

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



**Université de Ghardaïa**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de**

**MASTER**

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

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Microbiologie Appliquée**

**Par : M<sup>elle</sup> BENAMRANE Hadja Safa & M<sup>elle</sup> BENKHELIFA Nabila**

Thème

**Diversité et pathogénicité du mycobiote associé à  
l'olivier (*Olea europaea* L.) cultivé dans  
la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement le 13 Juin 2023, devant le jury composé de :

M <sup>r</sup> IDER S.	Maître de Conférences "B"	Univ-Ghardaïa	Président
M <sup>r</sup> BOURAS N.	Professeur	Univ-Ghardaïa	Examineur
M <sup>r</sup> MAHAMED I. A. E.	Maître de Conférences "B"	Univ-Ghardaïa	Promoteur
M <sup>r</sup> DJELLID Y.	Maître Assistant "A"	Univ-Ghardaïa	Co-promoteur

**Année universitaire 2022–2023**

## Dédicace

À la plus belle femme du monde, mon adorable mère,

À mon héros, mon très cher père,

À mes jolies petites sœurs,

À ma famille,

À ma chère cousine et binôme Safa,

À toutes mes chères amies,

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit  
de plusieurs années d'études.

Nabila.

## Dédicace

À la reine des femmes de l'univers, mon adorable mère,

À mon support dans ma vie, mon cher père,

À qui j'ai appris l'amour de la vie, mes chères sœurs,

À la source de joie et de bonheur, mes chers frères,

À toute ma famille,

À Nabila, chère cousine avant d'être binôme,

Son oublié, mes proches amies,

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit  
de plusieurs années d'études.

Safa.

## Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté, la patience et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons tout particulièrement à adresser nos remerciements les plus vifs à notre promoteur M<sup>r</sup> Mahamedi A. E., maître de conférences à l'université de Ghardaïa, pour sa patience, son soutien et sa guidance durant la période de réalisation de ce travail. Nous le remercions pour ses encouragements et surtout ses judicieux conseils, qui nous ont aidés à alimenter notre réflexion. Nous remercions également notre co-directeur de mémoire M<sup>r</sup> Djellid Y., maître assistant à l'université de Ghardaïa pour son aide précieuse et contribution.

Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury ; M<sup>r</sup> Ider S., maître de conférences à l'université de Ghardaïa, d'avoir accepté de présider le jury et M<sup>r</sup> Bouras N., professeur à l'université de Ghardaïa, d'avoir accepté d'examiner le travail.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance et notre sincère gratitude à tous les enseignants du département de biologie de l'université de Ghardaïa, sans exceptions, pour tous les efforts qu'ils ont fournis durant ces cinq années d'étude.

Nous souhaitons également remercier M<sup>me</sup> Souhila Ghezail technicienne au laboratoire de mycologie à l'université de Ghardaïa et à toute l'équipe du laboratoire pour leur aide et compréhension durant la réalisation de la partie expérimentale.

Nous adressons nos remerciements à l'équipe du laboratoire d'analyses médicales Essalam d'avoir accepté de nous accueillir parmi eux. Nos remerciements vont également à tous les techniciens du laboratoire d'analyses médicales à E.P.H de Metlili.

Nous tenons à remercier vivement les propriétaires des vergers d'olivier pour l'accueil et l'aide précieuse lors du travail sur terrain.

Enfin, une profonde reconnaissance à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, nous les remercions chaleureusement.

## Résumé

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'un des arbres fruitiers les plus répandus dans les pays méditerranéens où il joue un rôle socio-économique très important. Néanmoins, cet arbre enregistre chaque année des mortalités considérables à cause de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques, entre autres, les champignons phytopathogènes. La présente étude sert à évaluer la diversité et la pathogénicité du mycobiote associé à l'olivier dans différents vergers dans la région de Ghardaïa. Les prospections ont été effectuées dans trois oliveraies comportant les variétés *Chemlal* et *Sigoise*.

Sur le terrain, 15 oliviers montrant des symptômes de dépérissement ont été choisis, à partir desquels 45 rameaux ont été prélevés afin de réaliser des isolements. Les nécroses observées dans les rameaux symptomatiques ont été classées en trois types à savoir, la nécrose sectorielle, la nécrose centrale et les points noirs. La caractérisation macro- et microscopique des 58 isolats fongiques obtenus, nous a permis d'identifier huit genres différents à savoir, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Sepedonium*, *Alternaria*, *Cylindrocladium*-like, *Colletotrichum*, *Verticillium* et *Gnomoniaceae*-like, avec la dominance de ce dernier avec 70,69% du total suivi par *Colletotrichum* (10,34%), *Aspergillus* (5,17%) et *Cladosporium* (5,17%).

Les tests de pathogénicité ont montré l'agressivité des *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. et *Sepedonium* sp., avec la confirmation de postulat de Koch. Les genres *Sepedonium* et *Cylindrocladium* sont rapportés pour la première fois en association avec *Olea europea* L. dans le monde. Ainsi, *Colletotrichum* est trouvé pour la première fois en Algérie.

**Mots clés :** *Olea europaea* L., pathogénicité, mycobiote, Ghardaïa, *Aspergillus* sp., *Sepedonium*, *Cylindrocladium*.

## Abstract

The olive tree (*Olea europaea* L.) is one of the most widespread fruit trees in the Mediterranean countries where it plays a very important socio-economic role. However, this tree counts considerable mortalities each year because of several biotic and abiotic factors, including fungal pathogens. This study focuses on the diversity and pathogenicity of mycobiota associated with olive trees in different orchards in the region of Ghardaïa. The prospecting were carried out in three olive groves include the varieties *Chemlal* and *Sigoise*.

In field, 15 symptomatic olive trees were chosen and 45 branches were taken to make the isolations. The necrosis observed in symptomatic branches were classified into three types namely, sectoral necrosis, central necrosis and black spots. The macro and microscopic characterization of the 58 fungal isolates obtained, allowed us to identify eight different genera, namely, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Sepedonium*, *Alternaria*, *Cylindrocladium*-like, *Colletotrichum*, *Verticillium* and *Gnomoniaceae*-like, with the latter's dominance with 70,69% of the total, followed by *Colletotrichum* (10,34%), *Aspergillus* (5,17%) and *Cladosporium* (5,17%).

Pathogenicity tests showed the aggressiveness of *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. and *Sepedonium* sp., with the confirmation of Koch's postulate. The genera *Sepedonium* and *Cylindrocladium* are reported by the first time in association with *Olea europaea* L. in the world. Thus, *Colletotrichum* is found for the first time in Algeria.

**Keywords:** *Olea europaea* L., pathogenicity, mycobiota, Ghardaïa, *Aspergillus* sp., *Sepedonium*, *Cylindrocladium*.

## ملخص

تعد شجرة الزيتون (*Olea europaea* L.) من أكثر أشجار الفاكهة انتشارا في دول البحر الأبيض المتوسط وتلعب دورا اجتماعيا وإقتصاديا مهما للغاية. ومع ذلك فإن هذه الشجرة تسجل خسائر كبيرة كل عام بسبب العديد من العوامل الحيوية وغير الحيوية ومن بينها، الفطريات المسببة للأمراض النباتية.

تركز هذه الدراسة على التنوع والقدرة الإمراضية للفطريات المرتبطة بأشجار الزيتون في بساتين مختلفة في منطقة غرداية. تم إجراء الإستطلاعات في ثلاث بساتين يزرع بها صنفا شمالا وسيغواز. تم اختيار 15 شجرة زيتون تظهر عليها أعراض التدهور حيث تم اختيار 45 غصنا منها لأجل عملية عزل الفطريات. تم تصنيف النخر الملاحظ في الأغصان إلى ثلاثة أنواع (نخر قطاعي، نخر مركزي والبقع السوداء). بعد عمليات العزل تم تحصيل 58 عزلة. سمح لنا التوصيف الظاهري بالعين المجردة وكذا التوصيف المجهرى بتحديد ثمانية أجناس وهم، *Aspergillus*، *Cladosporium*، *Sepedonium*، *Alternaria*، *Cylindrocladium-like*، *Colletotrichum*، *Verticillium*، و *Gnomoniaceae-like*، مع هيمنة واضحة لهذا الأخير (70,69%)، يليه *Colletotrichum* (10,34%) و *Aspergillus* (5,17%) و *Cladosporium* (5,17%).

بينت إختبارات الخصائص الإمراضية أن الأجناس الأكثر قدرة على تدمير الأنسجة هي *Aspergillus* sp.، *Cladosporium* sp. و *Sepedonium* sp.، مع تأكيد فرضيات كوخ. سمحت الدراسة كذلك ولأول مرة بتسجيل ارتباط كل من الجنسين *Sepedonium* و *Cylindrocladium* مع أشجار الزيتون. الجنس *Colletotrichum* يسجل وجوده لأول مرة في الجزائر.

**الكلمات المفتاحية :** *Olea europaea* L.، القدرة الإمراضية، الفطريات، غرداية، *Aspergillus* sp.، *Sepedonium*، *Cylindrocladium*.

## **Index des tableaux**

Tableau 1. Caractéristiques des arbres prélevés.....	10
Tableau 2. Différents caractères culturaux des principaux groupes fongiques associés à l'olivier.....	13
Tableau 3. Nombre et fréquence des nécroses internes.....	18
Tableau 4. Résultats d'isolement des échantillons de l'olivier.....	19
Tableau 5. Nombre des isolats obtenus.....	19
Tableau 6. Abondance relative des genres.....	25
Tableau 7. Relation genre-nécrose.....	26
Tableau 8. Moyennes de longueur des lésions induites par les différents isolats fongiques obtenus.....	27

## Index des figures

<b>Fig. 1.</b> Carte de la Wilaya de Ghardaïa montrant la localisation géographique des différentes régions d'échantillonnage.....	7
<b>Fig. 2.</b> Oliveraie étudié de la région de Noumérat. ....	8
<b>Fig. 3.</b> Verger de Sebseb.....	8
<b>Fig. 4.</b> Verger d'El-Atteuf .....	9
<b>Fig. 5.</b> Protocole expérimental d'isolement de la flore fongique associée à l'olivier .....	11
<b>Fig. 6.</b> Etapes de la purification .....	12
<b>Fig. 7.</b> Application de la méthode de stimulation de sporulation .....	14
<b>Fig. 8.</b> Test de pathogénicité.....	16
<b>Fig. 9.</b> Symptômes observés sur les arbres d'olivier .....	17
<b>Fig. 10.</b> Différents types de nécroses observées dans les rameaux d'olivier.....	18
<b>Fig. 11.</b> <i>Gnomoniaceae</i> -like.....	20
<b>Fig. 12.</b> <i>Colletotrichum</i> .....	20
<b>Fig. 13.</b> <i>Aspergillus</i> .....	21
<b>Fig. 14.</b> <i>Cladosporium</i> .....	22
<b>Fig. 15.</b> <i>Alternaria</i> .....	22
<b>Fig. 16.</b> <i>Sepedonium</i> .....	23
<b>Fig. 17.</b> <i>Verticillium</i> .....	24
<b>Fig. 18.</b> <i>Cylindrocladium</i> -like.....	24
<b>Fig. 19.</b> Carte de la wilaya de Ghardaïa montrant la distribution des huit genres isolés à partir des trois régions de la wilaya. ....	26
<b>Fig. 20.</b> Lésions nécrotiques provoquées par les huit genres obtenus.....	28

## Liste des abréviations

**AFIDOL** : Association Française Interprofessionnelle de l'Olive

**ANOVA** : Analyses de variance

**Ar** : Abondance relative

**BSR** : Reconnaissance biologique d'espèce (*Biological Species Recognition*)

**CdA** : Cliché de l'Auteur

**DSA** : Direction des Services Agricoles (wilaya de Ghardaïa)

**MSR** : Reconnaissance morphologique d'espèce (*Morphological Species Recognition*)

**NC** : Nécrose centrale

**NS** : Nécrose sectorielle

**PCR** : Réaction de polymérisation en chaîne

**PDA** : Gélose dextrosée à la pomme de terre (*Potato Dextrose Agar*)

**PN** : Points noirs

**PSR** : Reconnaissance phylogénétique d'espèce (*Phylogenetic Species Recognition*)

**SD** : écart-type (*Standard Deviation*)

## Table des matières

Dédicace.....	i
Dédicace.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé .....	iv
Abstract.....	v
ملخص .....	vi
Index des tableaux .....	vii
Index des figures .....	viii
Liste des abréviations .....	ix
Table des matières .....	x
Introduction.....	1
1. Sites d'étude.....	7
1.1. Région de Noumerate .....	7
1.2. Région de Sebseb .....	8
1.3. Région d'El-Atteuf.....	8
2. Caractéristiques climatiques .....	9
3. Caractéristiques pédologiques.....	9
4. Matériel biologique .....	10
5. Prélèvement des échantillons .....	10
6. Etude de la communauté fongique .....	10
6.1. Préparation des échantillons et description des nécroses .....	10
6.2. Isolement.....	10
6.3. Purification.....	12
6.4. Identification du mycoflore .....	13
6.4.1. Description morphologique .....	13

6.4.2.	Abondance des genres .....	15
6.4.3.	Test de pathogénicité.....	15
6.4.4.	Analyses statistiques.....	16
1.	Symptomatologie .....	17
1.1.	Symptômes externes.....	17
1.1.	Description des nécroses internes .....	18
1.2.	Nombre et fréquence des nécroses internes.....	18
2.	Isolement et identification des champignons.....	19
1.3.	Identification macro- et micromorphologique .....	19
2.2.1.	La famille <i>Gnomoniaceae</i> -like .....	19
2.2.2.	Le genre <i>Colletotrichum</i> .....	20
2.2.3.	Le genre <i>Aspergillus</i> .....	21
2.2.4.	Le genre <i>Cladosporium</i> .....	21
2.2.5.	Le genre <i>Alternaria</i> .....	22
2.2.6.	Le genre <i>Sepedonium</i> .....	23
2.2.7.	Le genre <i>Verticillium</i> .....	23
2.2.8.	Le genre <i>Cylindrocladium</i> -like.....	24
3.	Abondance des genres .....	25
4.	Relation genre-région .....	25
5.	Relation genre-nécrose .....	26
6.	Tests de pathogénicité .....	27
	Discussion .....	29
	Conclusion .....	33
	Références bibliographiques .....	34
	ANNEXES .....	I

# **INTRODUCTION**

## Introduction

La plantation d'arbres fruitiers n'est pas seulement bénéfique pour la production de fruits locaux, elle a également un impact positif sur l'environnement (Dubler, **2020**). Ces arbres, comme toutes les plantes, nécessitent un soin particulier pour pousser vigoureusement et de faire sa part au maximum. Pour cette raison, c'est important de savoir comment les soigner et les suivre afin de les empêcher de tout facteur externe qui pourrait leur nuire, tout comme les oliviers.

L'olivier occupe la 24<sup>ème</sup> place des 35 espèces les plus cultivées dans le monde (Breton *et al.*, **2006**). Il représente chez divers civilisations, l'espoir, la victoire, la pureté, l'éternité et la force. Il représente un arbre à longévité exceptionnelle parce qu'il peut vivre jusqu'à 2000 voire 3000 ans (Anonyme, **2021**).

L'olivier est un arbre florissant de l'embranchement des phanérogames et à vrai fruits de sous-embranchement des angiospermes, à deux cotylédons à partir la classe des dicotylédones de la famille des oléacées, bien représentés dans le bassin méditerranéen. Le genre *Olea* créé par Tournefort a été enregistré par Linné et l'Index Kewensis. Il renferme au moins 136 espèces décrites par les botanistes. Parmi ces espèces, 33 ont trait à l'olivier d'Europe (*Olea europaea* L.). Selon la Flora europaea, cette espèce inclut deux sous-espèces: l'olivier cultivé (*Olea sativa*) qui est un arbre avec des branches cylindriques, avec de grandes différences dans le feuillage et la taille des fruits selon les variétés ; et l'olivier sauvage (*Olea Oleaster*), est un arbuste avec des rameaux quadrangulaires et épineuses, avec de petites feuilles courtes et de petits fruits (Marouf & Tremblin, **2022**).

L'olivier a une importance thérapeutique grâce à son huile et feuilles fraîches ou sèches sont utilisées en phytothérapie. Son huile n'est pas la seule huile utilisée comme solvant en pharmacie mais c'est la plus ancienne (Breton & Bervillé, **2012**). Ce liquide gras est considéré aussi comme une matière principale en cosmétologie et nutrition,

Cet arbre est considéré en tant que l'une des cultures fruitières les plus cultivées dans les pays du bassin méditerranéen (Gomes *et al.*, **2012**). Plus de 11 millions d'hectares sont investis à l'oléiculture dans le monde, ce qui représente plus de 20 millions de tonnes d'olives annuellement. L'olivier occupe une place prépondérante dans la production agricole des pays de la Méditerranée tels que, Palestine, la République Arabe Syrienne, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Tunisie, le Maroc, l'Égypte et l'Algérie, et il s'est étendu au

cours des dernières décennies à d'autres régions au monde. Par conséquent, ces pays assurent la majorité de la production mondiale d'olives (Gracia Martin *et al.*, 2020).

En Algérie, l'oléiculture joue un rôle majeur dans l'économie, la société et l'environnement. L'oléiculture nationale s'étend sur une superficie de plus de 450 mille hectares avec un certain nombre des arbres d'olive arrivant les 6 200 000 arbres (Sais *et al.*, 2021). L'olivier est principalement cultivé dans la plupart des wilayas du nord du pays. Parmi les variétés locales de l'olivier, il y a *Chemlal* qui est la variété emblématique de la Kabylie, c'est une bonne variété productrice de l'huile (Hamlat, 2022), elle occupe 40% des oléiculteurs algériennes (Touati, 2022). La variété *Sigoise*, olive de Tlemcen ou olive du Tell, elle appartient à la région de Sig (Mascara ; Hamlat, 2022), elle occupe 25% des vergers d'olivier algériennes, est une productrice d'huile et d'olive de table (Touati, 2022). Une autre variété à une double utilisation (production d'huile et d'olive de table) est la variété *Azeradj*. Cependant, *Limli* est une variété cultivée principalement dans les régions de Béjaïa, elle est destinée à la production de l'huile avec 18 à 22% de rendement (Hamlat, 2022).

Grâce à son aptitude à s'adapter à tous les stades bioclimatiques, l'olivier est également devenu présent dans certaines wilayas du sud, plus particulièrement, la wilaya de Ghardaïa. Il semble que la production d'olives dans la région de Ghardaïa se développe d'une bonne manière, en particulier durant les années 2004 jusqu'à 2020, où la superficie oléicole est passée de 118 hectares à environ 2000 hectares (DSA, 2019). Selon les statistiques de la DSA (2019), plus de 70 % des oliviers (210000 arbres) ont été plantés de façon sporadique, tandis que 90000 autres arbres ont été cultivés ensemble, ce qui rend la récolte difficile.

Malgré le fait que l'olivier est un arbre résistant, il reste toujours exposé à certaines maladies qui sont le résultat de l'interaction entre plusieurs facteurs abiotiques tels que les accidents climatiques à cause de brûlures par l'insolation, les neiges abondantes, la grêle et les vents violents, l'asphyxie racinaire si le terrain est trop humide et trop argileux et les chloroses alimentaires (Loussert & Brousse, 1978 cité par Benziadi & Senisna, 2022). Le froid et la sécheresse limitent également ses possibilités d'installation, il disparaît donc en Libye et en Egypte. En Europe, les montagnes limitent son extension au nord à cause du froid hivernal et en Afrique du Nord, la sécheresse limite son extension au sud (Marouf & Tremblin, 2022).

Comme les autres arbres fruitiers, l'olivier est souvent sujet des attaques par de nombreux pathogènes. Ces pathogènes ou bioagresseurs sont repartis entre 90 espèces de

champignons, cinq bactéries, trois lichens, trois angiospermes, 11 nématodes, 110 insectes, 13 Arachnides, cinq oiseaux et quatre mammifères (Gaouar, **1996** cités par Hobaya & Bendimerad, **2012**). Parmi les insectes pathogènes, on trouve la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*) qui est le premier ravageur de l'olivier qui cause des dégâts économiques, surtout lorsque la lutte est négligée (Ouguas, **2021**). Cette mouche cause des dommages directs et indirects qui réduisent significativement la qualité et le rendement de l'huile d'olive (Corrado, **2012**), mais ne met pas en danger la santé de l'arbre (Desfemmes, **2021**). La cochenille noire de l'olivier (*Saissetia oleae*) de la famille des Sternorhynches, elle n'est pas spécifique à l'olivier parce qu'elle vit également sur d'autres plantes, surtout sur le Laurier rose (Loussert & Brouss, **1978**, cité par Abderrahmani, **2020**). Cet insecte a la couleur brune à noire, elle se fixe sur les feuilles et les jeunes tiges et suce la sève d'arbre. *Prays oleae* ou la teigne de l'olivier est un petit papillon gris taché de noir dont les chenilles, provoque des dégâts plus ou moins importants aux récoltes. Les chenilles de ce ravageur se nourrissent des boutons floraux, ce qui cause des problèmes de fécondation et de nouaison (Desfemmes, **2021**). Un autre insecte appelé le psylle d'Olivier (*Euphyllura olivina*) a été déterminée par Costa (**1839**), sous le nom de *Thrips olivina*, ce ravageur est de la famille des *Psyllidae* et est commun dans tous les pays méditerranés, où il attaque aux organes en cours de la croissance (Arambourg & Chermiti, **1986**. Cité par Zouiten & El Hadrami **2001**). Selon Alanoix (**2022**), il y a des sécrétions blanches cireuses ayant un aspect comparable à celui du coton sécrété par cet insecte dans les organes végétaux et il provoque des dégâts mineurs mais l'infection sera plus intense à la fin du printemps aux moments de la floraison et de la nouaison.

Les bactéries également peuvent causer des dégâts sur l'olivier. Parmi lesquelles, il y a *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (tuberculose de l'olivier) qui est responsable de l'apparition des tumeurs dures et de couleur brune sur les organes végétatifs de l'olivier, les feuilles et les rameaux (Fatmi & Sammar, **2019**). Une autre espèce bactérienne qui est *Xylella fastidiosa* attaque un très large spectre des végétaux tels que, les oliviers, les viens, les chênes, etc. La transmission de cette bactérie se fait par les insectes vecteurs d'une plante à autre, et elle est présent en fortes concentrations dans le bois des rameaux, les pétioles et nervures centrales des feuilles (Verdin *et al.*, **2020**).

Les oliviers souffrent aussi d'au moins 15 virus appartenant à huit genres (Afechtal & Majid, **2020**). Généralement les virus sont attaquent les olives et parmi ces virus, il y a le virus de la nécrose du tabac (*Tobacco necrosis virus D*), il fait partie de la famille

*Tombusviridae* (Cardoso *et al.*, 2004). Aussi le virus de la mosaïque d'olive et le virus latent de l'olive sont parmi les virus les plus connus affectant les olives (Grieco *et al.*, 2000).

Les microorganismes les plus pathogènes vis-à-vis les plantes sont les champignons, en raison de leur grande variété taxonomique et leur mode de reproduction, ils sont également rapides à s'adapter aux différents environnements et se propagent rapidement grâce aux spores et parmi les maladies fongiques les plus connues, l'œil de paon ou la tavelure de l'olive est une maladie causée par *Spilocoaea oleagina* et provoque des symptômes nécrotiques foliaires et dans le cultivar sensible, les symptômes nécrotiques apparaissent de grandes taches nécrotiques puis ont été généralisés à toute la feuille (Rahioui *et al.*, 2011). Le plomb de l'olivier est un cercosporiose causé par *Pseudocercospora cladosporioides*, et provoque une défoliation des feuilles qui en résulte un affaiblissement général d'arbres (Triki & Rhouma, 2008 ; Antonio, 2019). Cette maladie affecte prioritairement le feuillage et plus rarement les fruits (AFIDOL, 2019). D'après Triki et Rhouma (2008), les feuilles de l'arbre infecté sont légèrement chlorotiques, et leur surface supérieure est jaune et les dessous de ces feuilles jaunes semblaient décolorées à cause de la couverture du champignon, qui se présente sous forme d'une poussière grise. Le noir de l'olivier ou la fumagine est une maladie provoquée par un complexe de champignons, elle est en forme de dépôt noirâtre recouvrent la surface des feuilles et du bois, à cause de cette couverture, la photosynthèse et les échanges gazeux de l'olivier sont limités (AFIDOL, 2016). Enfin et parmi les maladies mortelles et les plus grave de l'olivier est le pourridié, le responsable de cette maladie est un champignon l'armillaire (*Armillaria mellea* ou *Clitocybe mellea*) qui cause une décomposition du bois après l'installation du mycélium entre l'écorce et le bois des racines (Desfemmes, 2022).

Les caractéristiques morphologiques sont insuffisantes pour identifier une espèce d'un champignon, dans ce cas, les méthodes d'identification moléculaire sont adoptées. Les méthodes moléculaires reposent sur l'étude d'un gène, d'un fragment d'ADN défini, de plusieurs gènes ou d'un ADN total, selon le but recherché (Verscheure *et al.*, 2002). Parmi les méthodes utilisées, la reconnaissance morphologique d'espèce (MSR), avec le principe d'appuyer les caractères morphologiques avec d'autre qui sont phénotypiques, pour les champignons qui ont une simple morphologie (Kurtzman et Fell, 1998), ou qui ont une importance industrielle (Pitt, 1979). La méthode de la reconnaissance biologique d'espèce (BSR) est basée sur le croisement des champignons capables de se reproduire en culture, mais leur utilisation est minime car les champignons cultivables représentent seulement 15 % de la communauté fongique (Crous, 2004). Une autre méthode est la reconnaissance

phylogénétique d'espèce (PSR), elle repose sur les caractères génétiques avec le principe d'analyse des séquences d'ADN des gènes conservés appropriés, ce procédé est le plus utilisé pour l'identification des champignons même si pour qui ne sont pas cultivables (Adam *et al.*, **1999** ; Weber *et al.*, **2003** ; Taylor *et al.*, **2006**). À la fin, les méthodes qui se basent sur l'amplification par PCR des gènes conservés, suivi d'un séquençage et phylogénie est l'une des méthodes les plus utilisées pour l'identification moléculaire (Crous *et al.*, **2021**).

La lutte contre les maladies dues à des champignons pathogènes est difficile et des fois elle est très complexe. Cependant, de nombreuses pratiques et méthodes peuvent être utilisées pour réduire l'effet des pathogènes sur l'arbre, par l'utilisation de moyens chimiques ou biologiques. Malgré le fait que les méthodes préventives ne sont pas très satisfaisantes mais elles restent les meilleurs moyens recommandés de traiter les effets nocifs des agents phytopathogènes (Mahamedi, **2022**). Généralement, les mesures préventives contre les maladies de l'olivier peuvent viser à modérer l'arrosage et lorsque l'on trouve un arbre infecté, enlevez-le du sol par ses racines et laissez le trou ouvert pendant au moins un an. Le traitement par le cuivre peut être appliqué à certaines maladies y compris l'œil de paon, le plomb de l'olivier et le chancre de l'olivier. En cas d'une infection très modéré, les branches épaisses sont coupées (Franquesa, **2020**).

Le traitement chimique est peu efficace et n'est utilisé que dans des cas bien précis (Franquesa, **2020**). Toutefois, l'usage excessif des produits chimiques entraîne des effets secondaires nocifs pour la plante et son environnement, pour cela, il est prouvé que la lutte biologique est la méthode la plus respectueuse de l'environnement. Selon l'étude de Harir (**2010**), il y a des souches d'actinomycètes ont une activité antagoniste importante contre le champignon *Verticillium dahliae*. Bien que la lutte par les fongicides n'est pas efficace contre *V. dahliae* à cause de son grande variabilité, physiologique et pathogénique (Foudia, 2011 ; Franquesa, **2020**). D'après Mansouri et Oukaci (**2019**), la bactérie *Bacillus* sp. présente une capacité à inhiber la croissance mycélienne de *Penicillium digitatum*, *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum* et *Aspergillus flavus*.

Les conditions climatiques défavorables et les incendies de forêt dévastateurs ont fait baisser les attentes en ce qui concerne la récolte des olives en Algérie. D'après les données du Conseil oléicole international le rendement de cette année sera inférieur de 70 % à celle de la saison dernière (De Andreis, **2022**). Selon Ladjouzi (**2022**), une chute généralisée des feuilles et une réduction des olives sur les arbres ont été observées en Kabylie. Etant donné que

l'Algérie est l'un des pays les plus producteurs d'olives, il existe de nombreuses études sur les maladies de l'olivier, en particulier dans l'est algérien, et étant donné que le sud de l'Algérie a connu une augmentation récente de la culture de l'olive, les études sur ce sujet restent limitées surtout dans les régions des zones arides algériennes en particulier la wilaya de Ghardaïa.

À la lumière de ça, notre étude sert à prospector les vergers de l'olivier dans la région de Ghardaïa, où trois sites contenant un nombre important d'oliviers qui présentaient certains symptômes de la maladie. Evaluer la diversité de la flore fongique associée à l'olivier après isolement, identification macro et micromorphologique. Identifier les genres fongiques associés aux dépérissements des oliviers.

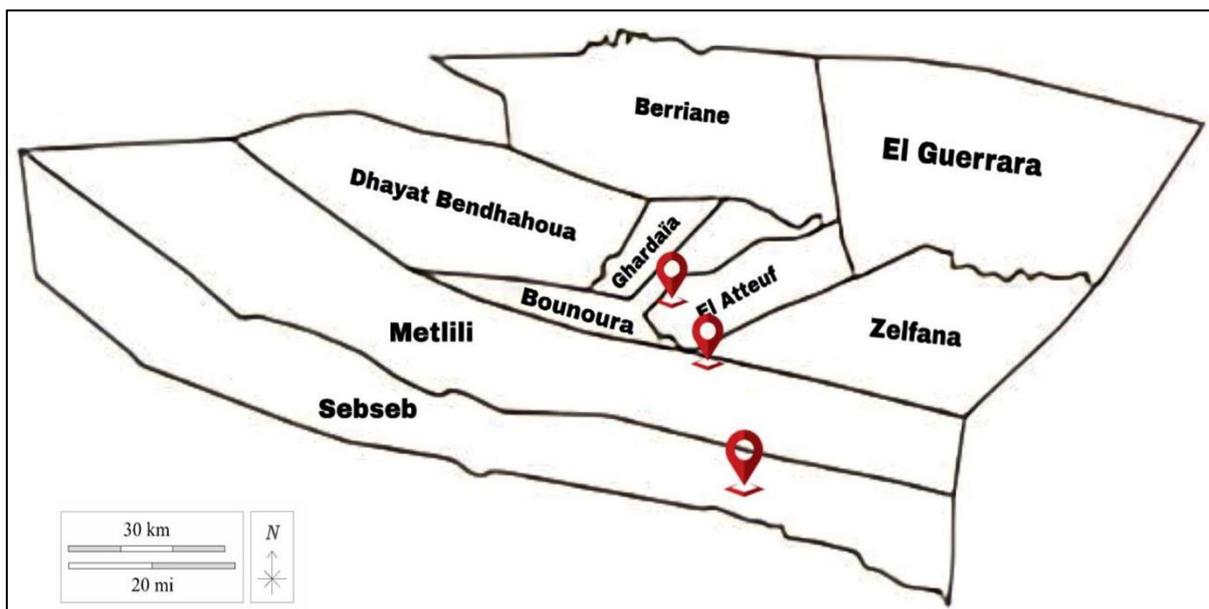
Notre manuscrit s'articule sur quatre volets, à savoir la méthodologie qui présente le protocole expérimental de notre recherche et qui comporte les étapes d'isolement, purification, identification du mycobiote associé à l'olivier cultivé dans la région de Ghardaïa à partir des rameaux symptomatiques. Cette partie est suivie de la présentation des résultats obtenus et leur discussion. Nous terminons par une conclusion et des perspectives.

# **METHODOLOGIE**

L'ensemble de notre travail a été réalisé au sein du laboratoire de mycologie du département de Biologie, Université de Ghardaïa et au laboratoire d'analyses médicales Essalam, Ghardaïa.

## 1. Sites d'étude

Notre travail s'est intéressé à trois différents vergers d'olivier localisés dans la région de Ghardaïa. Cela implique les communes de Sebseb et El-Atteuf et la région de Noumérate. La localisation géographique des trois vergers est représentée dans la figure 1.



**Fig. 1.** Carte de la Wilaya de Ghardaïa montrant la localisation géographique des différentes régions d'échantillonnage.

### 1.1. Région de Noumérate

La région de Noumérate est localisée au sud de la commune d'El-Atteuf, c'est l'une des régions montagneuses de la wilaya et est en cours de reconstruction. Le verger étudié est situé dans le nord de la région, il contient un nombre important d'oliviers (environ 3500 arbres) de la variété *Chemlal*.



**Fig. 2. Oliveraie étudié de la région de Noumérat (CdA, 2023).**

## **1.2. Région de Sebseb**

Sebseb se trouve à 60 km de la capitale de la wilaya de Ghardaïa et à 663 km au sud d'Alger. Le climat de cette région est de type saharien (Benbada, 2015). Le verger prospecté est situé à l'est de la commune, il contient différents types de culture mais la plupart d'entre eux sont les oliviers.



**Fig. 3. Verger de Sebseb (CdA, 2023).**

## **1.3. Région d'El-Atteuf**

La ville d'El-Atteuf fondée en l'an 1010 (Bensaha *et al.*, 2010). Elle est localisée à 6 km du chef-lieu de la wilaya et se caractérise par une abondance de palmiers.

Le verger choisi est localisé à l'ouest de la commune d'El-Atteuf et contient divers cultures avec une dominance de l'olivier.



**Fig. 4. Verger d'El-Atteuf (CdA, 2023).**

## **2. Caractéristiques climatiques**

La wilaya de Ghardaïa localisée au centre de la partie nord du Sahara à environ de 600 kilomètres du sud de la capitale algérienne. La localisation géomorphologique de Ghardaïa se trouve sur un plateau rocheux (Amieur *et al.*, 2022). Ghardaïa et ses régions sont gravement menacées par l'augmentation des températures en Mai. La hausse de cette température hors saison aura maintenant des conséquences inévitables sur la disponibilité de l'eau dans les régions où le stress hydrique est déjà élevé (Hadj Daoud, 2022).

Selon la station météorologique (DAUG), en 2022, la température moyenne annuelle à Ghardaïa était de 17,2 °C à 29,2 °C, l'humidité moyenne annuelle était 28,3% et la précipitation totale annuelle était 65 mm.

## **3. Caractéristiques pédologiques**

Au Sahara, la couverture du sol est très hétérogène et comprend les catégories suivantes: sols minéraux bruts, sols peu développés, sols hydro morphes et sols halomorphes. La région de Ghardaïa se caractérise par des sols peu développés, mous, profonds, sablo-limoneux et non salés, sa texture est relativement uniforme et permet un drainage naturel suffisant (Righi & Ziadi, 2020).

## 4. Matériel biologique

Des arbres d'olivier de différentes variétés et de différents âges ont été pris en considération, dont les variétés étudiées sont *Chemlal* et *Sigoise*. La variété et l'âge des arbres pour chacun des vergers sont présentés dans le tableau 1 suivant.

**Tableau 1.** Caractéristiques des arbres prélevés.

Verger	Variété	Âge
Noumérat	<i>Chemlal</i>	>10 ans
Sebseb	<i>Sigoise</i>	4 ans
El-Atteuf	<i>Chemlal</i>	>10 ans

## 5. Prélèvement des échantillons

Les échantillons ont été prélevés durant le mois de Mars 2023. Les symptômes externes recherchés sur les arbres d'olivier sont : la défoliation à partir des extrémités, la pâleur et les nécroses des feuilles, la présence de chancres, le dépérissement partiel et la mort total de l'arbre.

Pour chacun des vergers, cinq arbres ont été sélectionnés afin de faire l'objet d'un prélèvement, dont trois rameaux symptomatiques sont sélectionnés. La présence de lésions internes est vérifiée après avoir coupé des portions de rameaux de 1 à 3 cm de diamètre et de 30 à 40 cm de longueur. Les échantillons ont été étiquetés et maintenus dans des sacs en papier permettant leur transport au laboratoire. Le nombre total des échantillons prélevés à partir des trois vergers est de 45 rameaux.

## 6. Etude de la communauté fongique

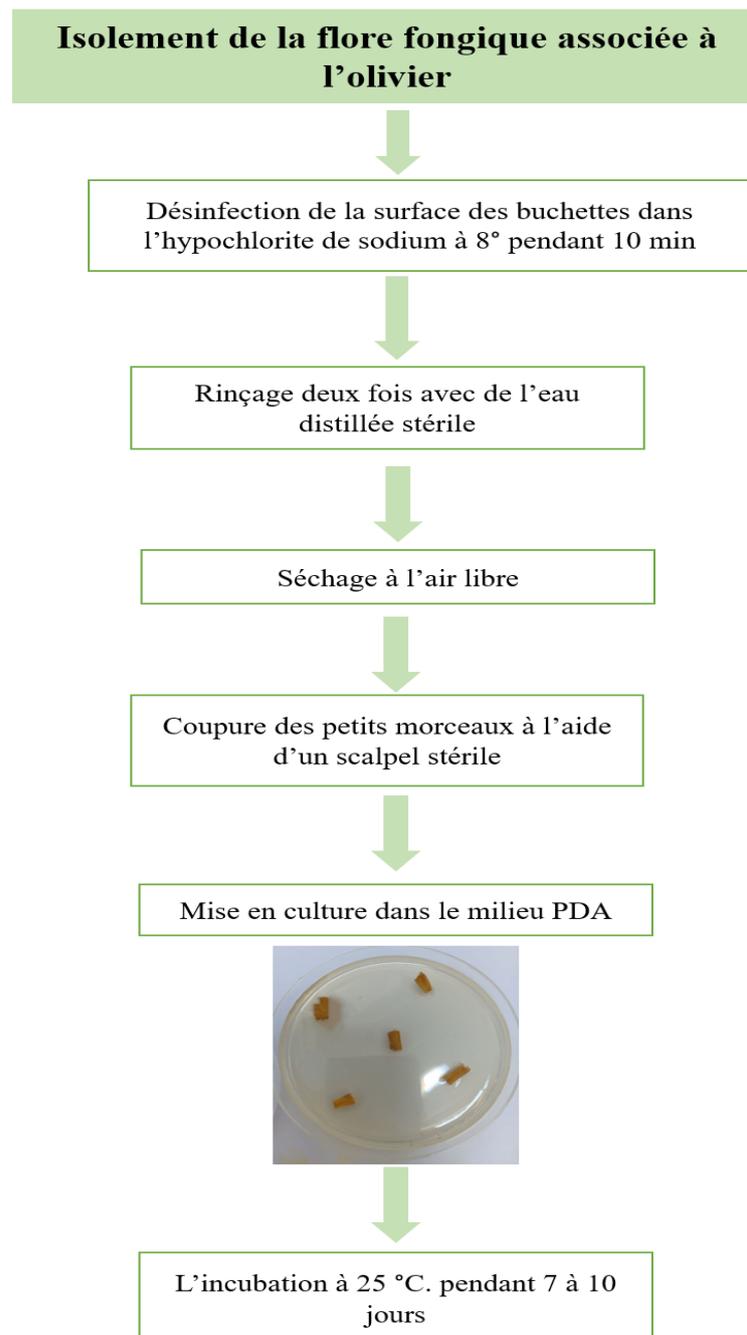
### 6.1. Préparation des échantillons et description des nécroses

Au laboratoire et à l'aide d'un sécateur, de petites buchettes sont découpées à la limite du bois sain d'une manière transversale et longitudinale à partir des différentes portions des rameaux. Le but est de rechercher les nécroses internes pour permettre l'isolement des agents fongiques. Les nécroses obtenues sont décrites selon la texture, la position et la couleur.

### 6.2. Isolement

L'isolement des champignons est effectué à partir des buchettes précédemment préparées selon le protocole de Berraf et Péros (2005). Les bûchettes sont immergées dans une solution

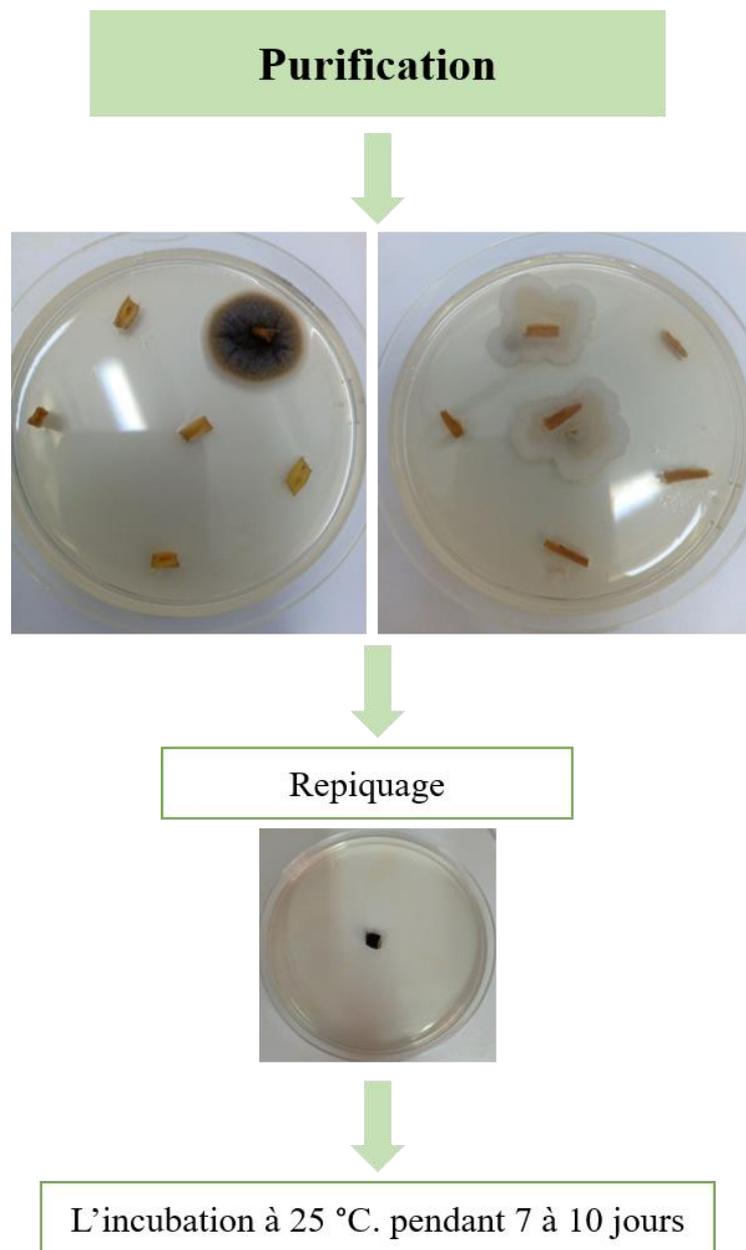
d'hypochlorite de sodium à 8° pendant 10 min, puis rincés deux fois avec de l'eau distillée stérile. Après séchage des buchettes à l'air libre, de petits morceaux ont été coupés à l'aide d'un scalpel stérile et ensuite disposées à la surface du milieu PDA (Potato Dextrose Agar) à raison de cinq fractions par boîte de Pétri. Enfin, toutes les boîtes sont étiquetées et fermées avec du Parafilm. L'incubation est effectuée dans l'obscurité à une température de 25 °C pendant 7 à 10 jours.



**Fig. 5. Protocole expérimental d'isolement de la flore fongique associée à l'olivier**

### 6.3. Purification

Après 7 à 10 jours d'incubation, certaines boîtes d'isolement incluent plusieurs colonies d'aspects, de couleurs et de textures différentes. Les colonies développées ont été repiquées par le prélèvement d'un disque mycélien et le transféré au centre d'une nouvelle boîte de Pétri contenant le milieu PDA (chaque colonie récupérée dans une boîte pour éviter l'invasion de mycélium des autres colonies), puis une incubation a été procédée à 25 °C (Guiraud, 2003 cité par Lomri & Mehtal, 2019). La purification est poursuite jusqu'à l'obtention de cultures pures.



**Fig. 6. Etapes de la purification**

## 6.4. Identification du mycoflore

### 6.4.1. Description morphologique

Elle repose sur l'observation à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire et un microscope optique qui permettent d'étudier certains caractères macro- et micromorphologique des isolats fongiques.

#### a. Observation macroscopique

Elle consiste à déterminer la couleur du mycélium et de son verso (brun, gris, noir, blanc vert, etc.), l'aspect (laineuse, duveteux, poudreux, glabre) et la vitesse de croissance (rapide, modérée ou lente).

**Tableau 2. Différents caractères cultureux des principaux groupes fongiques associés à l'olivier.**

Agent fongique	Caractéristique morphologique	Références
<i>Aspergillus</i>	-Croissance : rapide. -Périphérie : irrégulière. -Aspect : velouté à poudré. -Couleur : vert ou d'un gris, vert, avec une bordure blanche. -L'inverse : brun rougeâtre plus intense.	Mansouri & Oukaci, <b>2019</b> .
<i>Alternaria</i>	-Croissance : abondante sur le PDA. -Périphérie : régulière. -Couleur : hyaline qui devient grise ou brunâtre. -Aspect : cotonneux, avec un mycélium laineuse et peu granulaire.	Nagrале et al., <b>(2013)</b> ; Mansouri & Oukaci <b>(2019)</b>
<i>Gnomoniaceae</i>	-Couleur : blanche. -Aspect : laineux avec des halos concentriques.	Schuldt <b>(1955)</b> ; Westerdijk & van Lwijk <b>(1920)</b>
<i>Verticillium</i>	- Croissance : rapide avec des colonies plates qui se surélevé au centre. - Aspect : cotonneux - Couleur : blanche à crème	Takilalte et al., <b>(2022)</b>
<i>Cladosporium</i>	- Croissance : lente et modérées. -Aspect : des colonies ont une texture veloutée parfois poudreuse. - Couleur : vert olive à brune noire très foncé.	Takilalte et al., <b>(2022)</b>
<i>Sepedonium</i>	-Couleur : blanche ou crème. -Aspect : cireuse. -Reverse : Blanc ou pâle.	Yuri <b>(2015)</b>
<i>Cylindrocladium</i>	-Couleur : blanche en prenant une coloration brun-rouille. -Aspect : aérien.	Risède <b>(1994)</b>

<i>Colletotrichum</i>	-Croissance : peu abondante -Couleur : blanche à grise pâle. -Aspect : aérien et cotonneux -Reverse : gris foncé.	Kumar <i>et al.</i> , (2010)
-----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

### b. Stimulation de sporulation

La sporulation est stimulée par la mise en culture des isolats dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau gélosée (Water Agar) et des brindilles de n'importe quel arbre doublement autoclavées (Fig. 7). Dans ce milieu nutritif pauvre, les champignons forment des fructifications sur les brindilles de citronnier. Cette technique a été employée avec succès par Phillips *et al.* (2013), Abdollahzadeh *et al.* (2009, 2010) et Berraf-Tebbal (2013) afin de stimuler la sporulation des espèces fongiques. L'incubation était à la température ambiante proche à rayons solaire, pendant 15 à 20 jours.



**Fig. 7. Application de la méthode de stimulation de sporulation (CdA, 2023).**

### c. Observation microscopique

Après 25 jours d'incubation, les pycnides se sont formées. Avec un scalpel stérile ces pycnides sont découpées et déposées sur une lame contenant une goutte de l'acide lactique absolu, puis couvert avec une lamelle.

L'observation microscopique est procédée avec le microscope optique avec les objectifs  $\times 40$  et  $\times 100$ . Elle est axée sur la taille et la forme des conidiophores, les cellules conidiogènes et les conidies.

#### **d. Vitesse de croissance**

Le taux de croissance mycélienne à 25 °C est mesuré en même temps que l'analyse morphologique et taxonomique (Mahamedi, 2022). L'évaluation de croissance a été effectuée sur boîte de Pétri (90 mm) contenant le milieu PDA par la mesure de deux diamètres perpendiculaires après 48 et 72 heures d'incubation (Phillips *et al.*, 2008).

#### **6.4.2. Abondance des genres**

Pour voir l'abondance de chaque type, l'abondance relative a été calculé à partir le nombre total des isolats par rapport au nombre d'individus par genre.

$$\text{Ar (\%)} = \frac{\text{Nombre d'individus par genre}}{\text{Nombre total des isolats}} \times 100$$

#### **6.4.3. Test de pathogénicité**

La pathogénicité de souches obtenues est testée sur des rameaux asymptomatiques d'olivier. Les rameaux sont désinfectés avec de l'éthanol puis à l'aide d'un scalpel stérile des petites incisions ont été ouverts entre deux nœuds et un petit disque mycélien a été inoculé. Afin de maintenir des conditions d'humidité adéquates, du coton humide stérile et du Parafilm ont été enroulés autour du point d'inoculation. Pour chaque isolat testé, cinq répétitions sont utilisées et autres cinq rameaux sont utilisées comme témoin. Ces derniers ont été inoculés avec des disques stériles de PDA. Tous les rameaux inoculés sont bien arrosés avec de l'eau distillée stérile et incubés à température ambiante, sous photopériode journalière (Fig. 8).

Vingt jours plus tard, les rameaux inoculés et les témoins sont écorcés pour mesurer la longueur des lésions formés par la colonisation du bois sains par les champignons, autour du point d'inoculation. À la fin, Le postulat de Koch est vérifié par un ré-isolement à partir des rameaux inoculés suivi par une identification basée sur les caractéristiques morphologiques.



**Fig. 8. Test de pathogénicité (CdA, 2023).**

#### **6.4.4. Analyses statistiques**

Les données des essais de pathogénicité ont été soumises à une vérification de normalité, ensuite une analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur a été menée. La signification des différences entre les valeurs moyennes enregistrées pour les différents isolats appartenant aux différentes espèces a été déterminée par le test *post-hoc* (ou test de comparaisons multiples) de Tukey HSD avec  $\alpha = 0,05$ . Le logiciel XLSTAT a été utilisé pour réaliser les tests ANOVA et HSD.

# **RESULTATS**

## 1. Symptomatologie

### 1.1. Symptômes externes

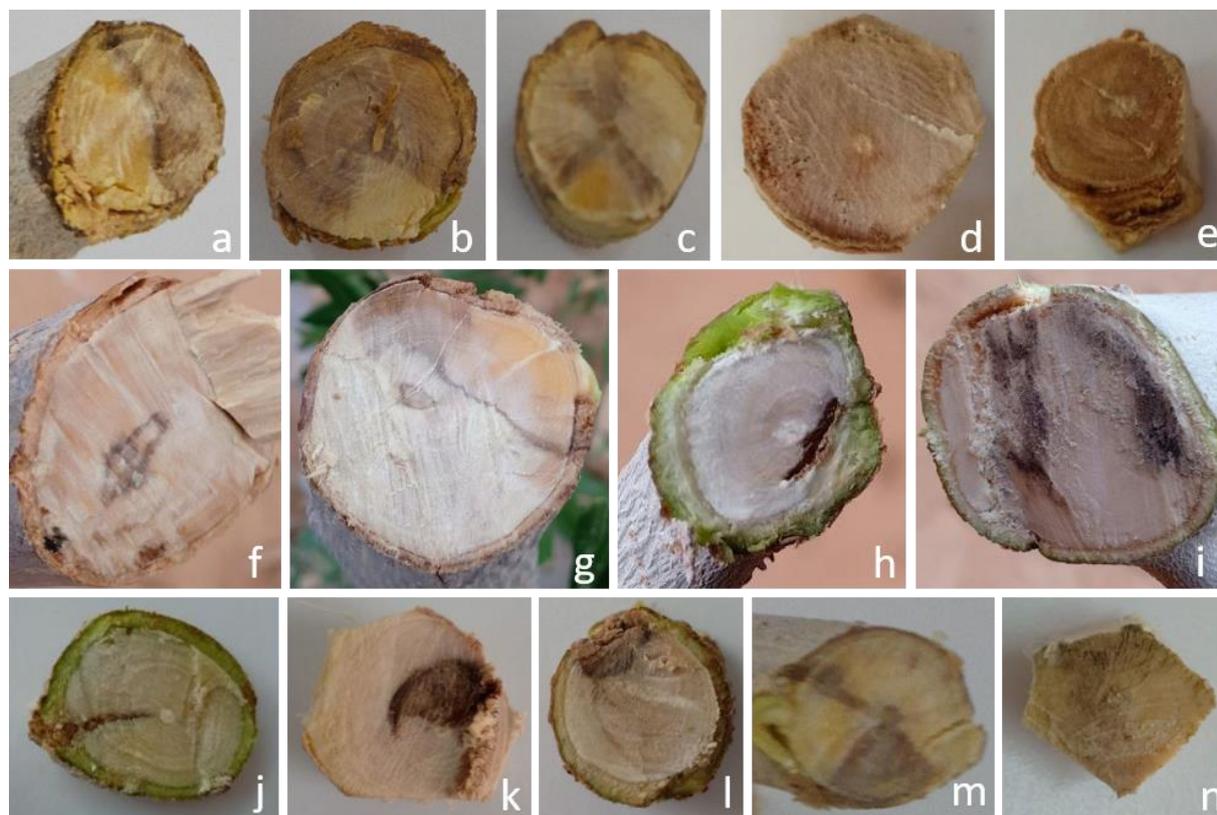
Comme un signe de maladie de l'olivier, divers symptômes, qui varient selon l'intensité de la maladie, peuvent se manifester. Cela concerne, la pâleur des feuilles (fig. 9. b,h), la défoliation des branches à partir des extrémités (fig. 9. g), la nécrose (fig. 9.d,e) et la mosaïque des feuilles (fig. .f), le chancre (fig. 9. i,j) et le dépérissement partielle (fig. 9. a,c). Les symptômes observés dans les trois vergers prospectés sont présentés dans la figure 9.



**Fig. 9. Symptômes observés sur les arbres d'olivier. a, c :** dépérissement partielle ; **b, h :** pâleur des feuilles ; **d, e :** nécrose des feuilles ; **f :** mosaïque ; **g :** défoliations des branches à partir les extrémités ; **i, j :** chancre.

### 1.1. Description des nécroses internes

Les buchettes obtenues à partir des coupes transversales des rameaux provenant des 15 arbres symptomatiques ont présenté différents types de nécroses internes qui se différencient par la position et la texture. Les nécroses trouvées sont : la nécrose centrale dure (fig. 10. e,f), la nécrose sectorielle dure et les points noirs (fig. 10).



**Fig. 10. Différents types de nécroses observées dans les rameaux d'olivier. a, b, c, d, g, h, i, j, k, l, m, n : nécrose sectorielle ; e, f : nécrose centrale ; g, m, n : point noir.**

### 1.2. Nombre et fréquence des nécroses internes

Le nombre total des nécroses internes découvertes était 135 sous des différentes formes (centrale, sectorielle et points noirs). Parmi ces trois types, la nécrose sectorielle est le type le plus dominant avec une fréquence de 74,07%. Cependant, les points noirs (16,3%) et la nécrose centrale (9,63%) ont enregistré des taux moins importants (Tableau 2).

**Tableau 3.** Nombre et fréquence des nécroses internes

Types de nécroses	NC	NS	PN	Total
Nombres de nécroses	13	100	22	135
Fréquence (%)	9,63	74,07	16,30	100

## 2. Isolement et identification des champignons

Après la mise en culture des échantillons pendant 7 à 10 à jours sur le milieu PDA, un ensemble de 47 boîtes de Pétri sont été collectées. Parmi lesquelles, 29 boîtes ont montré des colonies fongiques typiques. Après avoir procédé aux purifications des différents isolats, une collection formée de 58 isolats a été obtenue (Tableau 3).

**Tableau 4.** Résultats d'isolement des échantillons de l'olivier.

Nombre total des boîtes de Pétri	Boîtes avec colonies	Boîtes vides	Nombre d'isolats obtenus
47	29	18	58

### 1.3. Identification macro- et micromorphologique

Sur la base des caractères cultureux et micromorphologiques des colonies fongiques, huit différents groupes ont été obtenus.

**Tableau 5.** Nombre des isolats obtenus.

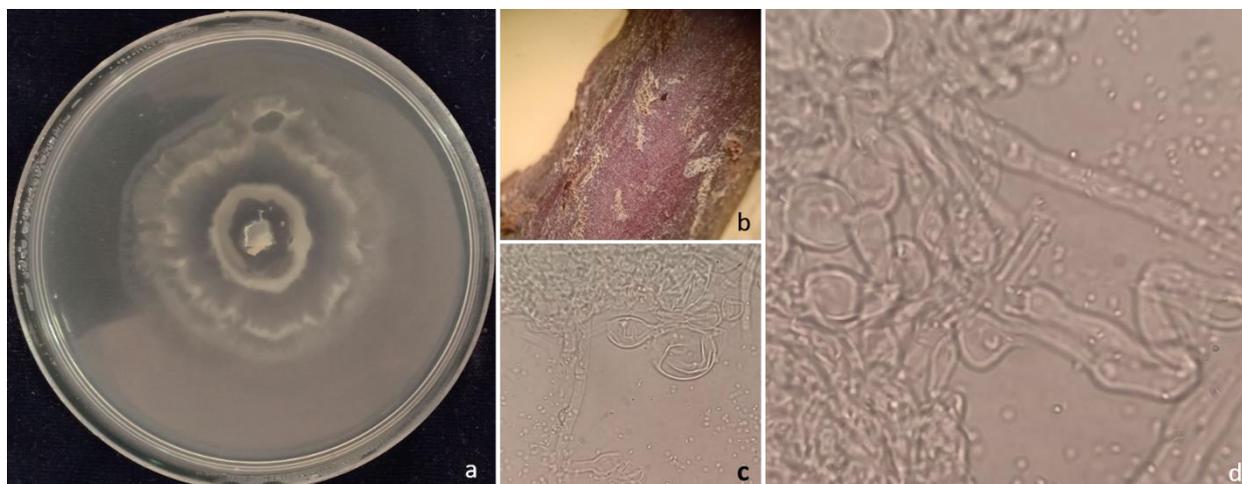
Champignons	<i>Gnomoniaceae-like</i>	<i>Colletotrichum</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Sepedonium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Cylindrocladium-like</i>
Nombre d'isolats	41	6	3	3	2	1	1	1

Deux isolats appartenant à chacun des groupes discriminés ont fait l'objet d'une caractérisation micromorphologique. Cette dernière se base sur la description du mycélium, des cellules conidiogènes et des conidies. La vitesse de croissance a été également mesurée.

#### 2.2.1. La famille *Gnomoniaceae-like*

Sur le milieu PDA, les colonies de la famille *Gnomoniaceae-like* montrent un aspect non aérien abondant avec une surface lisse, plane de couleur blanche. La taille de la colonie fongique peut atteindre 13 mm de diamètre dans quatre jours d'incubation à 25 °C (fig. a).

Sur les brindilles du citronnier, il était difficile d'obtenir des stromas, car ce type de champignon ne produit pas de conidies (fig. b). Cependant, le mycélium visualisé est de forme cloisonné et non pigmenté (fig. c, d).

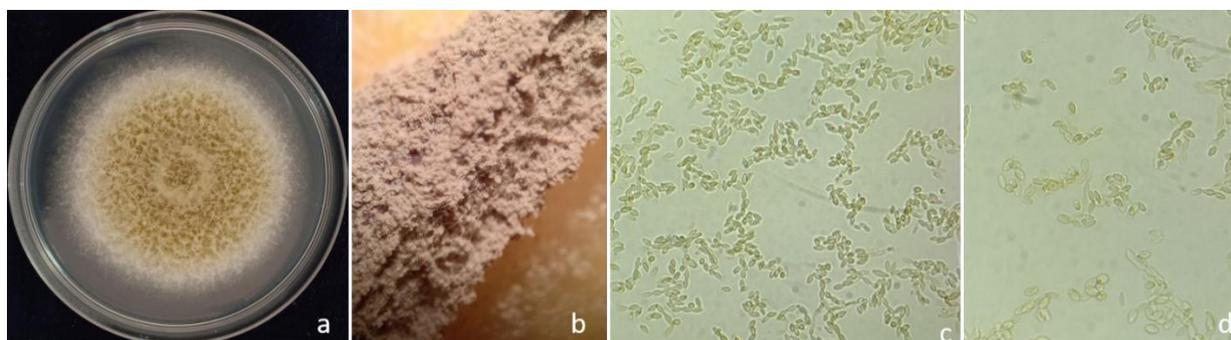


**Fig. 11. *Gnomoniaceae*-like.** **a:** aspect macroscopique du *Gnomoniaceae*-like ; **b:** brindilles du citronnier ; **c,d:** hyphe non cloisonné (X 100).

### 2.2.2. Le genre *Colletotrichum*

Selon les caractéristiques macromorphologiques du genre *Colletotrichum*, il présente un aspect aérien, laineuse, abondant avec une couleur blanche qui deviennent vertes et une croissance de 22 mm de diamètre dans pendant quatre jours d'incubation à 25 °C sur le milieu PDA (fig. 12.a).

Des pycnides brunes sont formés sur les brindilles de citronnier dans une période de 3 semaines (fig. 12.b). Les conidiophores et les cellules conidiogènes sont absents. Les conidies remarquées sont fusiformes à ovales, vertes et petites (fig. 12.c.d).

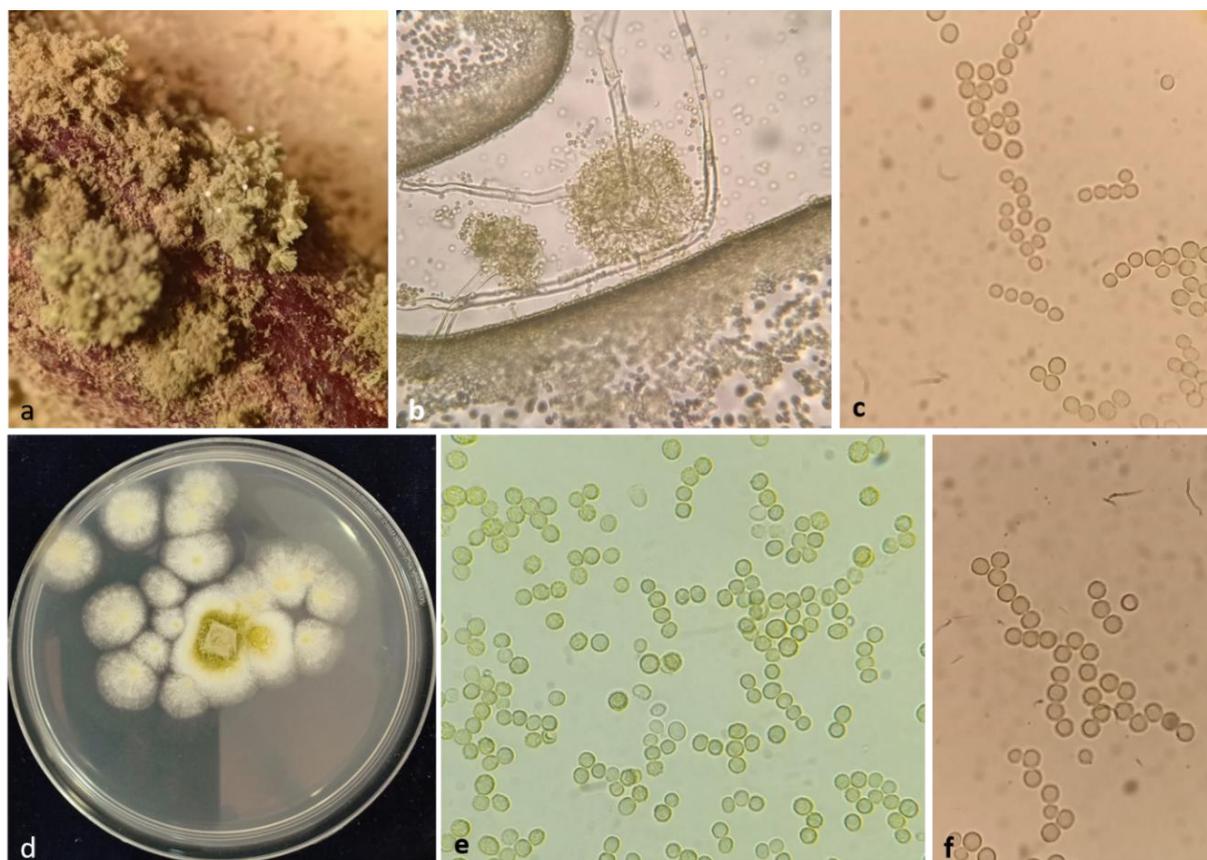


**Fig. 12. *Colletotrichum* sp.** **a :** macromorphologie de *Colletotrichum* sp. ; **b :** stromas développés sur les brindilles de citronnier ; **c,d :** petites conidies vertes (X 100).

### 2.2.3. Le genre *Aspergillus*

Les colonies du genre *Aspergillus* présentent un aspect aérien, poudreux avec une couleur blanche puis verte. La colonie atteint 20 mm de diamètre dans quatre jours d'incubation à 25 °C sur PDA (fig. 13.d).

Des stromas verts sont apparus recouverts de mycélium sur les brindilles de citronnier dans 3 semaines (fig. 13.a). Les conidiophores sont présents et les cellules conidiogènes se présentent sous forme hyalins, verruqueux et renflés en vésicule (fig. 13.b). Cependant, les conidies visualisées sont de forme sphérique et de couleur verte (fig. 13.c.e.f).

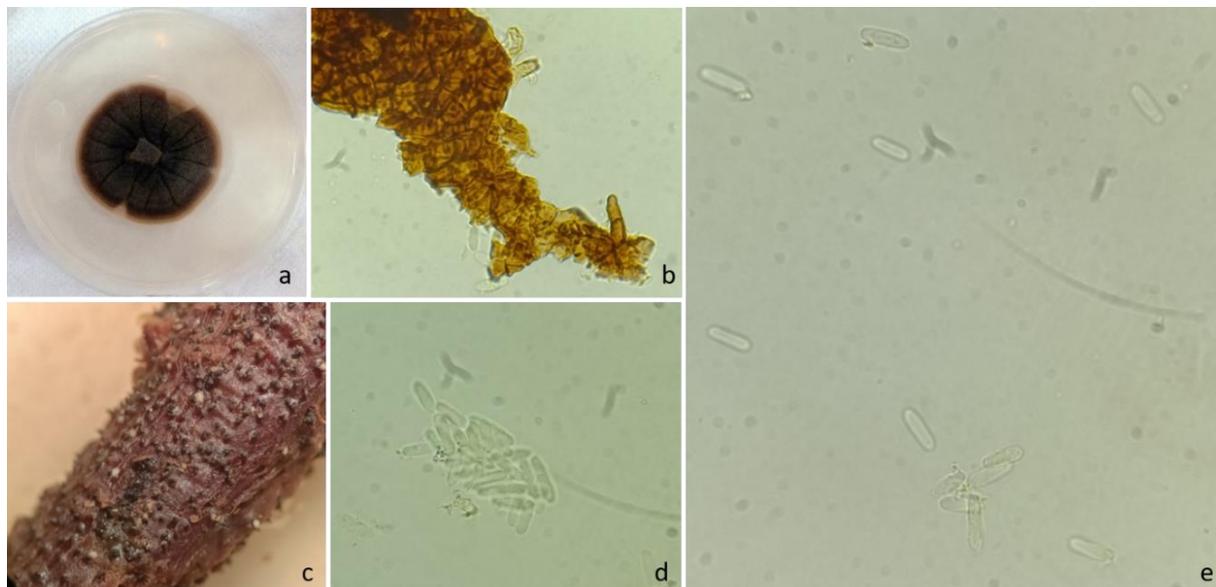


**Fig. 13.** *Aspergillus* sp. **a** : stromas formés sur l'écorce des brindilles de citronnier ; **b** : conidiophore et cellules conidiogènes (X 40) ; **c, e, f** : conidies ronds verts (X 100) ; **d** : aspect macromorphologique.

### 2.2.4. Le genre *Cladosporium*

Les colonies du genre *Cladosporium* a une croissance lente qui atteint 13 mm à quatre jours d'incubation à 25 °C, son mycélium a une texture aérien, laineuses avec et brune foncé sur le milieu PDA (fig. 14.a).

Ils représentent des stromas solitaires sphériques et superficiels ont la couleur noire sur les brindilles de citronnier (fig. 14.c). Les conidies de ce genre sont hyalines, ovoïdes et non pigmentées (fig. 14.d.e).



**Fig. 14. *Cladosporium* sp.** a : aspect macroscopique de *Cladosporium* sp. ; b: pycnide sectionnée ; c: stromas noires sur l'écorce des brindilles de citronnier ; d,e : conidies non colorées (X 100).

### 2.2.5. Le genre *Alternaria*

La macroscopie du genre *Alternaria* a montré un mycélium aérien cotonneux avec une colonie verdâtre. Sa croissance atteint 20 mm de diamètre pendant une période d'incubation de quatre jours à 25 °C sur le milieu PDA (fig. 15.a).

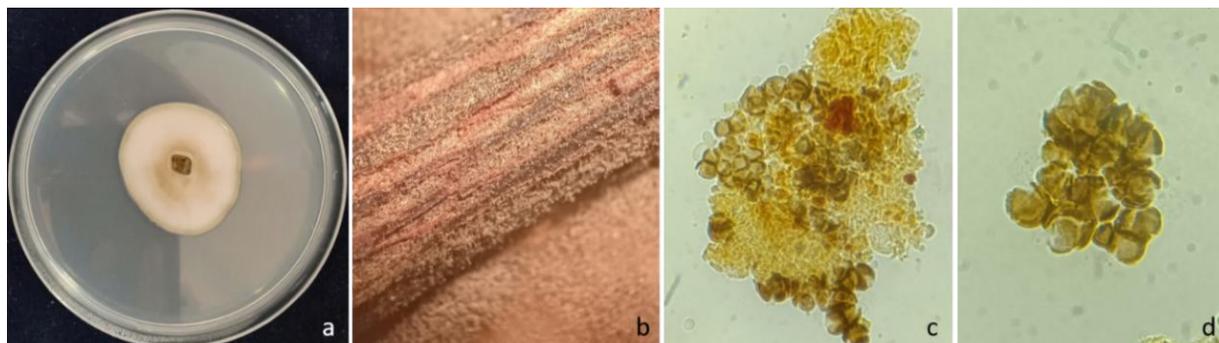
Sur l'écorce des brindilles de citronnier, des pycnides noires et superficielles sont développées (fig. 15.b.c). Les conidiophores et les cellules conidiogènes n'ont pas été observées. Les conidies de ce genre sont ovoïdes, brunes et septées (fig. 15.d).



**Fig. 15. *Alternaria* sp.** a : micromorphologie d'*Alternaria* sp. ; b,c : stromas formés sur les brindilles de citronnier ; d : conidies septées (X 100).

### 2.2.6. Le genre *Sepedonium*

Ce genre présente un mycélium aérien, lisse, peu abondant et plan de couleur rosâtre. Sa croissance est lente (15 mm/4 jours) (fig. 16.a). Les pycnides formées sur les brindilles de citronnier sont semblables à de la poudre avec une couleur brune (fig. 16.b). Les conidies sont de forme sphérique et de couleur brune (fig. 16.d).

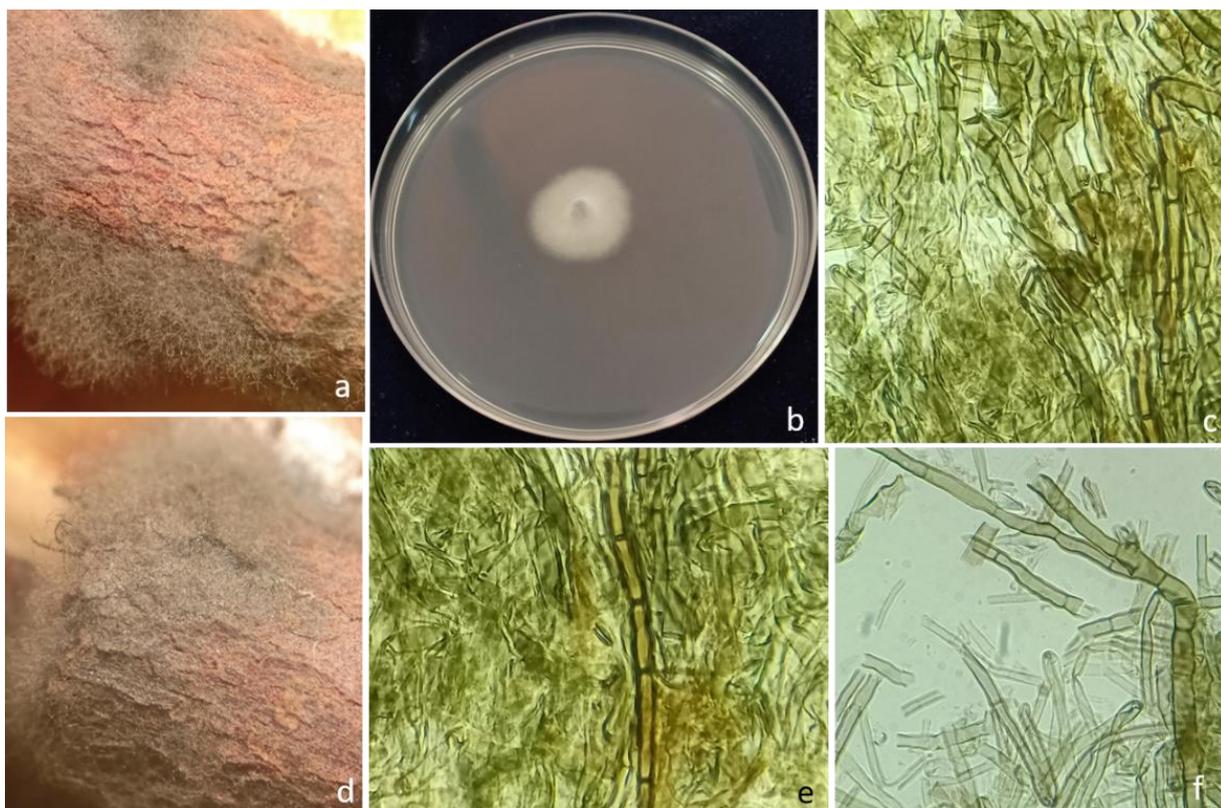


**Fig. 16.** *Sepedonium* sp. **a** : colonie de *Sepedonium* sp. ; **b** : stromas développés sur les brindilles de citronnier ; **c,d** : conidies (X 100).

### 2.2.7. Le genre *Verticillium*

Le genre *Verticillium* a un mycélium aérien avec une texture laineuse de couleur blanche. La taille de sa colonie peut atteindre 10 mm de diamètre dans quatre jours d'incubation à 25 °C (fig. 17.b).

Les pycnides développées sur l'écorce des brindilles de citronnier sont vertes foncées et immergées (fig. 17.a.d). Les conidies sont absentes, cependant, les mycéliums visualisés sont de forme cloisonnés et de couleur verte (fig. 17.c.e.f).

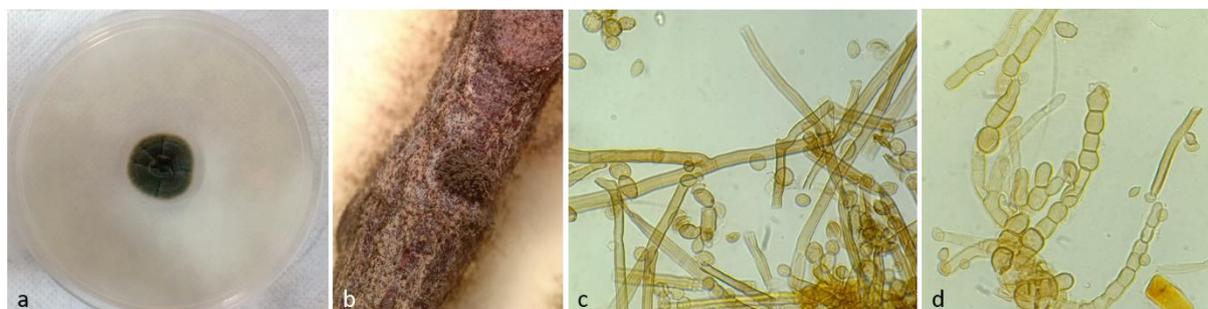


**Fig. 17.** *Verticillium* sp. **a,d** : stromas formés sur les brindilles de citronnier ; **b** : colonie de *Verticillium* sp. ; **c,e,d** : mycélium septé (X 100).

### 2.2.8. Le genre *Cylindrocladium*-like

Ce genre présente une colonie verte foncée de texture semblable au coton, elle est peu surélevée et peu abondante avec une croissance de 10 mm dans quatre jours d'incubation sur PDA à 25 °C (fig. 18.a).

Les stromas trouvés sur les brindilles de citronnier sont immergés de couleur brune (fig. 18.b). Le mycélium est septé de couleur brune. Les conidies observées sont sphériques, hyalines, en chaîne et de couleur brune (fig. 18.c.d).



**Fig. 18.** *Cylindrocladium*-like. **a** : aspect de la colonie de *Cylindrocladium*-like ; **b** : stromas développés sur l'écorce des brindilles de citronnier ; **c** : thalle septé ; **d** : cellules conidiogènes et conidies en chaînes (X 100).

### 3. Abondance des genres

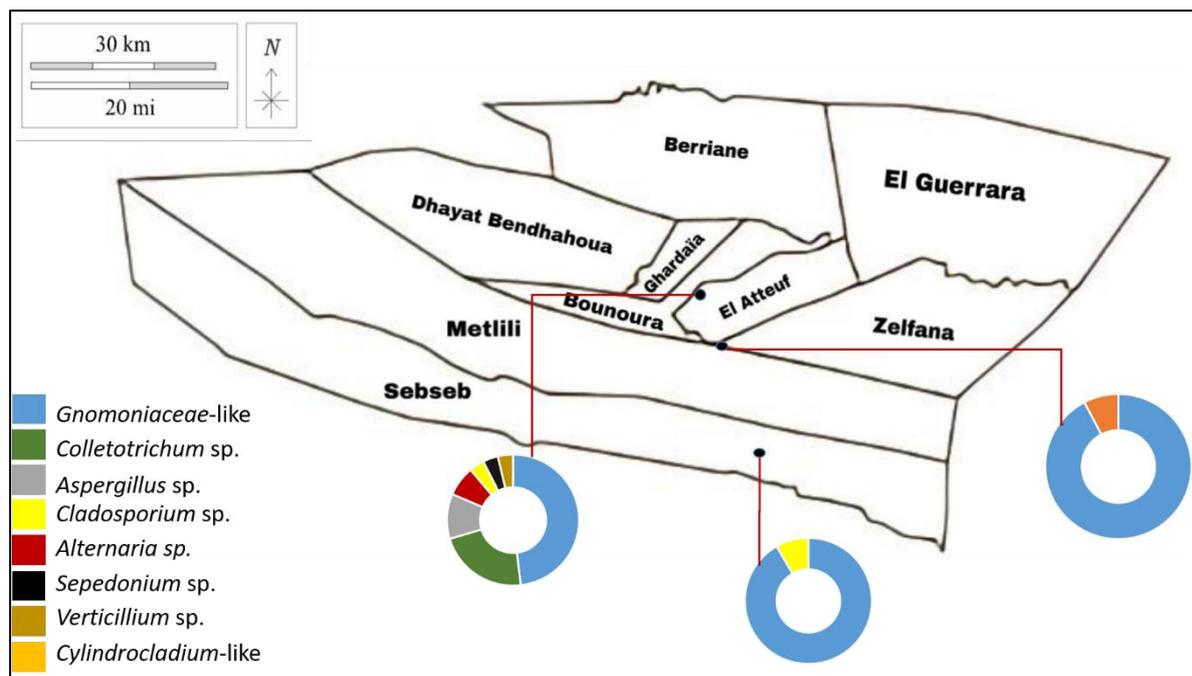
Les résultats obtenus ont montré que les isolats appartenant à la famille *Gnomoniaceae*-like sont les plus réponsés avec une abondance relative de 70,69%, suivi par le genre *Colletotrichum* (10,34%). En revanche, les genres les moins répandus sont *Sepedonium*, *Verticillium* et *Cylindrocladium*-like avec un pourcentage de 1,72% (tableau 5).

**Tableau 6.** Abondance relative des genres.

Champignons	<i>Gnomoniaceae</i> -like	<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Sepedonium</i> sp.	<i>Verticillium</i> sp.	<i>Cylindrocladium</i> -like
Nombre d'isolats	41	6	3	3	2	1	1	1
Abondance relative (%)	70,69	10,34	5,17	5,17	3,45	1,72	1,72	1,72

### 4. Relation genre-région

Les isolats appartenant à la famille *Gnomoniaceae*-like paraissent comme les champignons les plus fréquents dans les oliveraies prospectées, en particulier dans le verger de Sebseb. L'ensemble des genres *Colletotrichum*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Sepedonium*, et *Verticillium* sont trouvés seulement dans la verger d'El-Atteuf, alors que le champignon du genre *Cladosporium* est retrouvé dans les deux autres vergers. Le genre de *Cylindrocladium*-like est obtenu seulement à l'oliveraie de Noumérate. La distribution géographique des différents genres parmi les trois emplacements est représentée dans la fig. 19.



**Fig. 19.** Carte de la wilaya de Ghardaïa montrant la distribution des huit genres isolés à partir des trois régions de la wilaya. Chaque couleur indique un genre.

### 5. Relation genre-nécrose

Afin de chercher l'existence d'une relation entre le type de nécrose et les champignons, il a été déterminé que la famille *Gnomoniaceae* et le genre *Aspergillus* peut causer tous les types de nécrose au niveau de l'olivier. Alors que, les genres *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Cladosporium*, *Verticillium* et *Cylindrocladium-like* montrent une nécrose d'une position sectorielle. Cependant les genres qui montrent des points noirs sont *Cladosporium*, *Cylindrocladium-like* et *Sepedonium*. Les résultats sont récapitulés dans le tableau 6.

**Tableau 7.** Relation genre-nécrose

	Nécrose centrale	Nécrose sectorielle	Points noirs
<i>Gnomoniaceae-like</i>	4	31	6
<i>Aspergillus</i>	1	1	1
<i>Alternaria</i>	/	2	/
<i>Colletotrichum</i>	/	6	/
<i>Cladosporium</i>	/	1	2
<i>Verticillium</i>	/	1	/
<i>Cylindrocladium-like</i>	/	/	1
<i>Sepedonium</i>	/	/	1

## 6. Tests de pathogénicité

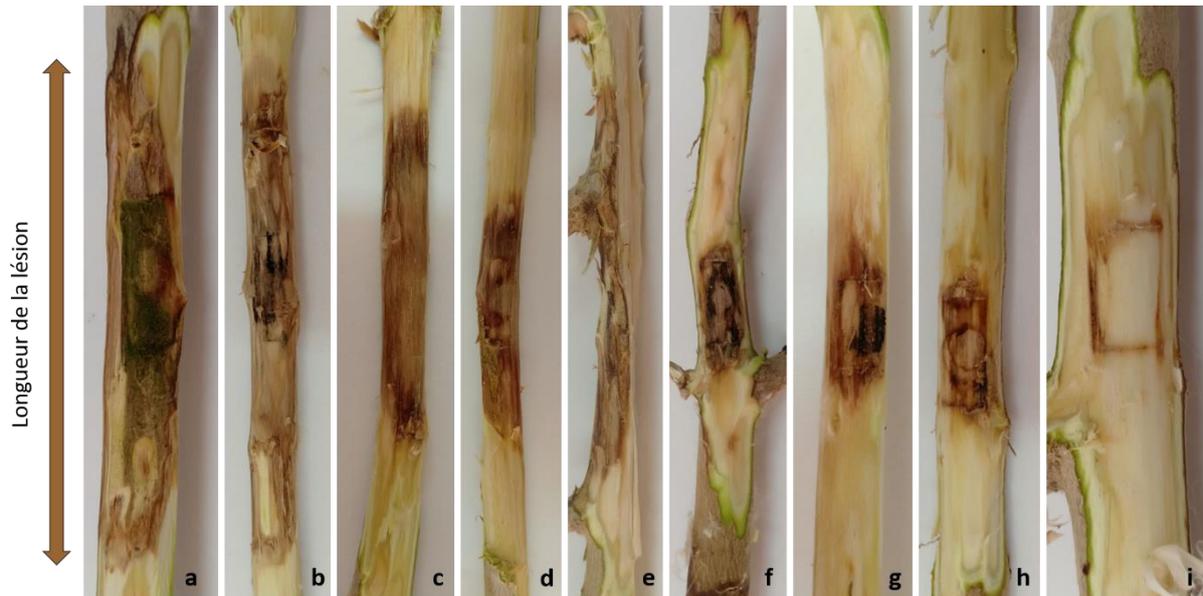
Les essais de pathogénicité sur des rameaux détachés de l'olivier ont montré l'aptitude des isolats testés à produire des décolorations au niveau du bois. Ces lésions sont de couleur brune à noire, s'orientant vers le haut et le bas, à partir du point d'inoculation. Les isolats présentent une agressivité variable, exprimée par la longueur des lésions qu'ils causent sur les plantes hôtes (Fig. 20 ; tableau 7). Les isolats appartenant au genre *Aspergillus* sp. ( $9,18 \pm 4,53$  cm) sont les plus agressifs sur les rameaux, suivis de *Cladosporium* sp. et du *Sepedonium* sp. avec des longueurs de lésion de  $9,14 \pm 2,24$  cm et  $6,62 \pm 0,66$  cm, respectivement. Cependant, *Alternaria* sp., *Gnomoniaceae*-like et *Cylindrocladium*-like sont considérées comme modérément agressives. Les genres qui montrent la plus faible pathogénicité sont *Colletotrichum* sp. et *Verticillium* sp. En outre, le contrôle négatif n'a montré aucune lésion significative sur les rameaux inoculés.

Le test statistique par ANOVA a détecté des différences significatives ( $F = 12,813$  ;  $P < 0,0001$ ) dans la longueur des lésions parmi les isolats testés. Le tableau 7 montre les résultats du test de pathogénicité des différents isolats sur les rameaux détachés de l'olivier. La figure 20 présente différentes lésions générées par les isolats testés après 25 jours.

**Tableau 8.** Moyennes de longueur des lésions induites par les différents isolats fongiques obtenus

Isolats	Moyenne de longueur de lésion (cm) $\pm$ SD
<i>Alternaria</i> sp. A 3.2 C	$1,58 \pm 0,08$
<i>Alternaria</i> sp. A 3.2 B	$4,44 \pm 1,24$
<i>Cladosporium</i> sp. A 3.2 D	$1,05 \pm 1,39$
<i>Cladosporium</i> sp. S 3.3 A	$9,14 \pm 2,24$
<i>Gnomoniaceae</i> -like S 1.1 A	$2,42 \pm 0,32$
<i>Gnomoniaceae</i> -like A 1.2 B	$3,72 \pm 3,00$
<i>Cylindrocladium</i> sp. N 4.1 A	$2,40 \pm 0,77$
<i>Aspergillus</i> sp. A 2.2 B	$3,76 \pm 1,29$
<i>Aspergillus</i> sp. A 5.3 B	$9,18 \pm 4,53$
<i>Verticillium</i> sp. A 5.1 C	$1,08 \pm 0,40$
<i>Colletotrichum</i> sp. A 3.2 A	$2,34 \pm 0,60$
<i>Colletotrichum</i> sp. A 5.1 F	$1,08 \pm 0,72$
<i>Sepedonium</i> sp. A 4.2 A	$6,62 \pm 0,66$

SD : écart-type



**Fig. 20.** Lésions nécrotiques provoquées par les huit genres obtenus. **a:** *Aspergillus* sp. ; **b:** *Cladosporium* sp. ; **c:** *Sepedonium* sp. **d:** *Alternaria* sp. ; **e:** *Gnomoniaceae*-like ; **f:** *Cylindrocladium*-like ; **g:** *Colletotrichum* sp. ; **h:** *Verticillium* sp. ; **i:** témoin.

# **DISCUSSION**

## Discussion

Une prospection de trois vergers d'oliviers situés dans la région de Ghardaïa a été menée afin d'identifier des agents fongiques phytopathogènes associés à l'olivier. Dans les oliveraies prospectées, différents symptômes indiquant des affaiblissements et des perturbations des arbres ont observés. Ces symptômes se manifestent sous forme de défoliation à partir des extrémités, la pâleur et les nécroses des feuilles, la présence de chancres, le dépérissement partiel et la mort total de l'arbre. Ces symptômes ont été également trouvés lors de l'étude de Boutkhal (2017) sur les maladies de l'olivier en Algérie, Canale *et al.* (2019) en Brésil, Carlucci *et al.* (2015), en Italie, Lawrence *et al.* (2021) et Úrbez-Torres *et al.* (2013) en Californie.

En outre, des symptômes internes apparaissent sur le bois sous forme de lésions à différentes positions notamment, la nécrose centrale, la nécrose sectorielle et les points noirs. Sur les 45 rameaux prélevés, les types de nécroses précédents ont été trouvés avec la dominance de nécrose sectorielle (74,07 %) suivi par les points noirs (16,30 %). D'après Spies *et al.* (2020), Daniel *et al.* (2021) et Agustí-Brisach *et al.* (2021), les mêmes types de nécroses ont été découverts dans le bois des oliviers. D'après Úrbez-Torres *et al.* (2013), la nécrose sectorielle été la plus fréquentes sur les coupes transversales des branches de l'olivier, et selon plusieurs études ce type de nécrose est le plus répandus dans les maladies du bois de l'olivier.

Les isollements à partir des diverses nécroses des branches et des rameaux, ont permis de collecter 58 isolats fongiques appartiennent à huit genres fongiques identifiés à la base d'une caractérisation macro- et micromorphologique.

Parmi les huit genres trouvés, *Colletotrichum* a été présent avec un taux de 10,34% et un pouvoir pathogène faible. L'espèce *Colletotrichum lupini* provoquant l'Anthracose sur l'olivier a été signalée dans le premier rapport au Maroc par Msairi *et al.* (2020), alors qu'en Tunisie, le genre a été représenté par la présence de l'espèce *Colletotrichum gloeosporioides* (Rhouma *et al.*, 2010). D'après Moral *et al.* (2021), ce genre conduit à une baisse considérable du rendement de fruit et de la qualité de l'huile dans le monde. Nous notons que la présence du genre *Colletotrichum* en Algérie est rapportée ici pour la première fois.

Les deux genres *Aspergillus* et *Cladosporium* sont signalés dans cette étude comme des agents très pathogènes envers l'olivier et ils représentent un pourcentage de 5,17%. Les

études de Mansouri et Oukaci (2019) et Takilalte et Itatahine (2022) ont considéré le genre *Aspergillus* parmi les phytopathogènes les plus dominants, alors que pour le genre *Cladosporium*, des résultats similaires ont été rapportés par Takilalte et Itatahine (2022) en Algérie avec une abondance de 4,23 %. Ainsi, Boughalleb *et al.* (2011) en Tunisie et Chliyeh *et al.* (2014) au Maroc ont rapporté des résultats pareils. Certains espèces d'*Aspergillus* sont capable d'élaborer l'aflatoxine B1 et l'ochratoxine A sur les olives (Tantaoui-Elaraki *et al.*, 1983). Le genre *Cladosporium* est l'un des genres les plus trouvés dans la communauté fongique des olives (Preto *et al.*, 2017), il peut causer des pourritures brunes sur les fruits de l'olivier (Chliyeh *et al.*, 2014).

Le genre *Alternaria* a été trouvé dans les vergers prospectés avec une fréquence de 3.45% du total. Deux espèces d'*Alternaria* (*Alternaria solani*, *Alternaria tenuis*) ont été signalées en association avec l'olivier de Tunisie par Chliyeh *et al.* (2014). Ainsi, dans l'étude de Mansouri et Oukaci (2019), le genre *Alternaria* a été présent avec un pourcentage de 25 % de leur collection de flore fongique obtenue. Ce genre a été considéré comme champignon dominant (66,8%) dans d'étude conduit par Takilalte et Itatahine (2022) en Algérie. *Alternaria* est parmi les genres les plus fréquents qui attaquent l'olivier et surtout au niveau des fruits. D'un autre côté, nous avons constaté, à travers les tests de pathogénicité, qu'*Alternaria* sp. est un agent modérément pathogène. Dans l'étude de Mourida (2014), le complexe *Cladosporium*, *Alternaria* avec d'autres champignons ont provoqué une fumagine sur l'olivier. Sanai et Razavi, (2012) considèrent ces champignons parmi les agents de décomposition du tronc de l'olivier et affectent gravement la production d'olives.

Un isolat de *Verticillium* a été isolé enregistrant également le plus faible pouvoir pathogène parmi notre collection. Le premier rapport de la verticilliose qui causée par *Verticillium dahliae* en Algérie été en Kabylie à l'année 1990 par Benchabane (Geiger *et al.*, 2000). *Verticillium* a été aussi rapporté en Algérie avec une présence faible de 4 et 7% chez les études conduites par Mansouri et Oukaci (2019) et Takilalte et Itatahine (2022). Ce champignon peut causer des dégâts et peut toucher tous les organes de l'olivier (rameaux, feuilles, fleurs, fruits ; Barguigua, 2020). Selon AFIDOL, le genre *Verticillium* s'attaque au départ les racines de jeunes plantes, colonise les cellules du xylème et du phloème, ensuite les tiges et feuilles à travers le flux de sève, ce qui conduit à provoquer des lésions vasculaires avec des troubles circulatoires qui provoquent deux types de symptômes : Dépérissement rapide (se caractérise par la jaunissement des feuilles puis le dessèchement tout en restant accrochées à la branche, l'écorce brunit, et ensuite le dépérissement atteint les rameaux et les

branches) et dépérissement lent (les couleur des feuilles devient terne, mais les branches ne se dessèchent pas).

Concernant la famille *Gnomoniaceae*, elle se caractérise par le fait qu'il a une faible capacité de sporulation. Elle est la plus dominante (70,69 %) parmi notre collection avec un pouvoir pathogène modéré sur l'olivier. Il y a peu d'études qui parlent de l'association des membres de cette famille avec l'olivier, mais elle est considérée comme responsable de certaines maladies chez d'autres plantes et fruits y compris les fraises (Udayanga *et al.*, 2021), les mûres (Stevanović *et al.*, 2019) et même les chênes (Hanifeh *et al.*, 2019).

Pour le genre *Sepedonium*, il est connu comme un saprophyte qui vit dans le sol et le matériel végétal (Arellano-Galindo *et al.*, 2017). Cependant, dans notre étude, il a été retrouvé dans la partie aérienne avec une abondance de 1,72 %. Le test de pathogénicité a montré que *Sepedonium* sp. est capable de produire des lésions considérables sur les rameaux d'olivier. La présence de ce genre dans la partie aérienne et son agressivité pourrait être expliqué que ce genre a pourrait avoir un comportement pathogène chez certaines plantes hôtes. Il est a noté que c'est la première fois que la présence et la pathogénicité du *Sepedonium* sur l'olivier est rapporté.

A propos des *Cylindrocladium*, plusieurs études mentionnées que ce genre est responsable à des différentes maladies des plantes surtout au niveau des feuilles, et l'étude menée par Leahy (1994), a montré que ce genre peut causer des dommages pour les rosiers. A notre connaissance, c'est pour la première fois que ce genre est signalé chez l'olivier. Quant à sa pathogénicité, *Cylindrocladium* est considéré comme champignon modérément pathogène pour l'olivier, et ceci est considéré comme un premier rapport de pathogénicité de ces genres chez l'olivier.

Dans le contexte de la relation entre le type de nécrose et le genre, *Gnomoniaceae*-like et *Aspergillus* sp. provoquent tous les types de nécrose dans les rameaux de l'olivier. Selon plusieurs études, la famille des *Gnomoniaceae* et le genre d'*Aspergillus* causent plus de nécrose foliaire. Sur les chênes, *Gnomoniaceae* montre une nécrose centrale marron (Mahamedi, 2022). Cependant, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Cladosporium* et *Verticillium* ont été isolées à partir de la nécrose sectorielle. Le genre *Verticillium* montre des lésions internes d'une position sectorielle (Abderrahmani, 2020) et un liseré noir (Mahroug *et al.*, 2022) sur l'olivier. Sur le bois du chêne, des points noirs sont apparus suivant la colonisation des tissus par *Alternaria* sp. (Mahamedi, 2022). Dans d'autres études, *Colletotrichum* a été constaté

comme champignon responsable à la production d'une nécrose racinaire brune à noire sur les fraisier (Martely *et al.*, 2017 ; Wang *et al.*, 2019). Quant au *Cladosporium*, généralement, les espèces de ce genre provoquent des lésions au niveau des feuilles et des fruits de la plante haute (Nam *et al.*, 2015 ; Langford, 1948). Dans nos résultats, les *Cylindrocladium*-like et *Sepedonium* sp. ont été isolés à partir d'un rameau nécrosé sous forme des points noirs. Plusieurs études ont prouvé que *Cylindrocladium* a le potentiel de provoquer des nécroses racinaires (Leahy, 1994 ; Norman, 1996), alors que le genre *Sepedonium* est considéré comme champignon saprophytique vivant dans le sol et le matériel végétale. Il n'a été jamais lié aux dégâts ou maladies des plantes.

D'après les résultats obtenus dans les trois régions étudiées, une variabilité de nombre des genres isolés par site d'une région à l'autre est constatée. Les isolats apparus dans tous les vergers sont les *Gnomoniaceae*-like. Cependant, une diversité importante dans le verger d'El-Atteuf a été remarquée. Cette diversité pourrait être liée au fait que les arbres de ce verger étaient les plus symptomatiques par rapport les autres vergers, dont, quelques arbres sont sur le point de la mort totale. Cela pourrait nous permettre de constater qu'au derniers stades de dépérissement de l'olivier, tout le complexe fongique contribuent à l'expression des symptômes conduisant à la mort de l'arbre.

# | **CONCLUSION**

## Conclusion

L'olivier prend une place assez importante dans le monde particulièrement dans les pays méditerranéens. Cet arbre est exposé à plusieurs maladies, en particulier les maladies fongiques. Dans le cadre de cette étude, l'accent a été mis sur les champignons associés aux maladies fongiques de l'olivier et qui constituent une grande diversité dans les maladies des plantes. Ce travail est effectué dans trois différents vergers situés dans la région de Ghardaïa et sur deux variétés à savoir, *Chemlal* et *Sigoise*, où des échantillons d'oliviers symptomatiques ont été examinés. Les symptômes internes (nécroses) ont montré l'abondance de nécroses sectorielle et cela indique une propagation modérée du champignon. Tandis que, les nécroses sous forme des points noirs sont des indices d'un début d'un déclin car elles peuvent développer pour donner autre types de nécroses graves.

Les isollements à partir de rameaux symptomatiques ont permis d'avoir une collection de 58 isolats. Il a été révélé que la famille la plus répandue est celle des *Gnomoniaceae*-like. Les isolats de cette famille sont modérément pathogènes envers l'olivier tout comme *Alternaria* sp. et *Cylindrocladium*-like. La diversité des genres dans le verger d'El-Atteuf a montré la cause des importants dépérissements par rapport aux autres vergers prospectés.

Les essais de pathogénicités sur les rameaux de l'olivier inoculés par les isolats obtenus ont prouvé l'agressivité de tous les genres dans des proportions variables, avec la confirmation de postulat de Koch. Les résultats des analyses statistiques ont prouvé qu'il y a des différences significatives entre les différents isolats. Les genres *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. et *Sepedonium* sp. représentent les agents les plus pathogènes. Cependant, les agents faiblement pathogènes sont *Colletotrichum* sp. et *Verticillium* sp.

Dans la présente étude, nous avons constaté que c'est pour la première fois que la présence et la pathogénicité des *Sepedonium* sp., *Cylindrocladium* sp. et *Gnomoniaceae*-like sur l'olivier sont rapportées. De même, la présence du genre *Colletotrichum* est signalée pour la première fois en Algérie.

A l'égard des résultats obtenus, des perspectives sur l'achèvement et l'expansion de notre recherche sont ciblées, en l'occurrence :

- Etudier d'autres vergers afin d'élargir le champ d'étude.
- Identifier par méthodes moléculaire les isolats obtenus à l'échelle espèce.

- Faire des essais de biocontrôle des pathogènes par des agents bactériens et/ou fongiques.
- Etudier d'une manière plus approfondie les nouveaux genres liés aux maladies de l'olivier.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

Abderrahmani S. (2020). Les ravageurs et les phytopathogènes de l'olivier: Mécanismes biochimiques d'infection. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 61p.

Abderrahmani, S. (2020). Les ravageurs et les phytopathogènes de l'olivier: mécanismes biochimiques d'infection. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri. 61p.

Adam, L., Ellwood, S., Wilson, I., Saenz, G., Xiao, S., Oliver, R. P., Turner, J. G. & Somerville, S. (1999). Comparison of *Erysiphe cichoracearum* and *E. cruciferarum* and a survey of 360 *Arabidopsis thaliana* accessions for resistance to these two powdery mildew pathogens. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 12(12), 1031-1043.

Afechtal, M. & Majid, M. (2020). Preliminary evaluation of the status of olive-infecting viruses in Morocco. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(1), 59-61.

AFIDOL. (2016). La fumagine. L'olivier – les fiches techniques de l'AFIDOL. Centre technique de l'olive – France.

AFIDOL. La verticilliose de l'olivier. URL: <https://afidol.org/oleiculteur/la-verticilliose/> . Consulté le 04/06/2023.

Agustí-Brisach, C., Jiménez-Urbano, J. P., del Carmen Raya, M., López-Moral, A., & Trapero, A. (2021). Vascular fungi associated with branch dieback of olive in super-high-density systems in Southern Spain. *Plant Disease*, 105(4), 797-818.

Alanoix, D. (2022). Maladie de l'olivier: les maladies et leurs traitements. URL: <https://www.ctendance.fr/maladie-de-lolivier-les-maladies-et-leurs-traitements/> . Consulté le: 15/02/2023.

Amieur, R., Saffidine, D. R., & Weber, C. (2022). Variations microclimatiques et effet de la végétation dans la ville aride de Ghardaïa, Algérie. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 22(3).

Anonyme. (2021). L'olivier, symbole de paix. France inter. URL: <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/la-chronique-d-eric-birlouez/la-chronique-d-eric-birlouez-du-lundi-19-juillet-2021-8874659>. Consulté le: 15/05/2023.

Antonio. (2019). *Pseudocercospora cladosporioides* (olive leaf spot). URL: <https://en.excelentesprecios.com/pseudocercospora-cladosporioide-olive-leaf-spots>. Consulté le: 11/03/2023.

Arambourg Y, Chermiti B. (1986). *Euphyllura olivina* Costa-Psyllidae. Traité d'entomologie oléicole. Espagne: Conseil oléicole international. 163-71.

Arellano-Galindo, J., Eugenio, V. M., Elva, J. H., Jesús, R. S., Maria de los Angeles, M. R., Rodolfo Norberto, J. J., Juan, X. C., Sara A, O. & Ariadna, C. C. (2017). A saprophytic fungus (*Sepedonium*) associated with fatal pneumonia in a patient undergoing stem cell transplantation. *Journal of International Medical Research*, 45(4), 1430-1434.

Association Française Interprofessionnelle de l'Olive. (2019). LA CERCOSPORIOSE. Fiche technique de France Olive. Centre Technique de l'Olivier. 3p.

Association Française Interprofessionnelle de l'Olive. Mouche de l'olivier. URL: <https://afidol.org/oleiculteur/mouche-de-lolive/>. Consulté le 25/11/22.

Baldi, P., & La Porta, N. (2017). *Xylella fastidiosa*: host range and advance in molecular identification techniques. *Frontiers in Plant Science*, 8, 944.

Barguigua, A., Zahir, I., Youss, S., Fikri, N., & Youss, B. (2020). Prospection des maladies microbiennes de l'olivier dans la région Tadla-Azilal. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(3).

Benbada, A. (2015). Contribution à l'étude des hyménoptères parasitoïdes de puceron sur les arbres fruitiers et les cultures associé dans la région de Metlili et Sebseb. Mémoire de Master. Université de Ghardaïa. 74p.

Benjama, A. (2003). Méthode d'évaluation rapide du degré d'attaque de l'olivier par la tuberculose causée par *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, en verger au Maroc. *Fruits*, 58(4), 213-219.

Bensaha, H., Bensaha, L., & Achour, M. (2010). Réflexion pour préserver l'environnement: cas de la vallée du M'Zab (Algérie).

Benziadi, H. & Senisna, N. (2022). Revue sur le Microbiote Associé à l'Olivier (*Olea europea* L.) en Algérie. Mémoire de Master. Université de Ghardaïa. 118p.

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

Boutkhal, S. (2017). Isolement, identification et caractérisation physiologique et pathogénique de quelques pathogènes de l'olivier (*Olea europaea* L.). Thèse de Doctorat. Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès. 145p.

Breton, C., & Bervillé, A. (2012). Histoire de l'olivier. Quae. 215p.

Breton, C., Médail, F., Pinatel, C., & Bervillé, A. (2006). De l'olivier à l'oléastre: origine et domestication de l'*Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 15(4), 329-336.

Breton, C., Tersac, M., & Bervillé, A. (2006). Genetic diversity and gene flow between the wild olive (oleaster, *Olea europaea* L.) and the olive: several Plio-Pleistocene refuge zones in the Mediterranean basin suggested by simple sequence repeats analysis. *Journal of Biogeography*, 33(11), 1916-1928.

Canale, M. C., Nesi, C. N., Falkenbach, B. R., Da Silva, C. A. H., & Brugnara, E. C. (2019). *Pleurostomophora richardsiae* associated with olive tree and grapevine decline in Southern Brazil. *Phytopathologia Mediterranea*, 58(1), 201-206.

Cardoso, J. M. S., Félix, M. R., Oliveira, S., & Clara, M. I. E. (2004). A Tobacco necrosis virus D isolate from *Olea europaea* L.: viral characterization and coat protein sequence analysis. *Archives of Virology*, 149(6), 1129-1138.

Carlucci, A., Lops, F., Cibelli, F., & Raimondo, M. L. (2015). *Phaeoacremonium* species associated with olive wilt and decline in southern Italy. *European Journal of Plant Pathology*, 141, 717-729.

Chelkoum, A., & Laichi, Y. (2019). Contribution à l'étude bioécologique du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (Hémiptera: Psyllidae COSTA, 1839) sur la variété Siguoise dans la région de M'sila. Thèse de Doctorat. Université Mohamed BOUDIAF de M'sila.

Chermiti B. (1983). Contribution à l'étude bioécologique du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Hom; *Psyllidae*) et de son endoparasite *Psyllaephagus euphyllurae* Silv. (Hym. *Encyrtidae*). Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille, France. 134p.

Chliyeh, M., Rhimini, Y., Selmaoui, K., Touhami, A. O., Filali-Maltouf, A., El Modafar, C., Moukhli, A., Oukabli, A., Benkirane, R. & Douira, A. (2014). Survey of the fungal species associated to olive-tree (*Olea europaea* L.) in Morocco. *International Journal of Research Biotechnology*, 2(2), 15-32.

Corrado, G., Alagna, F., Rocco, M., Renzone, G., Varricchio, P., Coppola, V., Coppola M., Garonna A., Baldoni L., Scaloni A. & Rao, R. (2012). Molecular interactions between the olive and the fruit fly *Bactrocera oleae*. *BMC plant biology*, 12(1), 1-17.

DeAndreis, P. (2022). Les producteurs algériens s'attendent à la pire récolte en 30 ans. Olive Oil Times. URL: <https://fr.oliveoiltimes.com/production/algeria-worst-harvest-in-30-years/114496>. Consulté le: 11/05/2023.

Desfemmes, C. (2022). Maladies de l'olivier. Gerbeaud. URL: <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/maladies-olivier.php>. Consulté le 26/11/22. Consulté le 26/11/2022

Desfemmes, C. (2022). Maladies de l'olivier. Gerbeaud. URL: <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/maladies-olivier.php>. Consulté le 26/11/22. Consulté le 02/12/2022.

Desfemmes, C. (2022). Maladies de l'olivier. Gerbeaud. URL: <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/maladies-olivier.php>. Consulté le: 11/05/2023.

Dubler, S. (2020). Les arbres fruitiers: une solution contre le réchauffement climatique? La clé des champs. URL: <https://cleschamps.swissmilk.ch/fr/les-arbres-fruitiers-une-solution-contre-le-rechauffement-climatique/>. Consulté le: 14/05/2023.

El Arbi, M., Rhouma, A., Chaari, A., & Nesme, X. (2011). Première observation de la maladie de la galle du collet causée par *Agrobacterium tumefaciens* sur l'olivier en Tunisie. *Canadian journal of plant pathology*, 33(4), 458-464.

Fatmi, F. & Sammar, M. (2019). Caractérisation de la bactériose de l'olivier à *Pseudomonas savastanoi* et autres bactéries endophytes à partir de l'oliveraie située à Amira

Arrès, Wilaya de Mila. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri-Constantine 1. 102p.

Foudia, S. (2011). Etude de la verticilliose de l'olivier, *Olea europaea* L., variété Chemlal. Mémoire de Magister. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediène. 93p.

Franquesa, M. (2020). Les maladies de l'olivier principales. Agroptima. URL: <https://www.agroptima.com/fr/blog/maladies-olivier/>. Consulté le: 13/05/2023.

García Martín, J. F., Cuevas, M., Feng, C. H., Álvarez Mateos, P., Torres García, M., & Sánchez, S. (2020). Energetic valorisation of olive biomass: Olive-tree pruning, olive stones and pomaces. *Processes*, 8(5), 511.

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

Gomes, S., Martins-Lopes, P., & Guedes-Pinto, H. (2012). Olive tree genetic resources characterization through molecular markers.

Grieco, F., Alkowni, R., Saponari, M., Savino, V., & Martelli, G. P. (2000). Molecular detection of olive viruses. *EPPO Bulletin*, 30(3-4), 469-473.

Hadj Douad, A. (2022). Ghardaïa subie une grave sècheresse. Le jeune Independant. URL: <https://www.jeune-independant.net/ghardaia-vit-une-grave-secheresse/>. Consulté le: 13/05/2023.

Hamlat, M. (2022). Etude morphologique de l'olivier (*Olea europaea* ssp. *europaea* L.) et valorisation des sous-produits oléicoles en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 196p.

Hanifeh, S., Zafari, D., Soleimani, M. J., & Ravanlou, A. (2019). *Discula quercina* as a possible causal agent of dieback on oak trees in Iran. *Forest Pathology*, 49(1), e12468.

Harir, M. (2010). Effets antagonistes entre les souches d'actinomycètes et *Verticillium dahliae* kleb. : Agent de la verticilliose de l'olivier. Mémoire de Magister. Université d'Oran1 - Ahmed Ben Bella.

Hobaya, O. & Bendimerad, N. (2012). Contribution à l'étude des ravageurs de l'Olivier *Olea europea* à Tlemcen. Projet de fin d'Etudes En vue d'obtention du Diplôme D'ingénieur d'état En Agronomie. Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen. 87p.

Hobaya, O., & Bendimerad, M. (2012). Contribution à l'étude des ravageurs de l'Olivier *Olea europea* à Tlemcen. Projet de fin d'étude. Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen. 87p.

Isabelle, C. (2023). Verticilliose. Gerbeaud. URL: <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/verticilliose.1688.html>. Consulté le: 08/04/2023.

Kumar, K., Bhagat, S., Madhuri, K., Amaresan, N., & Srivastava, R. C. (2010). Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species causing anthracnose disease in Bay Islands, India. *Journal of Mycology and Plant Pathology*, 40(3), 322.

Kurtzman, C. P., & Fell, J. W. (1998). Definition, classification and nomenclature of the yeasts. In *The yeasts* Elsevier. pp 3-5.

La station météorologique: 605660 (DAUG). (2022). Climat Ghardaïa - Données climatiques 2022. URL: <https://fr.tutiempo.net/climat/2022/ws-605660.html>. Consulté le: 13/05/2023.

Ladjouzi, N. (2022). Les producteurs algériens s'attendent à la pire récolte en 30 ans. *Olive Oil Times*. URL: <https://fr.oliveoiltimes.com/production/algeria-worst-harvest-in-30-years/114496>. Consulté le: 11/05/2023.

Langford, A. N. (1948). Autogenous necrosis in tomatoes immune from *Cladosporium fulvum* Cooke. *Canadian Journal of Research*, 26(1), 35-64.

Lawrence, D. P., Nouri, M. T., & Trouillas, F. P. (2021). Pleurostoma decline of olive trees caused by *Pleurostoma richardsiae* in California. *Plant disease*, 105(8), 2149-2159.

Leahy, R. M. (1994). *Cylindrocladium* root and crown rot of roses. Fla. Department Agric. & Consumer Services, *Division of Plant Industry*.

Lomri, A. & Mehtal, D. Z. (2019). Les méthodes d'isolement, de purification, d'identification et de caractérisation des champignons phytopathogènes du blé due de la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi. 66p.

Loussert R. & Brousse G. (1978). L'olivier technique agricole et production Méditerranéenne. Ed. Maisonneuve et Larose, p25, p468.

Mahamedi, A. E. (2022). Etude de la diversité génétique de la microflore fongique associée au dépérissement du chêne (*Quercus sp.*) en Algérie. Thèse de Doctorat. Ecole Normale Supérieure de Kouba – Alger. 243p.

Mahamedi, A. E., Phillips, A. J. L., Lopes, A., Djellid, Y., Arkam, M., Eichmeier, A., Zitouni, A., Alves, A. & Berraf-Tebbal, A. (2020). Diversity, distribution and host association of Botryosphaeriaceae species causing oak decline across different forest ecosystems in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 158, 745-765.

Mahroug, N., Djemil, C., & Abderrahmane, O. (2022). Enquête phytosanitaire sur la verticilliose de l'olivier dans la région d'Ain Defla. Mémoire de Master. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana. 79p.

Mansouri, S. & Oukaci, K. (2019). Identification des champignons phytopathogènes de l'olivier *Olea europaea* associés aux attaques de la mouche d'olive *Bactrocera oleae* en vue d'une lutte biologique par *Bacillus* dans la région de Bouira. Mémoire de Master. Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 86p.

Mansouri, S., & Oukaci, K. (2019). Identification des champignons phytopathogènes de l'olivier *Olea europaea* associés aux attaques de la mouche d'olive *Bactrocera oleae* en vue d'une lutte biologique par *Bacillus* dans la région de Bouira. Mémoire de Master. Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 86p.

Marouf, A. & Tremblin, G. (2022). Les plantes oléifères. In EDP Sciences. Les petits cahiers de biologie végétale appliquée. 120p.

Mertely, J. C., Forcelini, B. B., & Peres, N. A. (2017). Root necrosis of strawberry caused by *Colletotrichum acutatum*. Institute of Food and Agricultural Sciences Extension, University of Florida, Wimauma, FL.

Merzoug, A., Taleb, M., & Sahla, A. (2018). Identification des principaux agents fongiques responsables du dépérissement vasculaire et pourriture racinaire des oliviers en pépinières dans le nord-ouest algérien. *Agrobiologia*, 8(2), 1134-1141.

Moral, J., Agustí-Brisach, C., Raya, M. C., Jurado-Bello, J., López-Moral, A., Roca, L. F., Chattaoui, M., Rhouma, A., Nigro, F., Sergeeva, V. & Trapero, A. (2021). Diversity of

Colletotrichum Species associated with olive anthracnose worldwide. *Journal of Fungi*, 7(9), 741.

Mourida, A. (2014). Contribution a l'étude des maladies cryptogamiques d'olivier dans la region Hennaya–Tlemcen. Mémoire de Master. 87p.

Msairi, S., Chliyeh, M., Touhami, A. O., El Alaoui, A., Selmaoui, K., Benkirane, R., Filali-Maltouf, A., El Modafar, C. & Douira, A. (2020). First report of *Colletotrichum lupini* causing anthracnose disease on the olive fruits in Morocco. *Plant Cell Biotechnol. Mol. Biol*, 21, 1-11.

Nagrale, D. T., Gaikwad, A. P., & Sharma, L. (2013). Morphological and cultural characterization of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler blight of gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex JD Hook). *Journal of Applied and Natural Science*, 5(1), 171-178.

Nam, M. H., Park, M. S., Kim, H. S., Kim, T. I., & Kim, H. G. (2015). *Cladosporium cladosporioides* and *C. tenuissimum* cause blossom blight in strawberry in Korea. *Mycobiology*, 43(3), 354-359.

Norman, D. J. (1996). Control of *Cylindrocladium* root rot of *Spathiphyllum* with fungicide drenches. *Foliage Dig*, 19(10), 1-2.

Ouguas, Y. (2021). Mouche de l'olivier *Bactrocera oleae* Gmelin. Institut National de la Recherche Agronomique. 17p.

Phillips, A. J. L., Alves, A., Pennycook, S.R., Johnston, P.R., Ramaley, A., Akulov, A., & Crous, P.W. (2008). Resolving the phylogenetic and taxonomic status of dark-spored teleomorph genera in the Botryosphaeriaceae. *Persoonia* 21, 29-55.

Pitt, J. I. (1979). Genus *Penicillium* and its teleomorphic states, *Eupenicillium* and *Talaromyces*. Academic Press. London, UK.

Preto, G., Martins, F., Pereira, J. A., & Baptista, P. (2017). Fungal community in olive fruits of cultivars with different susceptibilities to anthracnose and selection of isolates to be used as biocontrol agents. *Biological Control*, 110, 1-9.

Rahioui, B., Aissam, S., Moukhli, A., Khadari, B., & Modafar, C. (2011). Rôle du métabolisme phénolique dans la défense de l'olivier à la maladie de l'œil de paon causée par *Spilococea oleagina*. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, (2), 19-30.

Rhouma, A., Triki, M. A., & Msallem, M. (2010). First report of olive anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Tunisia. *Phytopathologia Mediterranea*, 49(1), 95-98.

Righi, I. & Ziadi, R. (2020). Contribution à l'étude de la faune odonatologique de la région de Ghardaïa: Inventaire et répartition. Mémoire de Master. Université de Ghardaïa. 59p.

Risède, J. M. (1994). Eléments de caractérisation de *Cylindrocladium* sp., agent de nécroses racinaires du bananier en Martinique. *Fruits*, 49(3), 167-178.

Sais, H. A., Fethallah, R., & Fahas, M. (2021). Les exploitations oléicoles en Algérie; quelle performance économique? *Recherche Agronomique*, 19(1), 65-76.

Sanei, SJ et Razavi, SE (2012). Enquête sur les maladies fongiques de l'olivier dans le nord de l'Iran. *Recherche annuelle et examen en biologie*, 27-36.

Schuldt, P. H. (1955). Comparison of anthracnose fungi on Oak, Sycamore, and other trees. *Contr. Boyce Thompson Inst* 18(2), 85-107.

Spies, C. F. J., Mostert, L., Carlucci, A., Moyo, P., Van Jaarsveld, W. J., du Plessis, I. L., Van Dyk, N. & Halleen, F. (2020). Dieback and decline pathogens of olive trees in South Africa. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 45(1), 196-220.

Stevanović, M., Ristić, D., Živković, S., Aleksić, G., Stanković, I., Krstić, B., & Bulajić, A. (2019). Characterization of *Gnomoniopsis idaeicola*, the causal agent of canker and wilting of blackberry in Serbia. *Plant Disease*, 103(2), 249-258.

Takilalte, M., Itatahine, M., & Tabouche, A. (2022). Isolement et identification des maladies fongiques de l'olivier (*Olea europaea* L.) dans la région d'Ain Defla. Mémoire de Master. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana. 92p.

Tantaoui-Elaraki, A., Le Tutour, B., & Aboussalim, A. (1983). Conséquences de la contamination des olives par des *Aspergillus* toxigènes sur la quantité et la qualité de l'huile de pression. Note de laboratoire. *Revue française des corps gras*, 30(11-12), 473-476.

Taylor, J. W., Turner, E., Pringle, A., Dettman, J., & Johannesson, H. (2006). Fungal species: thoughts on their recognition, maintenance and selection. *Fungi in the Environment*, 313-339.

Touati, S., Acila, S., Boujnah, D., Chehab, H., Ayadi, M., & Debouba, M. (2022). Geographical location and cultivar-linked changes on chemical properties of olive oils from Algeria. *Food Science & Nutrition*, 10(6), 1937-1949.

Triki, M. A., & Rhouma, A. (2008). First report of *Pseudocercospora cladosporioides*, the causal agent of Cercospora leaf spot of olive trees, in Tunisia. *Phytopathologia mediterranea*, 47(3), 262-265.

Triki, M. A., Hassairi, A., & Mahjoub, M. (2006). Premières observations de *Verticillium dahliae* sur olivier en Tunisie. *EPPO Bulletin*, 36(1), 69-71.

Udayanga, D., Miriyagalla, S. D., Manamgoda, D. S., Lewers, K. S., Gardiennet, A., & Castlebury, L. A. (2021). Molecular reassessment of diaporthalean fungi associated with strawberry, including the leaf blight fungus, *Paraphomopsis obscurans* gen. et comb. nov (Melanconiellaceae). *IMA fungus*, 12(1), 15.

Úrbez-Torres, J. R., Peduto, F., Vossen, P. M., Krueger, W. H., & Gubler, W. D. (2013). Olive twig and branch dieback: etiology, incidence, and distribution in California. *Plant Disease*, 97(2), 231-244.

Verdin, E., Sicard, A., Gentzbittel, L., Legendre, B., Suffert, F., & Thébaud, G. (2020). Stratégie de lutte vis-à-vis de *Xylella fastidiosa*-Phase 1. 49p.

Verscheure, M., Lognay, G., & Marlier, M. (2002). Revue bibliographique: les méthodes chimiques d'identification et de classification des champignons. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 6(3), 131-142.

Wang, N. Y., Forcelini, B. B., & Peres, N. A. (2019). Anthracnose fruit and root necrosis of strawberry are caused by a dominant species within the *Colletotrichum acutatum* species complex in the United States. *Phytopathology*, 109(7), 1293-1301.

Weber, R. W. S., Webster, J. & Engel, G. (2003). Phylogenetic Analysis of *Puccinia* distinct and *P. lagenophorae*, Two Closely Related Rust Fungi Causing Epidemics on *Asteraceae* in Europe. *Mycological Research*, 107, 15-24.

Westerdijk, J., & van Luijk, A. (1920). Die Gloeosporien der Eiche und der Platane. Meded. *Phytopath. Lab.* "W.C.S." 4, 3-21.

Zouiten, N., & El Hadrami, I. (2001). La psylle de l'olivier: état des connaissances et perspectives de lutte. *Cahiers Agricultures*, 10(4), 225-232.



# **ANNEXES**

## ANNEXES

### Composition des milieux de culture

#### Milieu eau gélosé (Water-Agar)

Flocons d'Avoine 30 g

Eau 1000 mL

Agar 15 g

#### Mode opératoire

Suspendre 20,00 grammes dans 1000 ml d'eau distillée.

Chauffer jusqu'à ébullition pour dissoudre complètement le milieu.

Stériliser par autoclavage à 121 °C pendant 15 minutes. Distribuer au besoin.