de l'olivier sauvage (*Olea europea*). Les fouilles syriennes de l'ancien port d'Ougarit ont permis de trouver de grandes quantités d'amphores d'huiles destinées probablement aux échanges méditerranéens.

Depuis l'antiquité, l'olivier a toujours été un symbole de paix, de prospérité, de sagesse et d'abondance. Etant l'arbre sacré, il était interdit de le couper. Cultivé depuis l'antiquité, associé à diverses civilisations, l'olivier constitue de nos jours le trait d'union entre les pays méditerranéen. D'après (Besnard G., 2005) l'origine de l'olivier reste toujours incertaine, mais la thèse la plus fréquemment retenue désigne la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine.

### I-2. L'oléiculture dans le monde:

L'olivier est aujourd'hui cultivé dans toutes les régions du globe se situant entre les latitudes 30° et 45° des deux hémisphères, des Amériques (Californie, Mexique, Brésil, Argentine, Chili), en Australie et jusqu'en Chine, en passant par le Japon et l'Afrique du Sud.

La production mondiale d'olives est actuellement estimée à **23,640, 307** tonnes sur une superficie de **12, 763,184 Ha**. L'Espagne est le premier producteur mondial d'olives avec une production de **5.781.248.44** tonnes (figure 1). (FAOSTAT, 2022).

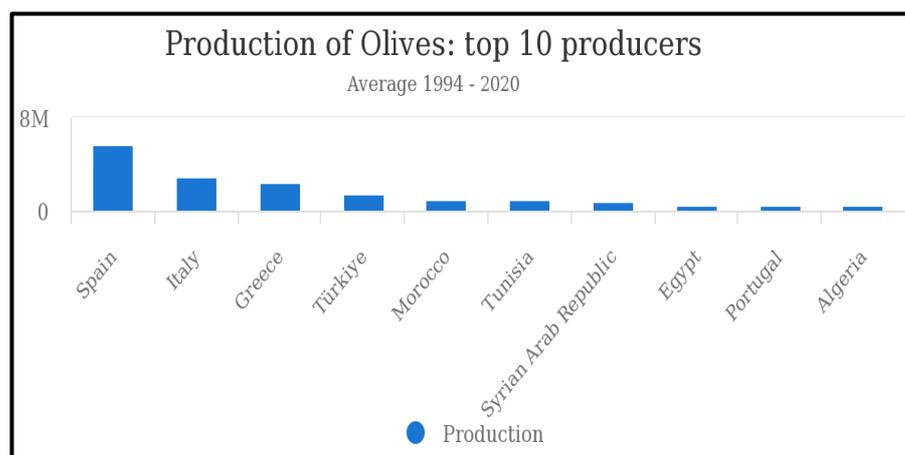


Figure 1: Classement mondiale des pays producteurs d'olives ( FAOSTAT, 2022)

**I-3. L'oléiculture en Algérie**

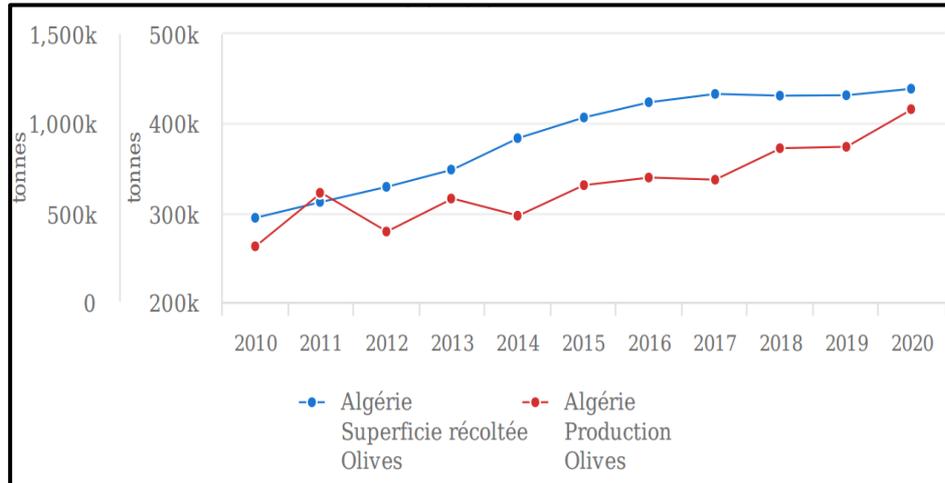
La culture de l'olivier en Algérie remonte à la plus haute antiquité, elle constitue une source de revenu significative pour la population rurale. Cette culture représente plus de 30% du verger arboricole national. L'olivier est principalement cultivé sur les zones côtières du pays à une distance de 8 à 100 km de la mer où il trouve les conditions favorables pour son développement. Il occupe en 2022, une superficie de 438,828 hectares (**FOASTAT, 2022**), qui se répartie sur tout le territoire national (figure 2).

La filière oléicole en Algérie est répartie en trois principales zones de production (**MADR, 2021**).

- La zone de l'Ouest (Tlemcen, Ain Timouchent, Mascara, Sidi Belabbes et Relizane) qui représente 18% du verger national,
- La zone du centre qui est la principale zone de production oléicole, elle englobe les wilayas de Bejaia, Tizi-Ouzou, Bouira, Boumerdes, Setif, BBA, cette zone représente 54% du verger national,
- La région de l'Est, qui représente 28 % du verger national, cette région englobe les wilayas de Jijel, Mila, Skikda, et Guelma.

Il est important de préciser que la production de la zone de l'Ouest est dominée par l'olive de table, par contre les deux autres zones sont à vocation d'huile d'olive (**Zaidi.H et al., 2021**).

La production nationale de l'olive a triplé entre 2010 et 2020 passant de 31 125,2 t en 2010 à 1 079 508 t en 2020 (**MADR, 2022**). Cependant cette production est instable et connu plusieurs fluctuations, on cite notamment le phénomène de l'alternance, l'oléiculture pluviale notamment dans les vergers montagneux, les incendies qui ont ravagé beaucoup de surfaces productives dans ces dernières années et particulièrement durant l'été 2021 où l'Algérie a connu de multiples incendies sans précédent dans la zone centre et Est. La non-maîtrise des techniques modernes de production et protection des vergers contre les ravageurs et maladies qui menacent la pérennité des oliveraies (comme la verticilliose).



**Figure 2:** Production et rendement d'olives en Algérie 2010/2020 (FAOSTAT ,2022).

#### I-4. Systématique de l'olivier

L'olivier appartient à la famille des Oléacées, le genre est appelé *Olea* qui est constitué de 30 espèces différentes comme le troène, le lilas, le frêne et le forsythia. L'oléastre a toujours été considéré comme l'ancêtre de l'olivier cultivé (**Breton et al, 2006**).

La classification botanique de l'olivier selon **Breton (2006)** est comme suit :

**Embranchement :** Magnoliophyta

**Sous embranchement :** Magnoliophytina

**Classe :** Magnoliopsida

**Sousclasse :** Asteridae

**Ordre :** Scrophulariales

**Famille :** Oleaceae

**Genre :** *Olea*

**Espèces :** *Olea europaea L.*

L'espèce *Olea europaea L.* Se subdivise en fonction de la forme des feuilles et des fruits en deux sous-espèces:

- *Olea europaea sylvestris* : L'olivier sauvage ou oléastre poussant spontanément dans la garrigue.
- *Olea europaea sativa* : L'olivier cultivé qui possède de nombreuses espèces.

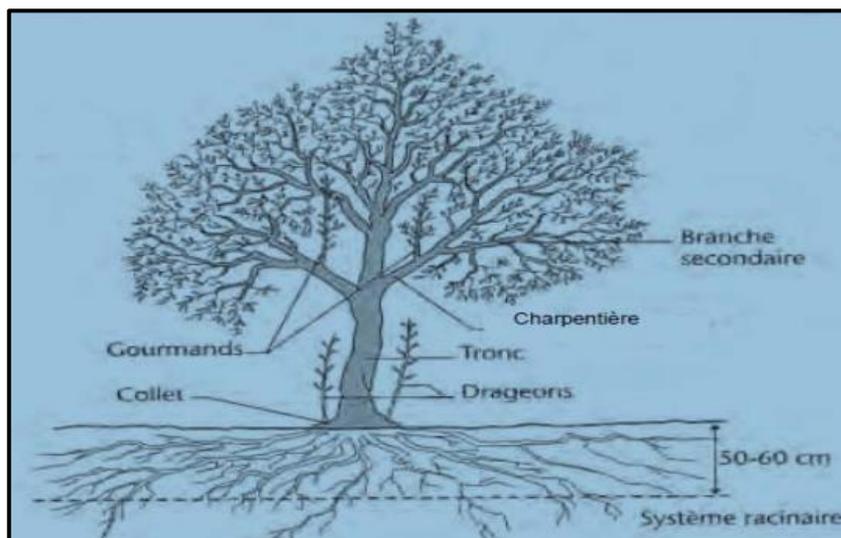
### I-5. Morphologie générale de l'olivier

L'olivier est un arbre à feuillage persistant de longue vie, généralement plus de 500 ans, mais des arbres plus âgés de 2000 ans ont été enregistrés. (**Besnard et al ., 2000**). L'olivier est une plante sempervirente d'une grande longévité. Son système racinaire est très large et se compose principalement de racines adventices qui se développent dans les premiers centimètres du sol (**Villa, 2003**).

Le système racinaire s'adapte aux conditions de sol et n'émet de racines profondes que si les conditions hydriques et minérales l'exigent, l'olivier présente un système racinaire à développement latéral, avec trois ou quatre racines dominantes et un important poilu qui reste généralement localisé dans une profondeur de 50 à 70 cm, principalement sous le tronc (**Argenson et al .,1999** ).

L'olivier est un arbre de 3 à 10 mètres, parfois un arbrisseau de 1,5 à 2 mètres. Dans les pays chauds, il peut arriver jusqu'à 10 mètres de hauteur (**Fourastée, 2003**), et selon **Bartels (1997)**, l'arbre mesure jusqu'à 15 m de hauteur, généralement noueux, écorce adulte gris et crevassée, souvent couverte de cicatrices.

Le tronc des jeunes oliviers est droit et circulaire (Figure 3). En vieillissant, il se déforme et acquiert son aspect tourmenté caractéristique, des zones de dépression successives, les cordes apparaissent. Dans les zones très humides, des caries peuvent déformer le bois pourtant très dur. (**Douat, 1998**).



**Figure 3:** Principales parties d'un olivier (Argenson, 1999).

Les feuilles sont simples, lancéolées, pointues sur le rameau, elles sont opposées et la pétiole est court, elles sont glabres et à bords révolutés. La nervure principale est seule apparente. La face supérieure est luisante de couleur vert foncé, tandis que la face inférieure présente un aspect argenté dû à une pruine, les feuilles de l'olivier mesurent de 2 à 8 centimètres de long et de 0.5 à 1.5 centimètres de large. (Pellecuer, 1985 ; Douat, 1998).

L'olivier ne feuillit et ne défeuillât pas en entier chaque année : son feuillage est persistant. Les feuilles restent deux ans sur le rameau et ne se détachent qu'à la troisième année (Amoureux, 1784).

Dès le début du mois de mai, on peut voir fleurir les oliviers, cependant la floraison ne dure qu'une huitaine de jours. Ce sont des fleurs hermaphrodites, tétramères au cœur de la fleur, l'ovaire à 2 loges se prolonge par un épais stigmate, et les 2 étamines saillantes s'attachent sur le tube de la corolle. Les fleurs sont petites, blanches, odorantes, regroupées en grappes dressées à l'aisselle des feuilles (Douat, 1998 ; Pagnol, 1999).

Le fruit et le noyau sont de forme et de dimension variables, caractéristiques de la variété qui leur donne naissance. La forme du fruit peut être sphérique, ovoïde ou allongée, la longueur du fruit et celle du noyau sont le caractère le plus héréditaire (Fantanazza et Baldini, 1990).

### I-6. Cycle du développement

La vie d'un arbre d'olivier comprend essentiellement quatre grandes périodes

**(Loussert et Brousse (1978):**

- **Période juvénile ou de jeunesse:** C'est la période de croissance du jeune plant. Elle commence en pépinière et se termine au verger. Au cours de cette période, se développent le système racinaire et la frondaison, de même que le plant acquiert l'aptitude à fleurir.
- **Période d'entrée en production:** La période d'entrée en production, est une phase qui empiète sur les phases jeunesse et adultes. C'est une phase intermédiaire chevauchant entre les phases de jeunesse et d'adulte. Elle s'étale du moment où l'arbre est apte à produire, jusqu'à ce que ses productions soient importantes et régulières.
- **Période de maturité (ou adulte):** C'est la plus intéressante pour l'oléiculture, lorsque la période adulte commence et l'olivier fournit l'optimum de sa production, car il a atteint sa taille normale de développement, et sa durée est de 30 à 40 ans en culture intensive.
- **Période de sénescence:** Cette période est caractérisée par un ralentissement de renouvellement des jeunes ramifications et le rapport feuille/bois prend une allure descendante. L'alternance s'installe au détriment de la productivité et l'arbre est marqué par une perte progressive de la faculté productive. Cette phase peut se trouver accélérée par des causes externes (attaques parasitaires, manque de soins, gel, longue sécheresse, etc. ...).
  - Les durées respectives des phases précédentes varient avec les conditions culturales et les variétés. L'amélioration des techniques de production et l'amélioration du matériel végétal ont permis de modifier la durée de chacune des périodes et donne les conditions de production suivantes **(Maillard, 1975):**
  - Installation productive: de 1 à 7 ans;
  - Croissance et augmentation progressive de la production: de 7 à 35 ans;
  - Maturité et pleine production: de 35 à 150 ans;
  - Sénescence et rendements décroissants: au-delà de 150 ans.

### **I-7. Cycle végétatif annuel de l'olivier**

L'olivier se développe dans le climat méditerranéen. Le déroulement annuel de son cycle végétatif est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation **(Loussert et Brousse, 1978)**. Le cycle évolutif annuel est caractérisé par les processus et les changements biologiques, biochimiques et morphologiques que subit l'arbre durant l'année

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

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

## **I-8. Les variétés de l'Olivier**

### **I-8-1. Les variétés locales (algériennes)**

L'oléiculture algérienne est caractérisée par une large gamme de variétés. Dans le Centre et dans l'Est prédominent les variétés 'Hamma' (pour la confiserie), 'Chemlal', 'Azeradj', 'Bouchouk', 'Rougette', 'Blanquette' et 'Limli' (pour l'extraction d'huile).

Dans la région occidentale, les variétés les plus diffusées sont 'Sigoise' et 'Verdale'. (**Mendil et Sebai, 2006**).

### **I-8-2. Les variétés introduites**

Les variétés Espagnoles comme « Cornicabra, Gordal, Sévillane » ont été introduites d'Espagne par des colons de l'Ouest Algérien, elles sont cultivées dans l'aire de production de la variété Sigoise.

De même, les variétés Françaises comme « Lucque et Verdale » sont également associées à la variété Sigoise en Oranie. Or, ces variétés introduites tendent à disparaître au profit du surgreffage en Sigoise, afin de répondre aux besoins du pays en olives de table.

D'autres variétés Italiennes ont été introduites, telles : Frantoio, Leccino, Moraiolo, Pendolino et Cortaine. Ces variétés possédant un bon pouvoir d'adaptation, se sont bien comportées en Algérie. Elles se multiplient facilement par la technique du bouturage herbacé (**Mendil et Sebai, 2006**).

***CHAPITRE II***  
***AGENT PATHOGENE***

## II.1. Les principales maladies de l'olivier

L'ensemble des maladies de l'olivier entraîne des chutes de rendement considérables et représentent une menace pour l'oléiculture. La fumagine, le cycloconium (ou l'œil de paon) et la verticilliose sont des maladies fongiques qui peuvent occasionner le plus de dégâts au niveau de l'olivier, car elles s'attaquent non seulement aux feuilles mais également aux fruits. (Ghezlaoui, 2011). Parmi les maladies affectant l'olivier, nous avons présenté certains ci-dessous :

### II-1-1. *Xylella Fastidiosa* :

Elle a été récemment identifiée dans la province des Pouilles de Lecce (sud-est de l'Italie) sur des oliviers touchés par une maladie dévastatrice appelée Olive Quick Decline Syndrome (OQDS), apparue soudainement en 2010. Les symptômes de l'OQDS consistaient en un flétrissement et une dessiccation des pousses terminales dispersées, qui s'étendent rapidement au reste de la canopée et entraînent l'effondrement et la mort de l'arbre. L'identification de *X. fastidiosa* dans des arbres affectés par l'OQDS représente la première détection confirmée de cette bactérie dans l'Union européenne (UE), mais son rôle exact dans l'étiologie de cette maladie reste à déterminer.

Aucun remède n'est actuellement disponible, et selon plusieurs études, la propagation de *X. fastidiosa* pourrait coûter des milliards d'euros au cours des prochaines années (Schneider et al, 2020 ; morelli et al, 2020). De plus, il faut souligner que la bactérie s'est propagée dans un territoire, la péninsule du Salento, caractérisé par des sécheresses fréquentes (Alfio et al, 2020). Une condition qui a favorisé le développement de l'oléiculture dans de nombreuses régions méditerranéennes.

Les Symptômes d'infection se manifestent sous forme (figure 4):

- Brûlure des feuilles se déplaçant de l'extrémité vers le pétiole
- La dessiccation des brindilles et des branches commence normalement par les branches supérieures.
- Tissu de xylème noirci lors de l'inspection des coupes transversales.
- Fruits desséchés qui résistent à la chute.
- Prolifération des drageons jusqu'à ce que les racines soient affectées, Pas tous les symptômes doivent être présents pour diagnostiquer un arbre infecté.



**Figure 4:** Symptômes de *Xylella fastidiosa* sur les fruits et les feuilles de l'olivier

### II-1-2. La Fumagine :

La fumagine ou « noir de l'olivier » est une maladie portée par différents champignons qui se développent sur les substances sucrées du miellat sécrété par les insectes suceurs de sèves (cochenille noire de l'olivier, psylle).

Les feuilles sont recouvertes d'une sorte de poussière noire ressemblant à de la suie, empêchant l'arbre de respirer et le condamnant à mourir par asphyxie (Aygalliers ,1900). La fumagine est en fait le produit d'un complexe de plusieurs champignons appartenant à deux groupes: Ascomycètes et Deutéromycètes (Argenson et al, 1999).



**Figure 5:** Symptômes de fumagine

### II-1-3. L'œil de Paon:

L'œil de paon est aussi appelée « tavelure de l'olivier ». Il s'agit d'un Champignon cryptogamique (*Cycloconium oleaginum*) attaquant les feuilles de l'arbre dès le printemps, à la faveur d'une hygrométrie suffisante. Les symptômes consistent en des taches circulaires allant

du jaune au centre au brun-vert sur les bords, évoquant l'œil de paon, d'où le nom donné à la maladie (Anonyme, 2005)



Figure 6: Symptôme de l'œil de paon (Rs Neun.1968).

#### II-1-4. L'antracnose :

L'antracnose de l'olivier causée par *Colletotrichum spp.*, est la maladie fongique la plus destructive des olives à travers le monde (Moral et Trapero, 2009). Elle se produit dans les zones oléicoles humides.

*Colletotrichums pp* affecte en particulier les feuilles, les pousses, les fruits (figure 7.) et la vigueur des plantes. Sa gravité et son incidence varient principalement en fonction de la sensibilité du cultivar, des conditions climatiques et de l'agressivité de l'agent pathogène peuvent entraîner des pertes pouvant atteindre 50% (Moral et al., 2015).

L'antracnose provoque le dessèchement des fruits et la chute des feuilles. Sur fruits verts ou sur fruits sur le point de mûrir, elle provoque des lésions sombres, déprimées, circulaires ou irrégulières, composées de conidies du champignon. Les stades avancés de la maladie se caractérisent par la pourriture ou la momification des fruits (Moral et Trapero, 2009).

On pense que le champignon infecte la plante et reste latent dans le fruit jusqu'à ce que des conditions climatiques favorables apparaissent ou que le fruit atteigne le début de sa maturité. Les fruits présentent une perte de poids, un rendement en matière grasse réduit et une huile de mauvaise qualité (Moral et Trapero, 2009).



**Figure 7:** Des olives momifiées atteintes par l'antracnose.

### II-1-5. La cercosporiose :

La cercosporiose de l'olivier, causée par l'agent pathogène *Cercospora cladosporioides*, engendre souvent une défoliation sévère, un retard de la maturation des fruits et une diminution du rendement d'huile (**Garcia-Figueres, 1991**). La sévérité de l'attaque est favorisée par une forte humidité et des températures modérées (**Trapero et Blanco, 2004**).

Les symptômes sur la surface supérieure de la feuille sont d'abord sous forme de taches irrégulières et chlorotiques, puis, elles deviennent brunes et nécrotiques (figure 8). Sur la face inférieure, des zones grises et irrégulières apparaissent. Néanmoins, ces symptômes sont souvent confondus avec d'autres agents pathogènes, tels que *Colletotrichum* spp. et *Fusicladium oleagineum* (**Trapero et Blanco, 2004**).



**Figure 8:** Symptômes de la cercosporiose sur les fruits. (**Moral et al., 2015**).

## II-2. La verticilliose (*Verticillium dahliae*)

### II-2-1. Description de l'agent causal

Le genre *Verticillium* a été classé en fonction de ses caractéristiques morphologiques distinctives et ses conidiophores verticillés. Morphologiquement *V. dahliae* présente un mycélium végétatif hyalin, cloisonné et multinuclé. Les conidies sont hyalines, ovoïdes ou ellipsoïdes, et habituellement unicellulaires. Elles mesurent 3-6 x 1.5-2 µm. Elles peuvent être trouvées individuellement ou en groupe. Elles sont portées sur des phialides disposées en verticille sur des conidiophores (**Fradin et Thomma, 2006**).

Le genre *Verticillium* comprend six espèces pathogènes : *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. nigrescens*, *V. nubilum*, *V. tri corpus*, et *V. theobromae* dont seules deux espèces *V. Dahlia* et *V. albo atrum* sont connus comme agents pathogènes de plantes provoquant la verticilliose (**Barbara et al., 2003**).

Les *Verticillium sp.* ont été subdivisées en fonction de la spécificité d'hôte, le groupe de compatibilité végétative (GCV), le pathotypes, et l'origine géographique. Par exemple, *V. Dahlia* existe en deux catégories : les isolats haploïdes et diploïdes. Parmi le groupe haploïde, il ya eu également plusieurs sous-groupes sur la base de l'origine géographique, la spécificité d'hôte (**Okoli et al., 1994**), le pathotypes (**Pérez-Artés et al., 2000**) et le groupe de compatibilité végétative (GCV) (**Dobinson et al., 1998**).



**Figure 9:** *Verticillium dahliae* (**Luis Gómez-Alpízar, 2001**).

### II-2-2. Classification

Le genre *Verticillium* a été mis en évidence pour la première fois en 1816 par Nées Von Esenbeck basé sur la morphologie de ses conidiophores (**Heffer, 1995**). *V. dahliae* est un

champignon imparfait, haploïde et dimorphe (Pegg Et Brady, 2002 ; Kosterman et al. 2009), les données bibliographiques (Fradin et Thomma, 2006 ; Lopez-Escudero et Mercodo-Blanco, 2010 ; Martin-Lappier, 2011) le classent comme suit :

**Régne :** Fungi  
**Phylum :** Ascomycota  
**Sub-phylum :** Pezizomycotina  
**Classe :** Sordariomycètes  
**Sous classe :** Incertaesedis  
**Ordre :** Phyllachorales  
**Famille :** Plectosphaerellacea  
**Genre :** Verticillium  
**Espèce :** *Verticillium dahliae* (Kleb.)

### **II-2-3. Symptômes de la maladie**

Les symptômes sont très fréquents et grave dans les années humides ou dans les zones où le sol est excessivement humide en été. L'intensité de la maladie varie de saison en saison, les plantes atteintes peuvent sembler saines l'année suivante et pendant ensuite plusieurs année (Levin ,2003).

Cette maladie n'affecte généralement qu'une partie de l'arbre, une branche ou une charpentièrre située à proximité du tronc. Les feuilles de la partie attaquée se recroquevillent légèrement vers la nervure centrale de la face inférieure, perdent leur coloration vert franc pour virer au brun clair, puis se dessèchent complètement. Sur les ramifications atteintes, les fleurs ou les fruits restent suspendus. Les attaques sont brutales, elles peuvent s'accompagner d'une émission abondante de rejets soit au pied de l'arbre soit à la base de la charpentièrre infestée (Argenson et al., 1999).

Le *V. dahliae* affecte en premier temps les racines de jeunes plantes, colonise les cellules du xylème et du phloème, puis les tiges ainsi que les feuilles par le flux de la sève. Cela provoque des lésions vasculaires avec des perturbations circulatoires qui se traduisent par deux types de symptômes (Jabnoun-Khiareddine et al, 2007) : Le dépérissement rapide, aigu «apoplexie» et le dépérissement lent, chronique.



**Figure 10:** la verticilliose de l'olivier (Levin, 2003).

### **II-2-3-1. Le dépérissement rapide ou « apoplexie »**

Ce syndrome se caractérise par un dessèchement rapide des feuilles, impliquant un flétrissement sévère des branches principales et secondaires, qui se produit principalement de la fin de l'hiver au début du printemps. Les premières feuilles deviennent chlorotiques, puis tournent au brun clair, et subissent dans certains cas des enroulements vers l'intérieur, tout en restant attachées aux branches.

Ce dépérissement arrivera à toucher à la fin les branches et les rameaux. Chez les jeunes arbres (âgés de 5 à 15 ans), il est très fréquent de constater la mort de l'arbre entier lorsque l'apoplexie atteint les jeunes plants.

Toutefois la défoliation partielle de l'arbre peut se produire avant la mort de celui-ci. Dans d'autres cas, chez les arbres jeunes ou adultes, les feuilles séchées peuvent rester attachées aux pousses et aux branches (**López- Escudero et Blanco López, 2001 ; Bellahcene, 2004**). Progressent lentement jusqu'au début de l'été (**Jabnoun Khiareddine et al., 2007 ; Colella et al., 2008**).

Les branches affectées ainsi que le tronc principal de l'arbre, montrent souvent une teinte pourpre avec des lésions nécrotiques assez importantes situées dans l'axe, présenter un seul ou plusieurs symptômes cités et cela en fonction de la durée de la période propice de la maladie (**Vallad et Subbarao, 2008**).

Plusieurs auteurs ont observé des vaisseaux obturés de thyllles, et de gommés au niveau des zones infectées. Ces substances sont sécrétées par les cellules de l'hôte en réaction à l'effet de divers enzymes de *V. Dahliae* (Boukenadel, 2002).

### II-2-3-2. Le dépérissement lent

Il se caractérise par une nécrose des inflorescences. Les fleurs se momifient et restent attachées à l'arbre. Les feuilles sur les pousses affectées prennent la couleur vert terne et tombent avant le flétrissement, sauf pour celles qui se trouvent à l'extrémité distale des pousses.

Habituellement, les symptômes des inflorescences se développent avant que les symptômes foliaires apparaissent. Enfin il s'en suivra la nécrose des pousses. L'écorce des pousses affectées, devient brun rougeâtre, et les tissus vasculaires intérieurs montrent une coloration brun foncé. Les symptômes apparaissent au printemps et progressent lentement jusqu'au début de l'été (Jabnoun Khiareddine et al., 2007 ; Colella et al., 2008).

La guérison est un phénomène naturel communément associée à des mécanismes qui permettent aux arbres de surmonter les blessures, et peut être activée après les infections causées par des pathogènes vasculaires tel que *V. dahliae*. Par ailleurs, ce rétablissement naturel a été particulièrement observé chez l'olivier (Mercado-Blanco et al. 2001 ; Markakis et al. 2009).

### II-2-4. Cycle de développement de *V. dahliae*

Le cycle de développement de *V. dahliae* se déroule en deux phases, une phase saprophytique (non parasitaire) et une phase parasitaire (figure 11):

#### II-2-4-1. La phase non parasitaire :

Les microsclérotés sont des structures de résistance, incorporés dans le sol lors de la dégradation des débris végétaux pendant la phase non-parasitaire du cycle de vie de *Verticillium dahliae*. Ces structures de repos peuvent résister aux facteurs biotiques et abiotiques défavorables, se trouvant habituellement dans les sols, et restant viables pour un maximum de 15 ans en attendant que les conditions environnementales soient favorables. En revanche, les hyphes et les conidies de *Verticillium dahliae* perdent leur viabilité dans les sols pendant une courte période de temps (Prieto et al., 2009). La dispersion des MS. Se fait par un certain nombre de mécanismes naturels (mouvement du sol, l'air, l'irrigation...etc.) et humaines (engins...etc.).

L'efficacité de la dispersion de certains de ces mécanismes peut expliquer la large distribution de la pathogénicité dans certaines zones de culture d'oliviers (Navas-Cortés et al., 2008).

#### II-2-4-2. La phase parasitaire :

Cette phase commence avec la germination de la MS dans le sol, stimulée par la présence des racines de plantes sensibles ou non sensibles. Cette germination donne lieu à la formation d'hyphes qui pénètrent dans les racines. La pénétration d'hyphes infectieux dans le système racinaire d'olive se fait par les blessures produites naturellement (nématodes), ou par les dommages causés par l'homme (pratiques culturelles). Une fois installé dans le système vasculaire des racines, la colonisation du pathogène des tissus de la partie aérienne des plantes peut être très rapide, et peut éventuellement atteindre les pétioles des feuilles (Heinz et al., 1998). En effet, *Verticillium dahliae* peut progresser sur toute la longueur de la plante à l'aide d'un processus cyclique comprenant la prolifération des hyphes, la production et la germination des conidies. La production de conidies semble être favorisée dans les vaisseaux du xylème des arbres, probablement dû à un environnement physico-chimique particulier (Prieto et al., 2009).

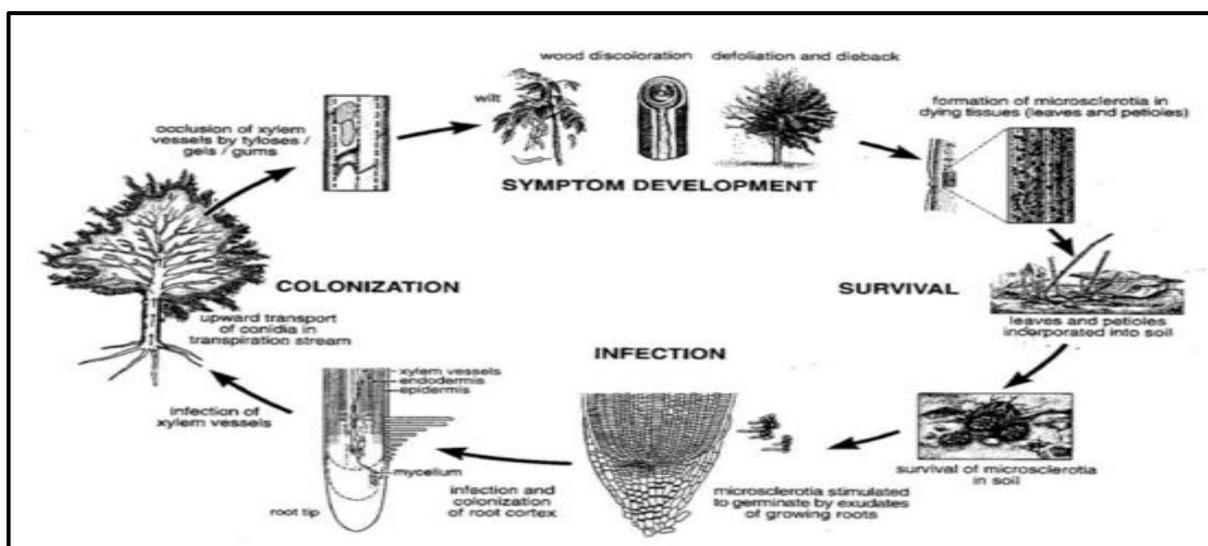


Figure 11: Cycle de vie de la *V.dahliae*, (hiemstra, 1998)

#### II-2-5. Gammes d'hôtes

Le dahlia fut la première plante hôte qui a été attaquée par *V. dahlia* (Isaac, 1976). Ce parasite est extrêmement polyphage puisqu'il peut attaquer plus de 400 espèces de plantes appartenant à des genres et familles différents dont beaucoup ont un intérêt agricole et économique (Martin-Lapierre, 2011) comme des arbres fruitiers (l'olivier, l'amandier,

l'abricotier, le pêcher, le prunier, le noyer et l'avocatier) (Tjamos, 1989) des arbustes fruitiers (l'argousier, la vigne, le cerisier, le pistachier et le fraisier) (Rousseau, 2002) des arbres forestiers (hêtre et orme) (Pegg et Brady, 2002) des plantes herbacées aussi bien maraîchères (pomme de terre, tomates, poivron, luzerne et aubergine) ; qu'ornementales (chrysanthème, rosier et lychnis) (Fradin et Thomma, 2006 ; Wang et al., 2012) des légumes (chou-fleur, artichaut, laitue, concombre, betteraves, gombo et rhubarbe) (Tjamos, 2000) d'autres cultures (coton, melon, pastèque, colza, érable, soja, menthe et tabac) (Veronese et al., 2003 ; Zhu et al., 2007 ; Tohidfar et al., 2012) ainsi que des adventices (morelle noire et amarante) (Thanassoulopoulos et al., 1981 ; Yildiz et al., 2009) et même des céréales (houblon). De manière peut-être surprenante, les agrumes en sont résistants (Tjamos, 1989).

### II-2-6. Facteurs influençant la maladie

L'incidence de la maladie est plus grande dans les oliveraies irriguées (Civantos, 1999). Bien que la température soit l'une des plus importantes variables dans les études épidémiologiques, son influence dans l'apparition et le développement de *V. dahliae* a été à peine étudiée. La température optimale pour *V. dahliae* varie entre 22 et 25 °C qui coïncide avec la température la plus favorable pour le développement de beaucoup de champignons (Garber et Presley, 1971). La gravité des attaques du champignon est favorisée par la température de l'air (20 à 25° C) pendant les jours de printemps, suivis des étés avec une amplitude thermique plus large mais avec des pics de jour ne dépassant pas 30-35 °C (Wilhelm et Taylor 1965 ; López-Escudero et Blanco-López 2001).

La plantation d'oliviers sur les terres où ont été cultivées préalablement d'autres plantes sensibles telles que le cotonnier ou des cultures horticoles comme l'aubergine ou le piment favorise la maladie (Civantos, 1999).

### II-2-7. Stratégies et méthodes de lutte

Compte tenu de la longévité des microsclérotés dans le sol, les pratiques culturales classiques comme la rotation des cultures (Stevens et al., 1994) la destruction des débris végétaux contaminés et des mauvaises herbes (Henni, 1982) l'enfouissement des engrais verts et des amendements organiques avant la plantation, s'avèrent souvent difficiles et sans grand effet (Wilhelm, 1951). Quant aux méthodes de lutte physique, telles que la stérilisation à la vapeur ou la solarisation, elles sont très coûteuses (Katan, 1981 ; Saremi et al., 2010).

### II-2-7-1. La lutte chimique

En pratique, la lutte chimique constitue le type de méthode le plus utilisé pour la gestion de la verticilliose (Yangui et al., 2010 ; Alfano et al., 2011). Elle se fait par stérilisation du sol à l'aide de fumigants chimiques (le bromure méthylique) (Fravel et Larkin, 2000 ; Martin-Lapierre, 2011) ou l'utilisation de fongicides systémiques (méthyl-thiophanate, thiabendazole, bénomyl et carbendazime) (Henni, 1982 ; Boukenadel, 2001 ; Kumar et al., 2012). Ce recours aux produits chimiques, toujours valables dans certaines situations, engendrent cependant des coûts élevés et des impacts sur l'environnement (Nannipieri et al. 1990). Actuellement aucun traitement curatif n'a prouvé son efficacité (Arslan et Dervis, 2010).

### II-2-7-2 La lutte biologique

Dans un contexte d'oléiculture durable, la lutte biologique peut offrir de nombreuses méthodes de lutte alternative au traitement chimique (Uppal et al., 2008).

Ce moyen de lutte met en œuvre différents organismes vivants, appelés auxiliaires, ou leurs produits, pour prévenir ou réduire les dégâts. Il s'agit d'utiliser surtout les microorganismes tels que *Pseudomonas sp.* et *Bacillus sp.* (Mercado-Blanco et al., 2004 ; Bounoua, 2008 ; Lang et al., 2012), *Streptomyces plicatus*, *Frankia sp.* (Bonjar et Aghighi, 2005) *Serratia plymuthica* (Müller et al., 2007) *Glomus mosseae*, *G. intraradices*, *G. claroideum* (Karajeh et Al-Raddad, 1999 ; Porrás-Soriano et al., 2006 ; Kapulnik et al., 2010) et *Trichoderma virens* (Hanson, 2000). Ce moyen de lutte a malheureusement dévoilé un succès limité contre la verticilliose (Sanei et al, 2010).

### II-2-7-3. La lutte génétique

La lutte génétique par l'utilisation des variétés résistantes demeurerait le moyen économiquement le plus efficace pour combattre ce fléau. (Liu et al., 2012). Cependant, *V. dahliae* présente une diversité génétique importante qui lui confère une grande variabilité de pouvoir pathogène (Cherrab et al, 2002). Ainsi, la variété Oblanga réputée résistante en Californie en faisant ses preuves pendant plusieurs années (Hartmann et al, 1971 ; Wilhelm, 1981) s'est révélée sensible en Grèce, avec l'apparition de nouvelle race de *V. dahliae* (Besri et al, 1984 ; Tjamos, 1984).

Des variétés résistantes à la race 1 de *Verticillium* a fait ses preuves pendant plusieurs années. Néanmoins, son efficacité a diminué avec l'apparition d'une nouvelle race, la race 2

(Besri et al, 1984 ; Tjamos, 1984), à laquelle aucune variété ne présente une résistance satisfaisante.

#### **II-2-7-4. La lutte intégrée**

La prise en conscience des limites des méthodes chimiques, biologiques et génétiques contre cette trachéomycose a incité les chercheurs à s'orienter vers le développement de la lutte intégrée. Cette lutte consiste dans l'emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes (culturelle, physique, chimique, biologique et génétique), pour réduire l'inoculum du champignon de façon efficace et maintenir les dégâts à un seuil économiquement tolérables, tout en respectant l'environnement (**López-Escudero et Mercado-Blanco, 2010 ; Bubicic et Cirulli.2011**).

# **MATERIELES ET METHODES**

### **III. MATERIEL ET METHODES**

#### **III.1. VERGERS OLEICOLES ETUDIES**

Notre enquête phytosanitaire sur la verticilliose de l'olivier dans la région d'Ain Defla a été réalisée en deux étapes :

- **Sur champ** : nous avons réalisé un diagnostic symptomatologique et une description de quelques paramètres pour expliquer les aspects épidémiologiques de la maladie. nous avons procédé à la collection des données relatives à l'âge, les variétés cultivées, type du sol, techniques culturales (Irrigation, fertilisation et protection phytosanitaire).
- **Au laboratoire** : des échantillons ont été prélevé pour confirmer la présence de l'agent pathogène responsable et la recherche d'éventuels agents fongiques associés aux symptômes observés.

##### **III.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE :**

Le territoire de la wilaya d'Ain Defla reste inséré entre les massifs montagneux du Dahra Zaccar au Nord et l'Ouarsenis au Sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversé d'Est en Ouest par Oued Cheliff, cours d'eau d'une grande importance économique.

Le climat de pleine de Cheliff est l'un des plus chaud d'Algérie, avec une température maximale moyenne de 25 degrés par jour. Pendant une longue période de l'année, les températures sont constamment supérieures à 25 degrés et peuvent atteindre 35 degrés de chaleur. Nous avons mené notre enquete dans trois communes ; Boumedfaa, Djemaa Ouled Cheikh et Sidi Lakhdar. (**figure12**)



**Figure 12:** Carte géographique de la wilaya d'Ain Defla.

### III.1.2. CARACTERISTIQUES DES VERGERS

Afin de déterminer l'état phytosanitaire de la verticilliose dans les oliveraies de la région d'Ain Defla, nous avons sélectionné quelque jeunes vergers d'olivier (âgé entre 05 et 15 ans). 07 vergers ont été prospectés dans la commune de Boumedfaa, 03 à Djemaa Ouled Cheikh et 04 vergers dans la commune de Sidi Lakhdar.

D'après les propriétaires, les vergers étudiés sont principalement cultivé par les variétés : Chemlal, Sigoise, Verdale, Rougette (classé par ordre d'importance). La superficie totale est de 12 Ha dont les surfaces varient entre 0.2 à 03 Ha (tableau 1), avec une densité de plantation variable d'un verger à un autre ; 5 X 6 m, 6 X 6 m et 7 X 7 m.

Les trois communes de la région d'étude totalisent une superficie de plus 1000 Ha (Djemaa Ouled Cheikh : 508 Ha, Boumedfaa : 161,2 Ha, et Sidi Lakhdar : 347,5 Ha) et une

## ***MATERIELES ET METHODES***

production de 26 386 Qx, ce qui représente le 1/10<sup>ième</sup> de la production et de la superficie de la wilaya. (DSA Ain Defla, 2022)

**Tableau 1:**Caractéristiques des vergers prospectés.

Commune	verger	Superficie (Ha)	Densité	Age (ans)	Variété
Boumedfaa	01	01	6X6m	13	Chemlal,Sigoise, Rougette
	02	0.75	6X6m	13	Chemlal, Sigoise
	03	0.4	6X6m	10	Chemlal, Sigoise.
	04	01	6X6m	14	Chemlal, Sigoise.
	05	0.4	7X7m	5	Verdale
	06	0.6	7X7m	6	Verdale, Sigoise
	07	0.85	7X7m	6	Verdale, Sigoise, Chemlal
Djemaa Ouled Cheikh	01	0.2	6X6m	14	Verdale
	02	0.4	7X7m	8	Chemlal, Sigoise
	03	1.6	7X7m	10	Verdale, Sigoise, Chemlal
Sidi Lakhdar	01	0.7	6X6m	12	Verdale, Sigoise
	02	0.6	7X7m	9	Chemlal, Sigoise.
	03	0.4	7X7m	10	Verdale
	04	03	6X6m	12	Chemlal, Verdale, Sigoise,

### **III.1.3. CONDUITE CULTURALE**

Les principales interventions culturales par les propriétaires des vergers sont le labour, la fertilisation, l'irrigation et la taille. La maîtrise et perfectionnement de ces techniques diffèrent en fonction des ressources financières des producteurs et de leur niveau de connaissance. Le tableau 2 ci-dessous résume les principales opérations.

## **MATERIELES ET METHODES**

**Tableau 2:** Conduite culturale des vergers

Commune	verger	Fertilisation	irrigation	Labour	Taille	Culture intercalaire
Boumedfaa	1	Type d'engrais : 0 20 25 Dose :(02Qx/Ha) Epoque :Déc-Janv. Type d'engrais :Urée 46 Dose :un quintale/ Ha Epoque : Févr-Mars.	03 à 04 irrigation s en été. Localisée par citerne	Sans labour	Déc- Févr. Une fois sur deux ans	Légumineuse
	2	Type d'engrais : 0 20 25 Dose :(02Qx/Ha) Epoque :Déc-Janv. Type d'engrais :Urée 46 Dose :un quintal/ Ha Epoque : Févr-Mars.	Pas d'apport	Labour profon au milieu	Déc- Févr. Une fois sur trois ans	Légumineuse
	3	Pas d'apport	04 à 05 fois par rigole	Labour superficielle	Non taillé	Aucune
	4	Pas d'apport	04 à 05 fois par rigole	Labour superficielle	Non taillé	Légumineuse + l'oignon et l'ail
	5	Type d'engrais : 0 20 25 Dose :(01Quintal/Ha ) Epoque: Déc-Janv. Type d'engrais: Urée 46 Dose :un quintal/ Ha Epoque : Févr-Mars.	07 à 08 fois en été. Localisée par citerne	Labour superficielle	Déc- Févr. Une fois sur deux ans	Aucune
	6	Type d'engrais : 0 20 25 Dose :(02Qx/Ha) Epoque: Déc-Janv. Type d'engrais: Urée 46 % Dose: un quintal/ Ha Epoque : Févr-Mars.	07 à 08 fois en été. Localisée par citerne	Labour superficielle	Déc- Févr. Une fois sur deux ans	Légumineuse

## **MATERIELES ET METHODES**

	7	Type d'engrais: Urée 46% Dose: un quintal/ Ha Epoque : Févr-Mars.	02 à 03 fois en été. Localisée par citerne	Labour superficielle	Déc- Févr. Une fois sur trois ans	Légumineuse
D.O.C	1	Pas d'apport	04 à 05 fois par rigole	Labour superficielle	Non taillé	Légumineuse
	2	Type d'engrais: Urée 46% Dose: un quintal/ Ha Epoque : Févr-Mars.	02 à 03 fois en été. Localisée par citerne	Labour superficielle	Déc- Févr. Une fois sur deux ans	Légumineuse
	3	Type d'engrais : 0 20 25 Dose :(02Qx/Ha) Epoque :Déc-Janv. Type d'engrais: Urée 46 % Dose: un quintal/ Ha Epoque :Févr-Mars	07 à 08 fois en été. Localisée par citerne	Labour superficielle	Déc- Févr. Une fois sur deux ans	Légumineuse
Sidi lakhder	1	Pas d'apport	04 à 05 fois par rigole	Labour superficielle	Non taillé	Légumineuse
	2	Type d'engrais : 0 20 25 Dose :(01Quintal/Ha ) Epoque: Déc-Janv. Type d'engrais: Urée 46 Dose :un quintal/ Ha Epoque : Févr-Mars.	02 à 03 fois en été. Localisée par citerne	Labour superficielle	Déc- Févr. Une fois sur trois ans	Légumineuse
	3	Pas d'apport	04 à 05 fois par rigole	Labour superficielle	Non taillé	Aucune
	4	Pas d'apport	07 à 08 fois en été.par rigole	Sans labour	Déc- Févr. Une fois sur trois ans	Légumineuse, culture maraichère.

## ***MATERIELES ET METHODES***

---

### **III-2. DIAGNOSTIC SYMPTOMATOLOGIQUE**

Le diagnostic symptomatologique a été réalisé durant la période allant de mois de janvier jusqu'à la fin de février dans des parcelles non encore taillées. Ce diagnostic consiste à décrire les différents types de symptômes observés : chlorose, défoliation, jaunisse et le dépérissement.

L'estimation de l'incidence et de la sévérité de la maladie est basées sur le pourcentage de plantes affectées et sur la surface foliaire affectés présentant des symptômes typiques selon une échelle de notation de 0 à 5 (0 = aucun symptôme, 1 = 1 à 9%, 2 = 10 à 25 %, 3 = 26 à 50 %, 4 = 51 à 90 % et 5= arbre morte) respectivement (**Cirulli *et al.*, 2008**).

#### **III-2-1. Incidence de la maladie :**

L'incidence de la maladie a été calculée en pourcentage de plantes infectées par rapport au nombre total de plantes étudiées.

$$\text{Incidence de la maladie} = \frac{\text{nbre de plante malade}}{\text{nbre totale des plantes}} \times 100$$

#### **III-2-2. Sévérité de maladie:**

Chaque plante a été évaluée à l'aide d'une échelle modifié de Cirulli et al. allant de 0 à 5 (**Cirulli et al., 2008**) comme dans le **Tableau (3)**.

**Tableau 3:** Échelle de notation de la sévérité des symptômes

Catégorie	Valeur	Symptômes
A	0	Arbre saine
B	1	symptômes foliaire léger (1-9%)
C	2	symptômes foliaire sévère et une défoliation modérée (10-25%)
D	3	Défoliation (26-50%)
E	4	Total défoliaition (51-90%)
F	5	Mort de l'arbre
M	/	Nombre total des arbres

## **MATERIELES ET METHODES**

---

La sévérité de maladie et l'indice de sévérité ont été calculés par les formules suivantes (**Booth, 1970**):

$$\text{Sévérité de maladie} = \frac{(A \times 0) + (B \times 1) + (C \times 2) + (D \times 3) + (E \times 4) + (F \times 5)}{M}$$

$$\text{Indice de sévérité} = \left[ \frac{\sum[(\text{nbre de plante} \times \text{valeur de l'échelle}) \times 100]}{(\text{nbre totale des plantes} \times \text{valeur la plus grande de l'échelle})} \right]$$

Les résultats obtenus de l'indice de sévérité ont été utilisés pour classer le niveau de résistance des vergers selon une échelle modifiée de López-Escudero et al. (2004) :

Hautement résistant (HR) = 0–10 %

Résistant (R) = 11–30 %

Modérément susceptible (MS) = 31–50 %

Susceptible (S) = 51–70 %

Hautement Susceptible (HS) = 71–100 %

### **III.3. DIAGNOSTIC AU LABORATOIRE**

Différents auteurs, **RAPPILLY (1968)**, **BOOTH (1971)**, **TUIT (1974)** utilisent divers milieux pour un isolement spécifique. Mais pour un recensement global, le milieu le plus utilisé est le PDA (**TUIT ,1974**). Ce milieu favorise le développement d'un grand nombre de champignons, il permet d'obtenir une bonne croissance et une bonne fructification de ces espèces (**HANNELIN et ULLOA, 1979**). Ce milieu est utilisé pour l'isolement et la conservation des isolats fongiques.

## ***MATERIELES ET METHODES***

---

### **III.3.1. Milieu PDA**

200g de pomme de terre (pelés, lavés et coupés en tranches) sont bouilli pendant 15 à 20 minutes dans 200 ml d'eau distillée puis filtré. On ajoute 20 g et 20 g d'agar de glucose au filtrat et on complète le volume à 1000 ml avec l'eau distillée.

L'ensemble est autoclavé à 120 °C pendant 20 min puis le milieu est reparti en boîtes de Pétri à raison de 15 à 20 ml par boîte.

### **III.3.2. Technique d'isolement**

Les échantillons d'olivier malades (rameau et tronc) sont lavés avec l'eau puis la partie sombre de xylème est coupée en petits fragments. Ces derniers sont trempés dans l'éthanol (95°) pendant 30 seconds, rincés trois fois dans l'eau distillée stérile puis séchés sur papier filtre.

Après le séchage, 2 à 4 fragments espacés sont déposés par boîte Pétri puis incubé à 25°C pendant cinq à sept jours. Une fois le thalle apparaitre, il sera examiné sous le microscope photonique et on commence le repiquage successif après avoir identifié le champignon.



**Figure 13:** Technique d'isolement

### **III.3.3. IDENTIFICATION**

L'identification des agents fongiques isolés a été réalisée selon les macromorphologiques, macromorphologiques, en utilisant les critères de la clé de BARNETT. Ce système s'illustre par une méthode de classification appliquée surtout aux champignons imparfaits. Les éléments de base de ce système sont la morphologie des structures de sporulation connues naturellement, telles que la morphologie et la couleur des conidies. (BARNRTT et HUNTER, 1972).

#### **III.3.3.1. CARACTERES MACROMORPHOLOGIQUES**

La caractérisation se base sur : la couleur, l'aspect, les formes des colonies, la vitesse de développement, la production de pigments ...

#### **III-3-3-2. CARACTERE MICROMORPHOLOGIQUE**

A partir des cultures, nous avons réalisé des montages entre lame et lamelle pour des observations microscopiques aux grossissements successifs (10x10) puis (40x10). Ces observations concernent le mycélium et les caractéristiques d'éventuelles fructifications. Les caractères ainsi observés, et photographiés sont comparés à ceux décrits dans la clé de détermination. (BARNETT, 1972).

# ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

---

### **IV. RESULTAT**

#### **IV.1. DIAGNOSTIC SYMPTOMATOLOGIQUE**

Les prospections menées sur les oliveraies des trois communes (Boumedfaa, Djemaa Ouled Cheikh et Sidi Lakhdar), nous ont permis de relever la présence des symptômes typique de la verticilliose tel que le dépérissement des branches et rameaux à partir de l'extrémité vers le bas, la chlorose, la défoliation, le jaunissement, le brunissement de l'écorce. (Figures. 14 jusqu'à 20). La chlorose associée avec la mort des rameaux terminaux sont les symptômes les plus communs de la maladie observée sur les oliviers infectés.



**Figure 14:** Dépérissement des branches d'extrémité.



**Figure 15:** Défoliation totale de la plante (rameaux restent verts)



**Figure 16:** La mort rapide des rameaux

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

---



**Figure 17:** Dépérissement et nécrose de tronc avec l'apparition des rejets à la base.



**Figure 18:** Jaunissement général des feuilles.



**Figure 19:** La mort de pousse et momification des fruits.



**Figure 20:** La mort totale de l'arbre.

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

### **IV.2. EVALUATION DE LA MALADIE**

Pour estimer et comparer le degré d'importance de la maladie dans les trois communes d'étude, nous avons calculé l'incidence, la sévérité et l'indice de sévérité de chaque verger. Le tableau ci-dessous résume les résultats de l'enquête.

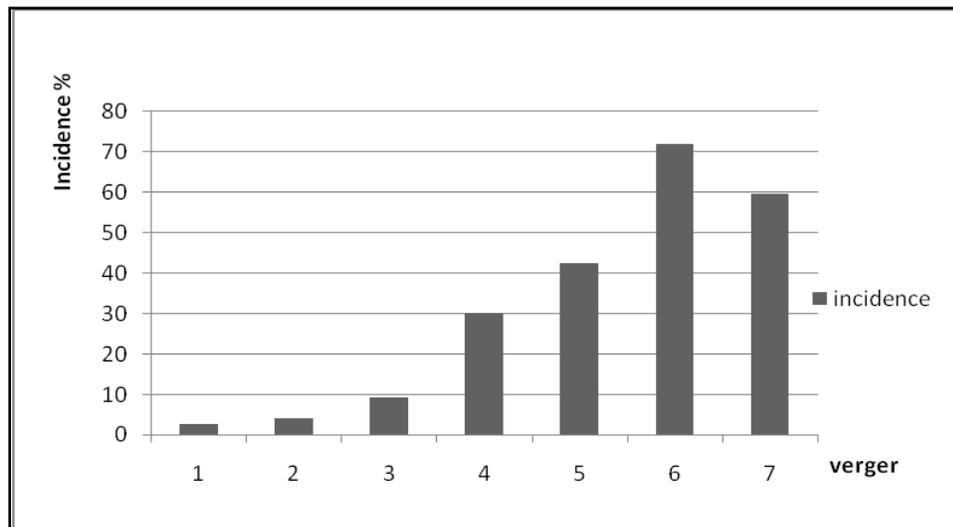
**Tableau 4:** La répartition des arbres selon l'échelle de sévérité

Com mune	Sévérité des symptômes								Incidence (%)	Sévérité	Indice de sévérité (%)
	Échelle	0	1	2	3	4	5				
Boumedfaa	Verger	<b>0</b>	<b>0-9%</b>	<b>10-25%</b>	<b>26-50%</b>	<b>51-90%</b>	<b>100</b>	total			
	1 (13 ans)	157	71	22	11	9	3	273	42,49	0,73	14.57
	2 (13 ans)	56	72	55	11	5	1	200	72,00	1,20	24.00
	3 (10 ans)	77	30	3	0	0	0	110	30,00	0,33	6.54
	4 (14 ans)	111	138	23	2	1	0	275	59,64	0,71	14.10
	5 (5 ans)	73	1	1	0	0	0	75	2,67	0,04	0.80
	6 (6 ans)	115	5	0	0	0	0	120	4,17	0,04	0.83
	7 (6 ans)	155	11	3	2	0	0	171	9,36	0,13	2.69
D.O.C	1 (14 ans)	38	1	9	8	4	1	60	38,33	0,980	19,670
	2 (8 ans)	43	5	10	20	2	4	84	48,81	1,11	22,14
	3 (10 ans)	105	50	80	40	35	10	320	67,19	1,47	29,38
Sidi Lakhdar	1 (12 ans)	100	29	18	25	15	0	187	46,52	1,07	21,39
	2 (9 ans)	65	15	14	12	10	4	120	42,5	1,16	23,17
	3 (10 ans)	40	9	10	12	7	2	80	47,5	1,29	25,75
	4 (12 ans)	487	183	82	38	21	1	812	39,90	0,68	13,55

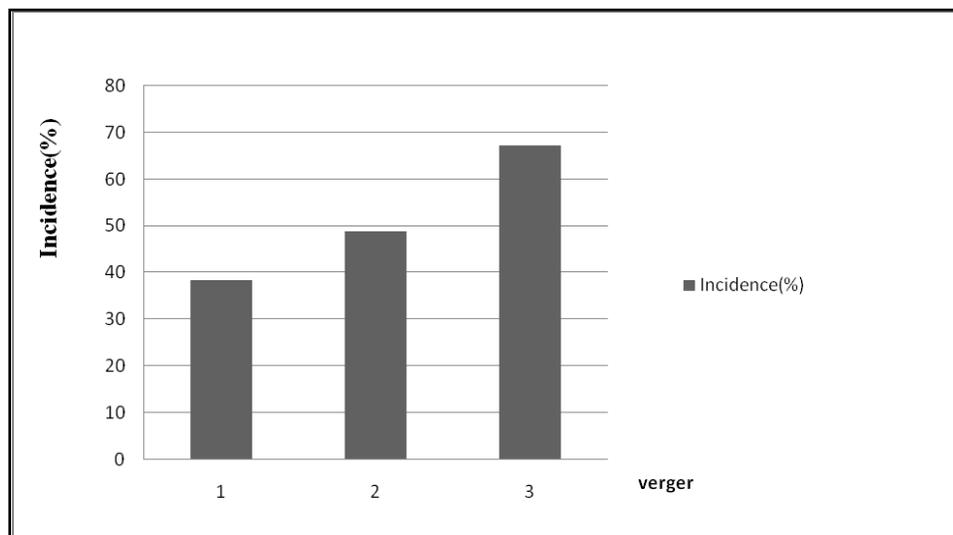
## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### IV.2.1. INCIDENCE DE LA MALADIE

Le nombre de plante malade est important dans les vergers les plus âges, le pourcentage d'incidence varie entre 02 et 72 %. Le verger 2 de la commune de Boumedfaa enregistre l'incidence la plus élevée, tandis que le verger le plus jeune (5) de la même commune présente l'incidence la plus faible (2.67%). Les figures 21 jusqu'à 23 présentent l'incidence de maladie dans les trois communes.

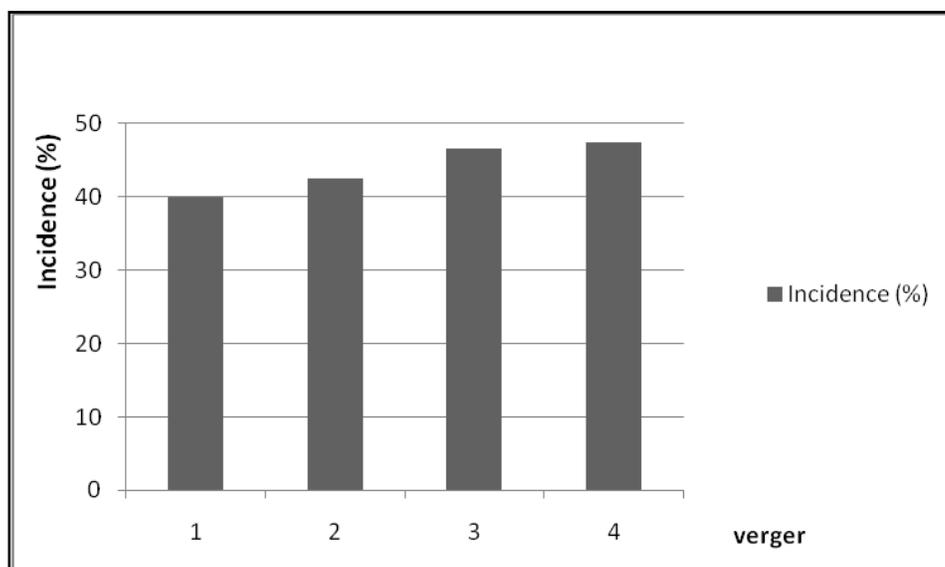


**Figure 2:** Incidence de la maladie dans les vergers de Boumedfa



**Figure 3:** Incidence de la maladie dans les vergers de D.O.C.

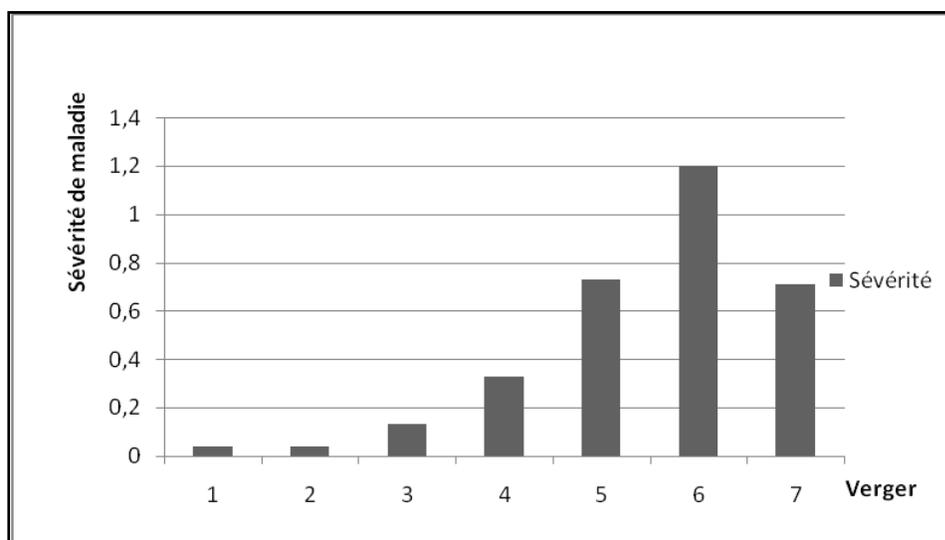
## RESULTATS ET DISCUSSIONS



**Figure 4:** Incidence de la maladie dans les vergers de Sidi Lakhdar

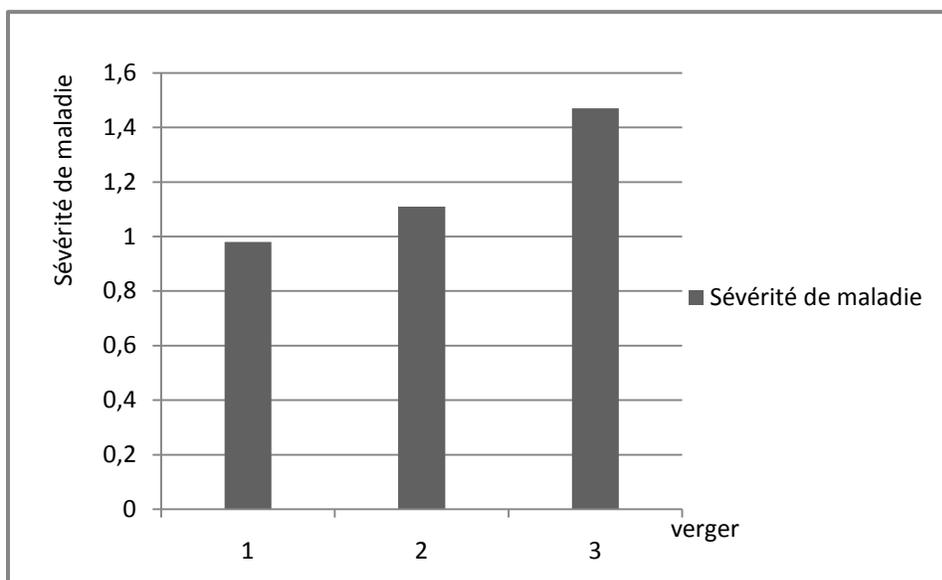
### IV.2.2. SEVERITE DE MALADIE

La sévérité de maladie exprime le pourcentage ou la surface de destruction de la plante par le pathogène. La maladie est plus sévère dans le verger 3 de Djemaa Ouled Cheikh (1.47), le verger 5, le plus jeune de Boumedfaa enregistre une sévérité la plus faible (0.042) (Figures 24 jusqu'à 26).

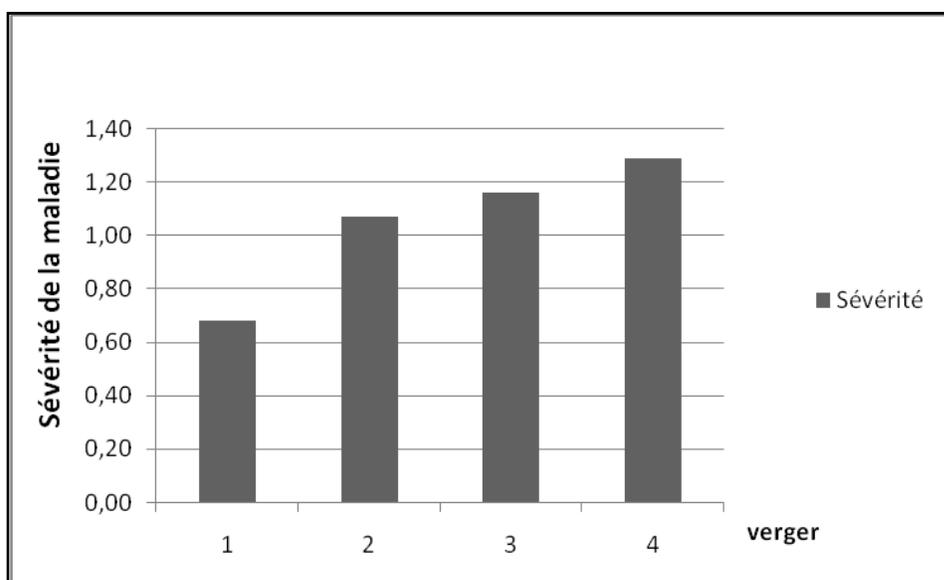


**Figure 5:** Sévérité de la maladie dans les vergers de Boumedfaa

## RESULTATS ET DISCUSSIONS



**Figure 6:** Sévérité de la maladie dans les vergers de D.O.C.

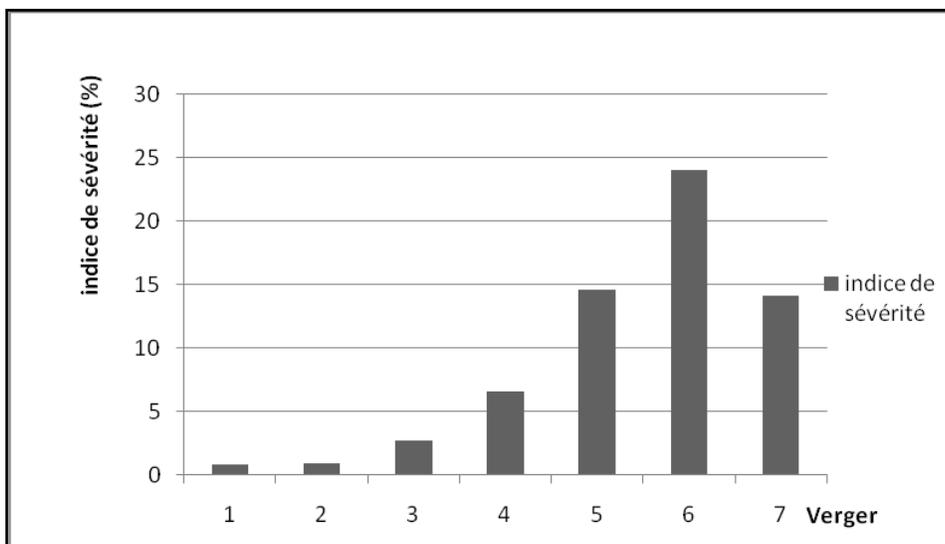


**Figure 7:** Sévérité de la maladie dans les vergers de Sidi Lakhdar.

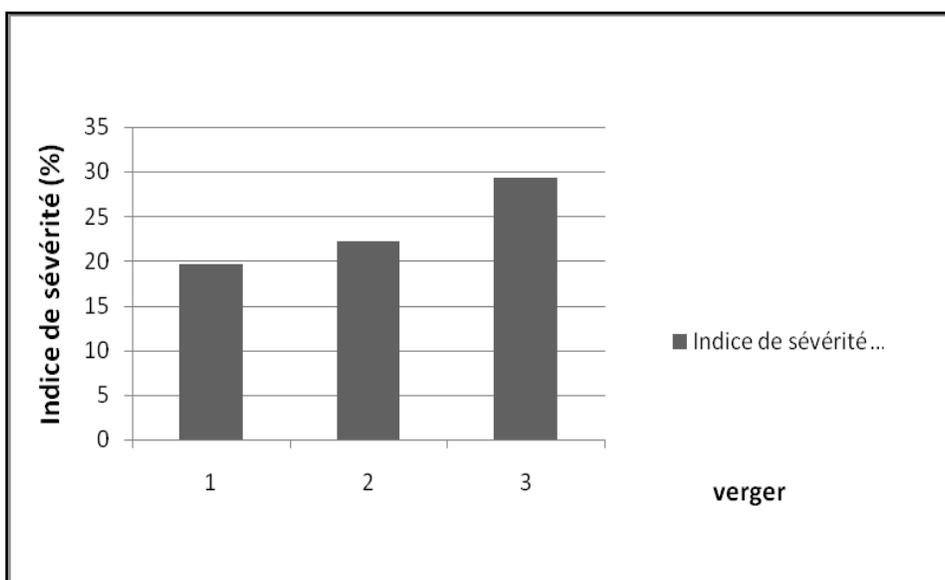
### IV.2.3. INDICE DE SEVERITE.

Indice de sévérité exprime l'intensité de la sévérité de maladie. Le verger 3 de la commune de Djemaa Ouled Cheikh enregistre l'indice de sévérité le plus élevé (29,38%) et l'indice le plus faible a été observé dans le verger 5 de la commune boumedfaa (0.80 %) (Figures 27 jusqu'à 29).

## RESULTATS ET DISCUSSIONS



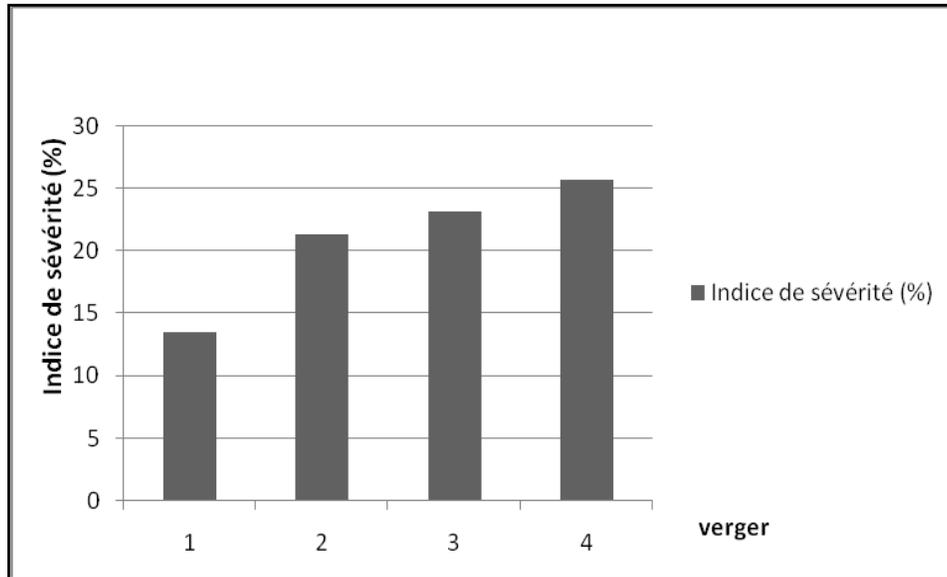
**Figure 8:** Indice de sévérité dans la commune de Boumedfaa.



**Figure 9:** Indice de sévérité dans la commune de D.O.C.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

---



**Figure 29:** Indice de sévérité de la maladie dans les vergers de Sidi Lakhdar.

### IV-3. DIAGNOSTIC AU LABORATOIRE

Le résultat d'isolement des parties aériennes malades (rameaux et tronc) ont montré que l'isolat fongique le plus répandu est le *Rhizoctonia sp* suivi par *Alternaria sp*. Après avoir examiné plus de 200 isolats fongiques, nous avons remarqué l'absence totale de genre *Verticillium*.

#### IV-3-1. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des champignons détectés.

##### IV-3-1-1. *Rhizoctonia sp*.

##### IV-3-1-1-1. Caractères macroscopiques :

**Couleur :** marron à jaunâtre

**Aspects :** cotonneux

##### IV-3-1-1-2. Caractères microscopiques :

Conidies : absence (stérile)

Mycélium : stérile, cloisonné, ramifié, marron ou noir, avec des formes variables, petit (Figure 30). (BARNETT et HUNTER, 1972).



**Figure 30:** Vue microscopique de *Rhizoctonia sp* (40X10)

### **IV-3-1-2. *Alternaria sp***

#### **IV-3-1-2-1. Caractères macroscopiques :**

**Couleur :** marron à noirâtre

**Aspects :** cotonneux

#### **IV-3-1-2-2. Caractères microscopiques :**

**Conidies :** solitaires ou groupées ovoïdes, cylindriques ou piriformes ; arrondies à la base ; lise, verruqueuses atténuées à leur sommet, elles sont muriformes.

**Mycélium :** sombre, ramifié, cloisonnée (**Fig.31**). (**BARNETT et HUNTER, 1972**).



**Figure 31:**Vue microscopique d'*Alternaria sp* (40X10)

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

---

### **V. DISCUSSION GENERALE**

Durant notre enquête phytosanitaire, nous avons prospecté les symptômes de la verticilliose et collecté des informations relatives aux pratiques culturales dans les oliveraies de la région de Ain Defla (Boumedfaa, Djemaa Ouled Cheikh et Sidi Lakhdar) pendant le mois de février jusqu'à le mois de mars (stade finale de la maladie). Les observations symptomatologiques sur terrain ont été suivies par des manipulations au laboratoire, pour la confirmation de la causalité de l'agent pathogène (*Verticillium dahliae*).

La finalité de notre travail est d'évaluer l'état phytosanitaire des jeunes vergers étudiés et de contribuer avec les résultats obtenus, à gérer cette maladie et ralentir le taux de dépérissement de nos vergers oléicoles.

Les résultats de diagnostic symptomatologique ont confirmé la présence des symptômes typiques de la verticilliose dans les vergers prospectés (**Benchabane et al, 2010 et Bellahcene et al 2000**). La chlorose associée au dépérissement des jeunes pousses sont les symptômes les plus fréquents (**El Said et al, 2012**). La présence de différents symptômes suggère la variabilité des isolats, leur virulence et l'implication de différents mécanismes de résistance des variétés cultivées (**Trapero et al, 2013**).

L'infection par le pathotype D (engendre les symptômes de défoliation) mène à la mort de la plante tandis que l'infection par le pathotype ND (Non défoliation) pourrait mener à un recouvert total de la plante (développement de nouvelle pousse sur la partie malade de la plante) (**Mercado-Blanco et al, 2002**). Selon **Bellahcene et al (2005)**, l'analyse génétique de 27 isolats algériens de *V. dahliae* issus des deux principales régions de production (Nord-Ouest et Kabylie), montre qu'ils appartiennent au pathotype ND.

Bien que les symptômes observés sont typique à ce champignon tellurique, nous l'avons pas pu l'isoler dans la période allant de mois de février au avril. L'isolement de ce champignon à partir des tissus malades est toujours difficile (**Chang et Eastburn, 1994**), (**Monte et al, 1997**). La difficulté est expliqué par la densité de pathogène dans le xylème, les conditions environnemental; température élevé et le type de système vasculaire des variétés de

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

---

l'olivier (**Lopèz-Escudero, 2010**) (**Martin-Lapierre, 2011**), Chemlal et sigoise (**Boutkhil et al 2016**).

En Espagne (2017), le pic de l'incidence de la maladie a été observé en mai. Une température moyenne journalière de l'air et de sol qui comprise entre 4.3-25.8 °C et 6.4-28.4 °C respectivement, entre décembre et mai accompagne une augmentation simultanée de l'incidence et l'indice de sévérité de la maladie (**Serrano et al 2021**). Dans la région de la présente étude, nous avons observé que les premiers symptômes observés commencent à partir de fin Mai (la mort des inflorescences et desèchement des nouvelles pousses). Serrano et ses collaborateurs (2021) confirment l'importance de l'effet de l'environnement sur l'interaction entre les variétés de l'olivier et le *Verticillium dahlia*.

L'incidence et l'indice de sévérité de maladie ont une tendance à augmenter avec l'âge de la plante (**Serrano et al 2021**). Les vergers Boumedfaa moins de dix ans sont classé dans la catégorie hautement résistante (ISM < 10%) alors que les vergers avec plus de dix ans d'âge sont considéré comme résistants (ISM = 11-30%).

Ces variables de la maladie (incidence et indice de sévérité) diminuent avec le temps pour certaines variétés qui sont résistantes et ceci est dû au phénomène naturel de rémission des symptômes et recouvrement des arbres. (**Serrano et al 2021. Santos-Rufo et al, 2017. Trapero et al, 2013 a. Navas-Cortès et al, 2008. Lopèz-Escudero et Blanco-Lopèz, 2005**). Le paramètre de l'incidence de la maladie ne semble pas suffisamment sensible pour l'évaluation de la résistance de la maladie sur champs (**Trapero et al, 2013 a**). Généralement, les variétés sensibles ont des symptômes sévères et un taux de mortalité élevé, par contre les variétés résistantes ont principalement des symptômes légers ou modérés, un taux de recouvrement des symptômes élevé et un taux de mortalité nul (**Serrano et al 2021**).

Les vergers (5 et 6 de Boumedfaa) planté par la variété Verdale ont les valeurs les plus faibles des paramètres de maladie, cette variété est considéré et classé comme résistante, même résultat trouvé par El Said et ses collaborateurs (**El Said, 2012**). En examinant les différents paramètres de la maladie (mortalité, l'incidence et l'indice de sévérité), on peut dire que les vergers prospectés sont jugé comme résistants à la maladie. Ce jugement est partial et

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

---

sera plus précis en étalant la période de l'enquête sur les prochaines saisons, sur les mêmes vergers pour examiner les autres paramètres comme la rémission des symptômes, le recouvrement des arbres et le taux de mortalité final.

Notre diagnostic des échantillons malades (rameaux et tronc) présentant des symptômes de dépérissement, a révélé la dominance de genre *Rhizoctonia* suivi par *Alternaria*. Même résultat a été signalé par Merzoug et al (2018) dans les pépinières de nord ouest algérien. Elle a confirmé que les symptômes observés sur les oliviers en pépinière sont le résultat d'un complexe fongique comprenant plusieurs agents pathogènes primaires et secondaires contribuant à l'apparition de différents symptômes.

Plusieurs chercheurs dans le monde ont signalé que *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* et *Rhizoctonia solani* pourraient être responsables du dépérissement des oliviers de bassin méditerranéen (**Jardak et al, 2007, Sanchez Hernandez et al, 1998, Porras Soriano et al, 2003**). Le *Verticillium dahliae* (**Ceccherini et al, 2013. Bellahcene et al, 2000**) *Rhizoctonia sp.* et *Fusarium sp.* sont responsables des symptômes de flétrissement et dépérissement partiel ou total de l'olivier affectant les jeunes oliviers après la plantation.

Le dépérissement et la pourriture racinaire de l'olivier est une maladie vasculaire mortelle pour l'olivier, elle est causée par un complexe de champignons telluriques : *Rhizoctonia bataticola*, *Rhizoctonia solani*, *Armillaria mellea*, *Fusarium solani*, *Corticium rolfsi*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora megasperma*, *Corticium solani*, *Rosellinea necatrix*. Ces champignons agissent en synergie (**Boulila, 2011**).

L'inoculation de plantes avec *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* et *Verticillium dahliae* a montré une forte agressivité indiquant la présence d'une synergie entre *Fusarium sp.* et *Verticillium dahliae*. (**Boughalleb-M'Hamdi et al, 2011**). *Rhizoctonia* est un champignon présent dans le sol, favorisé par des sols chauds et modérément humides (**Merzoug et al, 2018**).

## ***RESULTATS ET DISCUSSIONS***

---

L'une des limites de notre enquête est l'isolement à partir des parties aériennes malades et aucun isolement n'a été fait à partir du sol et des racines. Cette limite contribue à la confusion de la causalité des symptômes de dépérissement de l'olivier. L'exploration de la zone de rhizosphère pourrait nous donner une idée exhaustive sur la contribution et l'implication des différents champignons qui sont responsable aux différents symptômes observés.

***CONCLUSION***

### **CONCLUSION**

Les prospections des oliveraies de la région de Ain Defla, nous a permis d'observer des symptômes typiques de la verticilliose de l'olivier. Le dépérissement et la chlorose sont les symptômes les plus fréquents des 14 vergers prospectés.

Notre enquête montre que tous les vergers sont atteints par l'un des symptômes de ce trachéomycose. Le pourcentage d'incidence dépasse 70% et l'indice de sévérité de maladie avoisine 30%. Ces paramètres de maladie varient selon la résistance des variétés, l'âge des vergers et les pratiques culturales adoptés par les oléiculteurs.

La variété Verdale semble la plus résistante, tandis que la variété Chemlal (la plus cultivée) est la plus affecté par les différents symptômes de la maladie.

L'isolement effectué sur la partie aérienne de l'arbre, a abouti à l'identification de deux genres de champignons; *Rhizoctonia* et *Alternaria*. Le dépérissement des oliviers est le résultat d'un complexe des champignons primaires et secondaires contribuant à l'apparition de tel ou tel symptômes. L'affirmation de la causalité des symptômes observés, ne pourra être vérifiée que par des études plus détaillées de la virulence de chaque champignon.

L'évaluation de la résistance des variétés sur champ sera plus précise en prenant en considération les conditions d'environnements, la rémission des symptômes et le taux de recouvrement des arbres.

Vue la gravité de ce champignon tellurique et les champignons associés sur la pérennité des jeunes oliveraies, il est intéressant d'évaluer leurs inoculum dans le sol avant la plantation pour mieux protéger les jeunes vergers oléicoles algériens.

En l'absence d'une fongicide efficace sur les champignons vasculaires comme la verticilliose, le recours aux mesures de lutte prophylactiques est indispensable pour ralentir le taux de mortalité des jeunes arbres. Dans ce contexte les techniques culturales, notamment la taille et l'irrigation doivent être réalisés en tenant compte des sujets malades pour limiter la progression de la maladie et préserver les arbres sains.

## ***LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

### ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

**Sansoucy, R., 1985.** Olive by-products for animal feed. Food & Agriculture Organization, Amazon France, 44 p.

**Connor, D., Fereres, E., 2005.** Hortic. Rev, 31: 155-229.

**Fernández, J.-E., 2014.** Environmental and Experimental Botany, 103: 158-179.

**Zaid, H., Meradi, M., Bouzmit, O., 2021.** La filière oléicole à Bejaia État des lieux, contraintes et perspectives, The olive sector in Bejaia: Inventory, constraints and prospects, Journal des Etudes Economiques Contemporaines, p 601-624

**MADR. (2021).** Service statistique du ministér de l'agriculture et développement rural, Alger.

**Besnard G., Berville A., (2005).** Les Origines de l'Olivier (*Olea europaea L.*) et des oléastres. Ed. AITAE, AEP.

**De Barry N., (1999).** L'Abécédaire de l'huile d'olive. Éd. Flammarion, France, page 86

**C.O.I (1998).** L'Olivier, l'huile, l'olive - Madrid / Espagne.

**Besnard G. 2009.** Génétique et évolution des plantes en milieu Méditerranéen et tropical. Thèse. Doct, Univ. des Sciences et Technologies de Lille I (France), pp. 4-16.

**Benhayoun G. et Lazzeri Y (2007)** L'olivier en Méditerranée : du symbole à l'économie. Editions L'Harmattan. Paris, - p137. PP17

**(FAOSTAT ,2022)** <http://faostat.fao.org/>

**Khoumeri, L., 2009.** Influence de la photopériode, des milieux de culture et des hormones de croissance sur le développement in-vitro des embryons et des micro-boutures de l'olivier (*Olea europaea L.*) var. Chemlal. Mémoire Ing, 100 p

**Breton C., Medail F., Pinatel C., Bérville A. (2006).** De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europea L.* dans le bassin méditerranéen. Cahiers Agriculture vol. 15, n°4.

**Besnard G; Baradat P; Breton C; Khadari B; Berville A (2000).** Olive domestication from structure of oleasters and cultivars using nuclear RAPDs and mitochondrial RFLPs. Gene tics sélection évolution ISSN 0999-193X Colloque national BRG/Conservatoire du patrimoine

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

biologique régional de Midi-Pyrénées, Toulouse , FRANCE (09/10/2000) 2001, vol. 33, SUP1 (572 p.) (34 ref.), pp. S251-S268.

**Villa P (2003).** La culture de l'olivier (Variétés, différent types de culture- les tailles- les engrais- les soins-la récolte et la production d'huile d'olive), Paris, De Vecchi S. A. p143.

**Argenson C, Regis S, Jourdain J.M, Vaysse P (1999).** Oléagineux Corps gras Lipids, 6, P80-83.

**Fourastée I (2003).** Etude botanique olivier Oleacée. Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Toulouse - Code : 450 571 - 02-2003 - SIA-

**Bartels A (1997).** Guide des plantes du bassin méditerranéen, Paris, Eugenulmer, p400. 20-20.

**Douat R, 1998.** Guide complet de la culture de l'olivier Paris: De Vecchi, P130.

**Argenson L (1999).** L'olivier dans le monde, Edition Luis Gérard, p55

**Pellecuer J (1985).** Connaître, trouver, identifier, utiliser les plantes médicinales des régions méditerranéennes Edition SAEP, p145.

**Amoureux P (1784).** Traité de l'olivier A Montpellier, chez la Veuve Gontier, libraire à la Loge, p356.

**Pagnol J (1999).** L'huile d'olive Genève: Aubanel, p175.

**Fantanazza et Baldini (1990).** Proposition pour un programme, d'amélioration génétique de l'olivier, Revue Olivae n°34, P : 32—39

**Loussert R et Brousse E., 1978.** L'olivier. Ed. Maisonneuve et Lose, Paris.464 p.

**Maillard R(1975).** L'olivier. Maison des agriculteurs .Ed .Invuflec. Paris, 147 P

**Hannachi H., M'sallem M., Benalhadj S., El-Gazzah M. (2007).** Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Ole europaea*) en Tunisie. C.R. Biologies 330, p 135-142.

**Mendil M. et Sebai A., 2006.** Catalogue des variétés algériennes de l'olivier.Ed. ONFO et ITAF, Alger, 97 pages.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Ghezlaoui M. (2011).** Influence de la variété, Nature du sol et les conditions climatiques sur la qualité des huiles d'olives des variétés Chemlal, Sigoise etd'Oléastre dans la Wilaya de Tlemcen These.Mag. D'état. Agronomie. Univ. Tlemcen.205 p.
- Aygalliers, P. (1900).** **P. d'Aygalliers,** L'Olivier et l'huile d'olive : J.-B. Baillière et fils.
- Argenson C., Regis., Jourdain, J., Vaysse, MP. (1999).** L'olivier. 1erédition. Paris: DS. Centre technique interprofessionnel des fruits et légume (ctifl) ,146p.
- Anonyme. (2005).** Produire des fruits en agriculture biologique. Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB), 329 p.
- RsNeun, P. (1968).** Ecologie de la maladie de l'ceil de paoni et resistancevarietale dans leurs incidences sur la culture de l'olivier dans le pays. Alawamia, 26, 55-74.
- Moral J., et Trapero A. (2009).** Assessing the susceptibility of olive cultivars to anthracnose caused by *Colletotrichumacutatum*. Plant disease, 93(10), 1028-1036.
- Moral J., Alsalimiya M., Roca L., Diez C., León L., De la Rosa R., . . . Trapero A. (2015).** Relative susceptibility of new olive cultivars to *Spilocaeaoleagina*, *Colletotrichumacutatum*, and *Pseudocercosporacladosporioides*. Plant disease, 99(1), 58-64.
- Garcia-Figueres F (1991).** Repilos de l Olivo : attaque en fruto. Phytoma Espana, 25 : 31-36.
- Trapero A, Blanco MA (2004).** Enfermedades. In: El cultivo de l Olivo. Junta de Andalucía y Mundi-Prensa, 557-614.
- Harrington M. A., Dobinson K. F., 2000.** Influences of cropping practices on *Verticillium dahliae* populations in commercial processing tomato fields in Ontario. Phytopathology, 90 : 1011-1017.
- Ruggieri G. ,1946.** Una nouva malatia dell olivo L'Italia Agricola, 83 :369-372.
- Civantos L. 1999.** Contrôle des parasites et des maladies de l'olivier. COI (Ed.), Madrid, Espagne, pp. 111-144
- Benchabane, M. 1990.** Observation des cas de verticilliose à Cap - Djionet et Sidi-Aich, I.T.A.F. 5p.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Alia, A. 1991.** La verticilliose dans les oliveraies de la Kabylie : Estimation du taux d'infection, caractérisation de l'agent causal et analyse quantitative des microsclérotés dans le sol. Mémoire Ingénieur d'état. INES Blida. 60 p.

**Abderrahmani, F. 1992.** Etude du comportement variétal de l'olivier vis-à-vis de *Verticillium dahliae* et dynamique saisonnière des populations de micro sclérotés dans la station oléicole de Cap-Djinet. Mémoire Ingénieur d'état. INES Blida. 77 p.

**Bellahcene, M ; Fortas, Z ; Geiger, A ; Matallah, A et Henni, D. 2000.** La verticilliose de l'olivier en Algérie : Répartition géographique et importance de la maladie. *Olivae* n° 82

**Benadjal, M. 2007.** Etude de la verticilliose de l'olivier : Epidémiologie et essais de lutte par la solarisation. Mémoire Ingénieur d'état. Département Agro. Blida. 57p.

**Heffer, V., and R., Regan. 1995.** *Verticillium* wilt of ash. *The Digger*. June: 48-49

**Harrington M. A., Dobinson K. F., 2000.** Influences of cropping practices on *Verticillium dahliae* populations in commercial processing tomato fields in Ontario. *Phytopathology*, 90: 1011-1017.

**Pegg G.F., Brady B.L. 2002.** *Verticillium* wilts. (Éditeur: CAB International). CABI Publishing, Wallingford, UK. 552p.

**Klosterman S.J., Atallah Zk, Vallad G.E., Subbarao K.V. 2009.** Diversity, pathogenicity and management of *Verticillium* species. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 47: 39-62.

**Fradin E.F., Thomma B.P.H.J. 2006.** Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Mol. Plant. Pathol.*, 7: 71-86.

**Lopez-Escudero F.J., Mercado-Blanco J. 2010.** *Verticillium* wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant, Soil.*, 1-50.

**Martin-Lapierre A., 2011.** Application de composts et de fumigants pour lutte contre la verticilliose (*Verticillium dahliae*) du fraisier. Thèse. Doc. D'Etat. Univ. Laval (Canada). 108p.

**Barbara D. J., Clewes E., 2003.** Plant pathogenic *Verticillium* species: how many of them are there? *Mol. Plant Pathol.*, 4: 297-305.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Okoli C. A., Carder J. H., Barbara D. J., 1994.** Restriction fragment length polymorphisms (RFLP) and the relationships of some host adapted isolates of *Verticillium dahliae*. *Plant Pathol.*, 43: 33-40.

**Pérez-Artés E., García-Pedrajas M., Bejarano-Alcázar J., Jiménez-Díaz R., 2000.** Differentiation of cotton-defoliating and no defoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* by RAPD and specific PCR analyses. *Eur. J. Plant Pathol.*, 106: 507–517.

**Dobinson K. F., Patterson N. A., White G. J., Grant, S., 1998.** DNA fingerprinting and vegetative compatibility analysis indicate multiple origins for *Verticillium dahliae* race 2 tomato isolates from Ontario, Canada. *Mycol. Res.*, 102: 1089-1095.

**Luis Gómez-Alpízar, (2001).** *Verticillium dahliae*. NC state university. 01p

**Prieto, P., C. Navarro-Raya., 2009.** "Colonization process of olive tissues by *Verticillium dahliae* and its in planta interaction with the biocontrol root endophyte *Pseudomonas fluorescens* PICF7." *Microbial biotechnology* 2(4): 499-511.

**Navas-Cortés, J., B. Landa., (2008).** "Spatiotemporal analyses of spread of infections by *Verticillium dahliae* pathotypes within a high tree density olive orchard in southern Spain." *Phytopathology* 98(2): 167-180.

**Heinz, R., S. Lee, et al. (1998).** "Cyclical systemic colonization in *Verticillium*-infected tomato." *Physiological and Molecular Plant Pathology* 52(6): 385-396.

**Hiemstra, J. A. & Harris, D. C. (1998).** A compendium of *Verticillium* wilts in trees  
Species. Wageningen: CPRO-DLO.

**Isaac I. 1976.** Speciation in *Verticillium*. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 5 : 201-222.

**Martin-Lapierre A. 2011.** Application de composts et de fumigants pour lutter contre la verticilliose (*Verticillium dahliae*) du fraisier. Thèse. Doct. D'Etat. Univ. Laval (Canada). 108p.

**Tjamos E.C. 1989.** Problems and prospects in controlling *Verticillium* wilt. In: *Vascular wilt diseases of plants* (Ed. by Tjamos, E.C.; Beckman, C.), 441- 456.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Rousseau H. 2002.** Développement des techniques de reproduction végétative et essais de cultivars d'argousiers, rapport, IRDA, 1- 35 Pegg G.F., Brady B.L. 2002. Verticillium wilts. (Éditeur : CAB International). CABI Publishing, Wallingford, UK. 552p.

**Wang L., Feng H., Teng L., Chen X., Dan H., Lu S., Jianmei X., Zhou L. 2012.** Effects of long term cotton plantations on Fusarium and Verticillium wilt diseases infection in China. African Journal of Agricultural Research., 10:1562-1565.

**Tjamos E.C., Rowe R.C., Heale J.B., Fravel D.R. 2000.** Advances in Verticillium Research and Disease Management. APS Press, American Phytopathological Society, St. Paul, MN

**Veronese P., Narasimhan M.L., Stevenson R.A., Zhu J.K., Weller S.C., Subbarao K.V., Bressan R.A. 2003.** Identification of a locus controlling Verticillium disease symptom response in Arabidopsis thaliana. Plant. J., 35: 574–587.

**Zhu L., Zhang X., Tu L., Zeng F., Nie Y., Guo X. 2007.** Isolation and characterization of two novel dirigent-like genes highly induced in cotton (*Gossypium barbadense* and *G. hirsutum*) after infection by *Verticillium dahliae*. Plant. Pathol., 89: 41–45.

**Tohidfar M., Robabeh Hossaini R., Nemat SB., Meisam T. 2012.** Enhanced Resistance to *Verticillium dahlia* in Transgenic Cotton Expressing an Endochitinase Gene from *Phaseolus vulgaris*. Genet. Plant Breed, 48 (1): 33–41.

**Thanassoulopoulos C.C., Biris D.A., Tjamos E.C. 1981.** Weed host as inoculum source of *Verticillium* in olive orchards. Phytopathol. Mediterr., 20:164–168.

**Levin , A., S. Lavee, et al. (2003).** "Epidemiology and effects of *Verticillium* wilt on yield of olive trees (cvs. Barnea and Sour) irrigated with saline water in Israel." *Phytoparasitica* 31(4): 333-343.

**Jabnoun-Khiareddine H., Daami-Remadi M., Ayed F., Jebari H., El- Mahjoub M., 2007.** Incidence of *Verticillium* wilt of melon in Tunisia. Afr. J. Plant Sci. Biotechnol., 56: 726-726.

**López-Escudero F.J., Blanco-López M.A., 2001.** Effect of a single or double soil solarization to control *Verticillium* wilt in established olive orchards in Spain. *Plant Dis.*, 85 : 489-496.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Bellahcene M, 2004.** La Verticilliose de l'olivier: Etude épidémiologique et diversité génétique de *Verticillium dahlia* Kleb., agent de la Verticilliose. Thèse Doct. D'état, Univ. Oran Es-sénia, Algérie, 145p.

**Colella C., Miacola C., Amenduni M., D'Amico M., Bubici G., Cirulli M., 2008.** Sources of verticillium wilt resistance in wild olive germplasm from the Mediterranean region. *Plant Pathol.*, 57 : 533-539.

**Vallad G. E., Subbarao K. V., 2008.** Colonization of resistant and susceptible lettuce cultivars by a green fluorescent protein-tagged isolate of *Verticillium dahliae*. *Phytopathol.*, 98:871-885.

**Boukenadel F., 2002.** Contribution à l'étude de *Verticillium dahlia* agent de la verticilliose de l'olivier. Mémoire de Magister, Univ. Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 103p.

**Mercado-Blanco J., Rodríguez-Jurado D., Pérez-Artés E., Jiménez- Díaz R. M., 2001.** Detection of the nondefoliating pathotype of *Verticillium dahliae* in infected olive plants by nested PCR. *Plant Pathol.*, 50 : 609-619.

**Markakis E. A., Tjamos S. E., Antoniou P. P., Paplomatas E. J., Tjamos E. C., 2009.** Symptom development, pathogen isolation and Real-Time QPCR quantification as factors for evaluating the resistance of olive cultivars to *Verticillium* pathotypes. *Eur. J. Plant Pathol.*, 124: 603-611.

**GARBER, R. H., and J. T. PRESLEY. 1971.** Relation of air temperature to development of *Verticillium* wilt on Cotton in the field. *Phytopathology* 61:204-207.

**Wilhelm, S., and Taylor. J.B. (1965).** Control of *Verticillium* wilt in olive through natural recovery and resistance. *Phytopathology* 55: 310–316.

**Stevens R.M., Douglas T. 1994.** Distribution of grapevine roods and salt under drip and full ground cover microjet irrigation systems, *Irrigation Sci.*, 15: 147-152.

**Henni J.E. 1982.** Contribution à la lutte contre le Verticilliose: facteurs physico-chimiques et biologiques inhibant la germination des microsclerotes de *Verticillium dahliae* Klebahn. Thèse. Doct. D'Etat. Univ. Paris (France). 150pp.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Katan J. 1981.** Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 19:211-236.
- Saremi H., Amiri M.E., Mirabolfathi M. 2010.** Application of soil solarization for controlling soilborne fungal pathogens in newly established pistachio and olive orchards, *Int. J. Fruit. Sci.*, 10: 143-156.
- Yangui T., Sayadi S., Gargoubi A., Dhouib A. 2010.** Fungicidal effect of hydroxytyrosolrich preparations from olive mill wastewater against *Verticillium dahliae*. *Crop Protection* 29: 1208-1213.
- Alfano G., Lustrato G., Lima G., Vitullo D., Ranalli G., 2011.** Characterization of composted olive mill wastes to predict potential plant disease suppressiveness. *Soil, Control.*, 58: 199-207.
- Fravel D.R., Larkin R.P., 2000.** Effect of sublethal stresses on microsclerotia of *Verticillium dahliae*, In: Tjamos, E.C., Rowe, R.C., Heale, J.B., Fravel, D.R. (eds), *Advances in Verticillium Research and Disease Management*. American Phytopathological Society (APS) Press, St. Paul, MN, USA. 301-306.
- Martin-Lapierre A., 2011.** Application de composts et de fumigants pour lutte contre la verticilliose (*Verticillium dahliae*) du fraisier. Thèse. Doc. D'Etat. Univ. Laval (Canada). 108p.
- Boukenadel F. 2001.** Contribution à l'étude de *Verticillium dahliae* Kleb., agent de la verticilliose de l'olivier. Mém. Magister, Univ. Tlemcen (Algérie), 103p.
- Kumar R., Tapwal A., Kumar Borah R. 2012.**, *Verticillium* Wilt infecting *Parkia roxburghii* seedling in manipur india. *Academic Journal Inc.*, 1-6.
- Nannipieri P., Grego S., Ceccanti B. 1990.** Ecological significance of the biological activity in soil. In: Bollag JM, Stotzky G (Eds) *Soil biochemistry*, vol 6. Marcel Dekker, New York, 293-355.
- Arslan M., Dervis S. 2010.** Antifungal activity of essential oils against three vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae*. *World J. microbial, Biotechnol.*, 26:1813-1821.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Uppal AK., El Hadrami A., Adam LR., Tenuta M., Daayf F., (2008)** Biological control of potato wilt under controlled and field conditions using selected bacterial antagonists and plant extracts. *Biol Control* 44:90–100

**Mercado-Blanco J., Rodriguez-Jurado D., Hervas A., Jimenez-Diaz R.M. 2004.** Suppression of *Verticillium* wilt in olive planting stocks by root-associated fluorescent *Pseudomonas* spp. *Biological Control*.30: 474-486.

**Bounoua M.D. 2008.** Essais d'utilisation des *Pseudomonas* spp, et *Bacillus* spp. Dans le biocontrôle de *Fusarium oxysporum* f sp. *Lycopersici* sur tomate et *Verticillium dahliae* sur l'olivier. Mém. Magister, Univ. Oran (Algérie), 90p.

**Lang J., Hu J., Ran W., Xu Y., Shen Q. 2012.** Control of cotton *Verticillium* wilt and fungal diversity of rhizosphere soils by bio-organic fertilizer. *Boil., Fertil., Soil.*, 48: 191-203.

**Bonjar G.H.S., Aghighi S. 2005.** Chitinolytic and microsclerostatic activity of Iranian strains of *Streptomyces plicatus* and *Frankia* sp. On olive isolate of *Verticillium dahliae*. *Biotechnology*, 4:108–113.

**Muller S, et al. (2007).** Identification of determinants in the protein partners aCBF5 and aNOP10 necessary for the tRNA: Psi55-synthase and RNA-guided RNA: Psi-synthase activities. *Nucleic Acids Res* 35(16):5610-24.

**Karajeh M., Al-Raddad A. 1999.** Effect of VA mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae* Gerd & Trappe) on *Verticillium dahliae* Kleb. of olive. *Dirasat. Agric. Sci.*, 26: 338–341.

**Porras-Soriano A., Marcilla-Goldaracena I., Soriano-Martín M. L., Porras Piedra A., 2006** .Development and resistance to *Verticillium dahliae* of olive plantlets inoculated with mycorrhizal fungi during the nursery period. *J. Agric. Sci.* 144:151-157.

**Kapulnik Y., Tsrer L., Zipori I., Hazanovsky M., Winger S., Dag A., 2010.** Effect of AMF application on growth, productivity and susceptibility to *Verticillium* wilt of olives grown under desert conditions. *Symbiosis*, 52:103-111.

**Hanson L.E. 2000.** Reduction of *Verticillium* wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens*. *J. Cotton. Sci.*, 4: 224-231

**Liu S.P., Zhu Y.P., Xie C., Jue D.W., Hong Y. B., Chen M.A.K., Hubder Q., 2012.** Yang Transgenic Potato Plants Expressing *StoVel* Exhibit Enhanced Resistance to *Verticillium dahliae*. *Plant. Mol. Biol. Rep.*, 1-8.

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

- Cherrab M., Zaouid D., Bennani A., Serrhini M.N. 2002.** Étude du pouvoir pathogène des isolats de *Verticillium dahliae* Kleb. issus de l'olivier (picholine marocaine) au Maroc, Actes. Inst. Agron.Vet., 22: (1) 31- 37.
- Hartmann H., Schnathorst W.C., Whisler J. 1971.** Oblonga, a clonal olive rootstock resistant to *Verticillium* wilt. Calif. Agr. 25:12-25.
- Wilhelm S. 1981.** Sources and genetics of host resistance in field and fruits corps. In fungal wilt diseases of plants. Mace ME, Belle AA, Beckman CH (eds.). Academic Press, New York, USA, 300-369.
- Besri M., Zroui M., beye I. 1984.** Appartenance raciale et pathogénie comparée de quelques isolats de *Verticillium dahliae* (Kleb) obtenus à partir de tomates. Phytopathology, 109: 289294.
- Tjamos E.C. 1984.** Race 2 and defoliating strain of *Verticillium dahliae* in Greece and other mediterranean countries. Phytopathol. Mediterr., 23: 216.
- Lopez-Escudero F.J., Mercado-Blanco J. 2010.** *Verticillium* wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. Plant, Soil., 1-50.
- Bubici G, Cirulli M (2011).** *Verticillium* wilt of olives. In Schena L, Agosteo GE, Cacciola SO (eds) Olive diseases and disorders. Research Signpost, Kerala, India, ISBN: 978-81-7895-539-1
- Cirulli, M., C. Colella, M.D. Amico, M. Amenduni and G. Bubic, 2008.** Comparison of screening methods for the evaluation of olive resistance to *Verticillium dahliae* Kleb. J. Plant Pathol. 90(1): 7-14.
- López-Escudero, F.J., DelRío, C., Caballero, J.M. & BlancoLópez, M.A. 2004.** Evaluation of olive cultivars for resistance to *Verticillium dahliae*. Eur J. Plant Pathol. 110 79 85.
- Rapilly, P. (1968).** Les techniques de mycologie en pathologie végétale. Ann Epiphyt 19, HS, 102 p.
- Booth, C., 1971.** The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological institut, Kew, Surrey, England, pp: 237.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. (1972).** Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3rd Edition, Burgess Publishing Co., Minneapolis, 241 p.
- Benchabane, M., A. Alia, J. Fadil and D. Toua1, 2010.** Etat de la verticilliose dans quelques oliveraies algériennes. Revue Ezzaitouna, 11(1)

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Bellahcene, M., Z. Fortas, J.P. Geiger, A. Matallah and D. Henni, 2000.** Verticillium wilt in olive tin Algeria: Geographical distribution and extent of the disease. *Olivae*, 82: 41-43.

**Trapero, C., Serrano, N., Arquero, O., Del Río, C., Trapero, A., and López-Escudero, F. J. 2013.** Field resistance to Verticillium wilt in selected olive cultivars grown in two naturally infested soils. *Plant Dis.* 97:668-674

**Mercado-Blanco, J., D. Rodríguez-Jurado, E. Pérez-Artés and R.M. Jiménez-Díaz, 2002.** Detection of the defoliating pathotype of Verticillium dahliae in infected olive plants by nested PCR. *European J. Plant Pathol.*, 108: 1-13.

**Bellahcene, M., Z. Fortas, D. Fernandez M. Nicole, 2005.** Vegetative compatibility of Verticillium dahliae isolated from olive trees (*Olea europea* L.) *Afr. J. Biotechnol.*, 4: 963-967

**Chang, R.J. and D.M. Eastburn, 1994.** Host range of Verticillium dahlia from horseradish and pathogenicity of strains. *Plant Dis.*, 78: 503-506

**Martin-Lapierre A., 2011.** Application de composts et de fumigants pour lutte contre la Verticilliose (*Verticillium dahliae*) du fraisier. Thèse. Doc. D'état. Univ. Laval (Canada). 108p.

**Lopez-Escudero F.J., Mercado-Blanco J. 2010.** Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant, Soil.*, 1-50.

**S. Boutkhil, M.L. Benine, M.Y. Benzaoui, M. Diaf, A. Kaldi, Z. Chama, A. Tifrit and B. Abbouni 2016:** Isolation and Characterization of Verticillium Wilt of Olive Trees in Algeria *Intl. J. Microbiol. Res.*, 7 (3): 93-101

**Serrano, O. Arquero, and C. Del Río, 2021.** IFAPA Centro, Field resistance to Verticillium wilt in selected olive cultivars grown in two naturally infested soils. *Plant Dis.* 97:668-674.

**López-Escudero, F. J., and Blanco-López, M. A. 2005.** Recovery of young olive trees from Verticillium dahliae. *Eur. J. Plant Pathol.* 113:367-375.

**Navas-Cortés, J. A., Landa, B. B., Mercado-Blanco, J., Trapero-Casas, J. L., Rodríguez-Jurado, D., and Jiménez-Díaz, R. M. 2008.** Spatiotemporal analysis of spread of infections by Verticillium dahliae pathotypes within a high tree density olive orchard in Southern Spain. *Phytopathology* 98:167-180

## ***LES REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES***

---

**Trapero, C., Serrano, N., Arquero, O., Del Río, C., Trapero, A., and López-Escudero, F. J. 2013.** Field resistance to Verticillium wilt in selected olive cultivars grown in two naturally infested soils. *Plant Dis.* 97:668-674

**El Said S. Hegazi, Ayman A. Hegazi and Abdou M. Abd Allatif, 2012.** Resistance of Some Olive Cultivars to Verticillium Wilt. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(5): 2758-2765

**Porras Soriano, A., M.L. Soriano Martin, A. Porras Piedra, 2003.** Grafting olive cv. Cornicabra on rootstocks tolerant to Verticillium dahliae reduces their susceptibility. *Crop Prot.*, 22: 369-374.

**Jardak T., Jerraya A. et Mahjoub M. (2007).** La protection intégrée de l'oléiculture dans les pays de l'Afrique de nord. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bureau sous régional pour l'Afrique du Nord. SNEA-Tunis, FAO. 2004.

**Sanchez Hernandez ME, Ruiz Davila A., Perez de Algaba A., Blanco Lopez MA.and Trapero Casas A. (1998).** Occurrence and etiology of death of young olive trees in southern Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 104:347-357.

**Boulila M. (2011).** Current knowledge on major disorders of olive in Tunisia. *Revue Ezzaitouna* *Revue Ezzaitouna*; 12(1): 1-7.

**Boughalleb-M'Hamdi N., Souli M., Ben Salem I., Selmi S. and Romdhani M.E. (2011).** Screening of fungi implicated in the dieback of olive trees (*Olea europea*) in Chebika's area *Research in Plant Biology*, 1(4):33-38

**Merzoug Aoumari., Taleb., Malika et SAHLA Amani 2018 :** identification des principaux agents fongiques responsables du dépérissement vasculaire et pourriture racinaire des oliviers en pépinières dans le nord-ouest algérien. *Revue Agrobiologie* 8(2): 1117-1124

**Barnett, H Et Barry Hunter, B. 1972.** Illustrated genera of imperfect fungi. 3ième.ed. Burgess Publishing Company. 239p.