

**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> FENNICHE Ikram & M<sup>elle</sup> BOUCETTA Zineb**

Thème

**Structure de la communauté fongique associée aux  
maladies d'oranger (*Citrus sinensis* L.) cultivé dans  
la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement le 10 Juin 2024, devant le jury composé de :

|                          |                           |               |           |
|--------------------------|---------------------------|---------------|-----------|
| M <sup>me</sup> MAIDI L. | Maître Assistant "A"      | Univ-Ghardaïa | Président |
| M. DJELLID Y.            | Maître Assistant "A"      | Univ-Ghardaïa | Examineur |
| M. MAHAMED A. E.         | Maître de Conférences "B" | Univ-Ghardaïa | Promoteur |

**Année universitaire 2023–2024**

## Dédicace

Tout d'abord je tiens à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la

volonté, le courage pour mener à terme ce travail que je dédie à

La lumière qui a guidé chacun de mes pas, mon adorable mère

La force qui a soutenu mes rêves, Mon super-père. MERCI mes chers parents

pour les encouragements sincères et les sacrifices silencieux.

Mes chers cousins et cousines qui m'ont toujours aimée et encouragée.

Ma famille,

Ma chère copine Ikram,

Toutes mes chères amies,

...Zineb

## Dédicace

Avants tous, nous remercîe ALLAH tout puîssant qui donne la

force d'avoir accomplî ce modeste travail que Je dédie à

Mon support de vie et ma source de bonheur, mon cher père et ma

chère mère.

Mes chères sœurs, et mon seul frère.

Mes chers qui sont toujours à mes côtés pour ses soutiens

Toute ma famille.

Ma chère copîne Zîneb, et à tous mes amîes.

... Ikram.

## Remerciements

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

Nous tenons 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.

Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury ; M<sup>me</sup> Maida L., maître assistant à l'université de Ghardaïa, d'avoir accepté de présider le jury et M. Djellid Y., maître assistant 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 adressons nos remerciements à tous les ingénieurs des laboratoires du département de biologie de l'université de Ghardaïa surtout Mlle HADJ OMAR Nadjat, l'ingénieure de laboratoire de mycologie d'avoir nous aider énormément.

Nous tenons à remercier vivement les propriétaires des vergers d'oranger 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'oranger (*Citrus sinensis* L.) est considéré comme l'un des agrumes les plus répandus dans le monde. En Algérie notamment, cette culture occupe une position socio-économique cruciale. Toutefois, ces arbres subissent chaque année une mortalité significative en raison de divers facteurs abiotiques et biotiques, tels que les champignons phytopathogènes. Cette étude vise à étudier la communauté fongique liée aux maladies de l'oranger dans divers vergers de la région de Ghardaïa. Les prospections ont été effectuées dans deux orangerais comportant les variétés *Thomson* et *Valencia Late*, dont 20 arbres d'oranger montrant des symptômes de dépérissement ont été échantillonnés. Un ensemble de 60 rameaux a été prélevé afin de réaliser les isolements. Les nécroses observées dans les rameaux symptomatiques ont été classées en trois types à savoir, la nécrose centrale, la nécrose sectorielle et les points noirs. La caractérisation macro- et microscopique des 60 isolats fongiques obtenus, nous a permis d'identifier onze genres différents à savoir, *Alternaria*, *Verticilium*, *Gnomoniaceae*-like, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Sepedonium*, *Ulocladium*, *Mucor*, *Aspergillus* et *Fusarium* avec la dominance d'*Alternaria* avec (52, 70%) du total suivi par *Verticilium* (16,22%), *Gnomoniaceae*-like (10.81%).

Les tests de pathogénicité ont montré l'agressivité de *Cladosporium* sp. *Alternaria* sp. et *Botrytis cinerea*, avec la confirmation de postulat de Koch. Les genres *Sepedonium* et *Gnomoniaceae* sont rapportés pour la première fois en association avec *Citrus sinensis* L. dans le monde.

**Mots clés :** *Citrus sinensis* L., champignons phytopathogènes, Ghardaïa, *Cladosporium*, pathogénicité, *Alternaria*.

## Abstract

The orange tree (*Citrus sinensis* L.) is considered one of the most widely grown *Citrus* fruits in the world. In Algeria particularly, this crop occupies a crucial socio-economic position. However, these trees suffer from significant mortality every year due to various abiotic and biotic factors, such as phytopathogenic fungi. The aim of this study was to study the fungal community associated with orange tree diseases in various orchards in the region of Ghardaïa. Surveys were carried out in two orange groves featuring the cultivars *Thomson* and *Valencia Late*, where 20 orange trees showing symptoms of decline were selected, from which 60 twigs were chosen for isolation. The observed lesions in symptomatic branches were categorised into three types namely, central necrosis, sectorial necrosis and black spots. Macro and micromorphological characterization of the 60 fungal isolates obtained enabled us to identify eleven different genera, namely *Alternaria*, *Verticilium*, *Botrytis cinerea*, *Gnomoniaceae*-like, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Sepedonium*, *Ulocladium*, *Mucor*, *Aspergillus* and *Fusarium*, with *Alternaria* dominating with (52.70%) of the total, followed by *Verticilium* (16.22%) and *Gnomoniaceae*-like (10.81%).

Pathogenicity tests showed the aggressiveness of *Cladosporium* sp. *Alternaria* sp. and *Botrytis cinerea*, confirming Koch's postulate. The genera *Sepedonium* and *Gnomoniaceae* are reported for the first time in association with *Citrus sinensis* L., worldwide.

**Keywords:** *Citrus sinensis* L., phytopathogenic fungi, Ghardaïa, *Cladosporium*, pathogenicity, *Alternaria*.

## ملخص

تعد شجرة البرتقال (*Citrus sinensis* L.) من أكثر أشجار الحمضيات انتشارا في دول العالم عموما و البحر الأبيض المتوسط والجزائر بشكل خاص، حيث تلعب دورا اجتماعيا واقتصاديا مهما للغاية. لكن هذه الأشجار تسجل خسائر كبيرة كل عام بسبب العديد من العوامل غير الحيوية و الحيوية ومن بينها، الفطريات المسببة للأمراض النباتية. تركز هذه الدراسة على التنوع والقدرة الإمراضية للفطريات المرتبطة بأشجار البرتقال في بستتين مختلفة في منطقة غرداية. تم إجراء الاستطلاعات في بستانين اثنين يزرع بها كلا الصنفين *Thomson* و *Valencia Late*. تم اختيار 20 شجرة تظهر عليها أعراض التدهور حيث تم اختيار 60 غصنا منها لأجل عملية عزل الفطريات. تم تصنيف النخر الملاحظ في الأغصان إلى ثلاثة أنواع (نخر مركزي، نخر قطاعي والبقع السوداء). بعد عمليات العزل تم تحصيل 60 عزلة. سمح لنا التوصيف الظاهري بالعين المجردة وكذا التوصيف المجهرى بتحديد احد عشر جنسا فطريا وهم *Colletotrichum* ، *Alternaria* ، *Botrytis cinerea* ، *Sepedonium* ، *Cladosporium* ، *Aspergillus* ، *Verticillium* ، *Ulocladium* ، *Mucor* ، *Fusarium* و *Gnomoniaceae-like*، مع هيمنة واضحة ل *Alternaria* (52.70%)، يليه كل من *Verticillium* (16,22 %) و *Gnomoniaceae-like* (10.81%). بينت إختبارات الخصائص الإمراضية أن الأجناس الأكثر قدرة على تدمير الأنسجة هي *Alternaria* ، *Verticillium* و *Gnomoniaceae-like* ، مع تأكيد فرضيات كوخ. سمحت الدراسة كذلك ولأول مرة بتسجيل ارتباط كل من الجنسين *Sepedonium* و *Gnomoniaceae* مع أشجار البرتقال.

**الكلمات المفتاحية :** *Citrus sinensis* L. ، الفطريات المدمرة للنباتات ، غرداية ، *Cladosporium* ، القدرة الإمراضية، *Alternaria*.

## **Index des tableaux**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1.</b> Caractéristiques des arbres prélevés.....  | 9  |
| <b>Tableau 2.</b> Résultats d'isolement des échantillons de l'oranger. ....                                    | 18 |
| <b>Tableau 3.</b> Nombre des isolats obtenus.....  | 18 |
| <b>Tableau 4.</b> Abondance relative des genres. ....  | 28 |
| <b>Tableau 5.</b> Relation genre-type de nécrose. ....   | 30 |
| <b>Tableau 6.</b> Moyennes de longueur des lésions induites par les différents isolats fongiques obtenus ..... | 31 |

## Index des figures

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1 .</b> Carte de la Wilaya de Ghardaïa montrant la localisation géographique régions d'échantillonnage.....                         | 6  |
| <b>Figure 2.</b> photos présentant des arbres d'oranger avec différents types de symptômes externe au niveau de 1er verger prospecté .....    | 7  |
| <b>Figure 3.</b> photos présentant des arbres d'oranger avec différents types de symptômes externe au niveau de 2ème verger prospecté.....    | 7  |
| <b>Figure 4.</b> Temératures de Ghardaia .....  | 8  |
| <b>Figure 5.</b> Protocole expérimental d'isolement de la flore fongique associée à l'oranger.....  | 11 |
| <b>Figure 6.</b> Etapes de la purification.....   | 12 |
| <b>Figure. 7.</b> Stimulation de sporulation sur des brindilles dans des boîtes de l'eau gélosé.....  | 13 |
| <b>Fig. 8.</b> Test de pathogénicité .....  | 15 |
| <b>Figure 9.</b> Symptômes observés sur les arbres d'olivier. ....  | 16 |
| <b>Figure 10.</b> Différents types de nécroses observées dans les rameaux d'orangers. ....  | 17 |
| <b>Figure 11.</b> Les lésions internes observées dans les bûchettes. ....   | 17 |
| <b>Figure 12.</b> <i>Alternaria</i> sp. ....  | 19 |
| <b>Figure 13.</b> <i>Botrytis cinerea</i> .....   | 20 |
| <b>Figure 14.</b> <i>Gnomoniaceae</i> -like .....   | 21 |
| <b>Figure 15.</b> <i>Cladosporium</i> sp. ....  | 22 |
| <b>Figure 16.</b> <i>Colletotrichum</i> sp.....   | 23 |
| <b>Figure 17.</b> <i>Sepedonium</i> sp. ....  | 24 |
| <b>Figure 18.</b> <i>Verticillium</i> sp.....   | 24 |
| <b>Figure 19.</b> <i>Fusarium</i> sp. ....  | 25 |
| <b>Figure 20.</b> <i>Mucor</i> sp. ....   | 26 |
| <b>Figure 21.</b> <i>Ulocladium</i> sp.....   | 27 |
| <b>Figure 22.</b> <i>Aspergillus</i> sp.....  | 28 |
| <b>Fig. 23.</b> Carte de la wilaya de Ghardaïa montrant la distribution des huit genres isolés à partir des trois régions de la wilaya.. .... | 29 |
| <b>Figure 24.</b> Lésions nécrotiques provoquées par les huit genres obtenus.....   | 32 |

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage.

**ANOVA** : Analyses de variance

**Ar** : Abondance relative

**CdA** : Cliché de l'Auteur

**Cm**: Centimètre.

**DPAT**: Direction de la Planification **et** de l'Aménagement du Territoire.

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**g** : Gramme

**ha** : Hectare

**ITAFV** : Institut Technique d'Arboriculture Fruitière.

**m**: Mètre

**MADR**: Ministère d'Agriculture et Développement Rurale.

**mm**: Millimètre.

**Mt**: Millions de tonnes

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

**PN** : Points noirs

**Qx**: Quintaux

**SAU**: la surface agricole utile.

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

## Table des matières

|   |      |
|---|------|
| Dédicaces .....   | i    |
| Remerciements .....   | iii  |
| Résumé .....  | iv   |
| Abstract .....  | v    |
| ملخص .....  | vi   |
| Index des tableaux .....  | vii  |
| Index des figures .....   | viii |
| Liste des abréviations .....  | ix   |
| Table des matières .....  | x    |
| <b>Introduction</b> .....   | 1    |
| <b>Matériel et Méthodes</b>   |      |
| 1. Sites d'étude .....  | 6    |
| 2. Caractéristiques climatiques .....                               | 8    |
| 3. Matériel biologique .....  | 9    |
| 4. Prélèvement des échantillons .....                               | 9    |
| 5. Etude de la communauté fongique .....                            | 9    |
| 5.1. Préparation des échantillons et description des nécroses ..... | 9    |
| 5.2. Isolement .....  | 10   |
| 5.3. Purification .....   | 11   |
| 5.4. Identification du mycoflore .....                              | 12   |
| 5.4.1. Description morphologique .....                              | 12   |
| 5.4.2. Abondance des genres .....                                   | 14   |
| 5.4.3. Test de pathogénicité .....                                  | 14   |
| 5.4.4. Analyses statistiques .....                                  | 15   |
| <b>Résultats</b>  |      |
| 1. Symptomatologie .....  | 16   |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.1.    | Symptômes externes .....                          | 16 |
| 1.2.    | Description des nécroses internes .....           | 16 |
| 1.3.    | Nombre et fréquence des nécroses internes .....   | 17 |
| 2.      | Isolement et identification des champignons ..... | 18 |
| 2.1.    | Identification macro- et micromorphologique ..... | 18 |
| 2.2.1.  | Le genre <i>Alternaria</i> .....                  | 18 |
| 2.2.2.  | Le genre <i>Botrytis</i> .....                    | 19 |
| 2.2.3.  | La famille <i>Gnomoniaceae</i> -like .....        | 20 |
| 2.2.4.  | Le genre <i>Cladosporium</i> .....                | 21 |
| 2.2.5.  | Le genre <i>Colletotrichum</i> .....              | 22 |
| 2.2.6.  | Le genre <i>Sepedonium</i> .....                  | 23 |
| 2.2.8.  | Le genre <i>Fusarium</i> .....                    | 25 |
| 2.2.9.  | Le genre <i>Mucor</i> .....                       | 25 |
| 2.2.10. | Le genre <i>Ulocladium</i> .....                  | 26 |
| 2.2.11. | Le genre <i>Aspergillus</i> .....                 | 27 |
| 3.      | Abondance des genres .....                        | 28 |
| 4.      | Relation genre-région .....                       | 29 |
| 5.      | Relation genre-nécrose .....                      | 29 |
| 6.      | Tests de pathogénicité .....                      | 30 |
|         | <b>Discussion</b> .....                           | 32 |
|         | <b>Conclusion</b> .....                           | 38 |
|         | <b>Références Bibliographiques</b> .....          | 40 |
|         | <b>Annexes</b>                                    |    |

# **INTRODUCTION**

## Introduction

L'oranger *Citrus sinensis* est parmi les cultures fruitières les plus répandus dans le monde et est groupé parmi le groupe des agrumes. Le nom « Agrume » un mot latin qui dérive du mot *acrumen* qui signifie une saveur âcre ou aigre (Ali Arous, 2020; Luro et Costantino, 2022), sont de petits arbres ou arbustes de 5 à 10 mètres de haut, souvent épineux, à feuilles denses et renfermant des fruits de diverses formes et tailles. Selon Cronquist (1981), les agrumes font partie de classe *Magnoliopsida* appelées dicotylédones, ou dicots, des plantes à fleurs (angiospermes) qui donnent naissance à un embryon possédant deux cotylédons (feuilles de la graine) et qui présentent des feuilles à nervures nettes, des tiges avec un épaississement secondaire et des organes floraux habituellement disposés en cycles de quatre ou cinq. Sous classe de *Rosidae*, ordre des *Sapindales* et la famille des *Rutaceae*, le groupe principal de cette famille est constitué du genre *Citrus*, qui comprend plusieurs espèces (Cronquist, 1981). L'oranger (*Citrus sinensis* L.), également connue sous le nom d'orange, fait partie de cette famille.

Les fruits de *Citrus sinensis* jouent donc un rôle essentiel dans notre alimentation quotidienne et dans les cultures fruitières à travers le monde. (Febres *et al.*, 2011), une grande source de nutriments et en vitamines, notamment en vitamine C, en folacine, en calcium, en potassium, en thiamine, en niacine et en magnésium, Ces substances biologiquement actives empêchent l'apparition de l'artériosclérose, du cancer, des calculs rénaux, des ulcères d'estomac et diminuent le taux de cholestérol et de l'hypertension, ce qui améliore la santé humaine (Etebu et Nwauzoma, 2014).

Il a été démontré scientifiquement que les oranges, qui sont riches en vitamines et en minéraux, offrent de multiples bénéfices pour la santé. Il est maintenant admis que d'autres substances biologiquement actives et non nutritives présentes dans ces fruits, comme les antioxydants phytochimiques, les fibres alimentaires solubles et insolubles, sont efficaces pour diminuer le risque de cancer, de nombreuses maladies chroniques telles que l'arthrite, l'obésité et les maladies coronariennes (Crowell, 1999). De plus, Les flavonoïdes présents dans les agrumes sont des substances anti-inflammatoires qui régulent la production des médiateurs biologiques qui activent les cellules endothéliales et les cellules spécialisées impliquées dans l'inflammation (Tripoli *et al.*, 2007).

L'orange douce, Il s'agit d'un arbre fruitier de taille moyenne, avec une forme sphérique. Les feuilles sont de couleur verte foncée et ovales, persistantes, parfumées et

légèrement ailées. Fleurs blanches et très parfumées. Fruits de taille moyenne et plus ou moins colorés, la récolte des oranges se déroule de novembre à mars/avril en fonction des variétés (Aggoun et Attia, 2020). L'oranger Washington Navel produit un fruit assez grand, de forme sphérique. L'extrémité du navel est légèrement proéminente. Selon Loussert (1989), sa peau est de taille moyenne (5 mm) et sa chair est croustillante, fine et sans pépins. Thomson, Cette variété est considérée comme étant l'une des oranges blondes naval Une maturation précoce Une peau fine, lisse et brillante. La chair de ses fruits est plus grossière et moins juteuse. Cette variété est produite entre la mi-novembre et janvier (Mioulane, 1996). *Salustiana* est une variété de fruits à chair non sanguine. Son fruit est de forme sphérique, sans pépin et très gorgé de jus. Feuilles très lancéolées, similaires à celles des autres variétés d'orange. Arbre résistant, généralement dressé, de taille moyenne à grande (Chapot et Huet, 1963). Moro, Il s'agit d'une variété tardive appartenant aux oranges sanguines. La récolte se déroule de février à mars. Elles se distinguent des oranges blondes en raison de la présence de pigments qui peignent l'épiderme et la pulpe d'une teinte rouge-sang. Selon Loussert (1989), la coloration rouge-sang se développe de manière centripète avec la maturation.

L'arboriculture consiste à cultiver des arbres fruitiers afin de produire des fruits. Elle occupe une place cruciale et directe dans l'industrie agroalimentaire nationale, et elle est indispensable à la vie économique et sociale (Habouche et Salmi, 2020). La culture des arbres fruitiers vise à générer des fruits consommables. Elle joue un rôle crucial et direct dans la nourriture humaine, notamment à travers l'industrie agroalimentaire, ce qui entraîne et ainsi contribue à l'alimentation humaine. Grâce à son impact sur l'économie nationale, elle génère un nombre considérable d'emplois (Habouche et Salmi, 2020).

D'après le MADR (2019), les plantations fruitières ont occupé 910 322 hectares au cours des 5 dernières années, ce qui représente 10,63 % de la surface agricole totale. L'une des cultures fruitières les plus cultivées et les plus populaires dans le monde les "agrumes" et les plus cultivés le genre *Citrus*, cultivé dans plus de 130 pays, principalement dans les régions tropicales et subtropicales. Les stress biologiques et abiotiques ont eu un impact considérable sur la progression saine de l'industrie des citrons (Lifang, 2019) ; la culture des agrumes est également impliquée dans l'économie des pays développés et en développement. Les principaux producteurs sont le Brésil, le bassin méditerranéen, les États-Unis et la Chine (Spiegel-Roy, 2008), se classent au premier rang international en termes de valeur commerciale parmi tous les fruits (Norberg, 2008).

L'importance des arbres fruitiers dans la vie économique et sociale en Algérie est primordiale. L'érosion du sol, la valorisation des terres, la création d'emplois, le développement de l'industrie agro-alimentaire et de l'ébénisterie sont les motifs de la culture des fruitiers (Mennour et Bouhidel, **2022**). De même, le développement des conditions pédoclimatiques en Algérie accorde une grande importance à la culture des arbres fruitiers, ce qui entraîne un accroissement significatif de la production et une augmentation des superficies cultivées (Zerag, **1987**).

Selon le MADR (**2019**), environ 6 % de la surface agricole utile (SAU) est consacrée à l'arboriculture en Algérie. Toutefois, à partir de 2000, une nouvelle approche a été mise en place dans le domaine arboricole, son objectif est d'améliorer et de développer la production et les rendements, en tenant compte de leurs avantages économiques et industriels, en incitant les agriculteurs à créer de nouveaux vergers dans différentes régions. La nouvelle dynamique a favorisé l'expansion d'activités parallèles, comme la mise en place de nouvelles pépinières spécialisées (vigne, olivier, arbres fruitiers et agrumes), dans des régions où les conditions pédo-climatiques sont favorables et où les traditions culturelles sont établies.

Selon l'ITAFV (**2021**), La culture des Citrus couvre une superficie de 73470 hectares en Algérie, avec une grande part d'oranger *Citrus sinensis* de 70,39%, suivie par le clémentinier de 19,51%, de citron de 6,55%, de mandarinier de 3,43% et de pampelos de 0,13%. La quantité produite est de 15834930 qx, avec une proportion de 75,75% d'oranger, 15,75% de clémentinier, 5,5% de citron, 2,93% de mandarinier et 0,11% de pampelos. Il est à noter que la culture des *Citrus* dans la région de Ghardaïa occupe 2% de superficies totales de l'Algérie en 2020 (ITAFV, **2021**).

La culture des oranges exige des facteurs agro-écologiques influent la production dont : la température, les précipitations, l'humidité atmosphérique et les vents, surtout à certaines périodes. Par exemple, celle située entre la floraison et la maturation des fruits. La sensibilité des agrumes généralement à la température varie selon les variétés, peuvent entrer en dormance lorsque la température descend en dessous du seuil critique d'environ 0 °C. Par exemple, parmi les variétés d'oranges, *Washington*, *Naville* et *Navelina* sont moins sensibles au froid que *Oval*, *Moro* et *Tarocco* (Colombo, **2004**). La température optimale de croissance serait de 25 à 26 °C (Loussert, **1985**).

Le dessèchement des feuilles et des branches pendant la phase d'alimentation, en particulier lorsque les températures sont très élevées, peut entraîner une forte baisse de la

production, voire la perte totale du fruit. Le vent est une menace climatique redoutable pour les agrumes. La présence de vent fort et persistant peut provoquer de graves dommages aux cultures désagréables par son action mécanique (Loussert, **1985**). Dans ce cas aussi, certaines espèces cultivars sont plus sensibles que d'autres.

Les maladies peuvent perturber la production d'orangers en raison de facteurs abiotiques et biotiques. Les maladies les plus importantes sont le chancre des agrumes, le dépérissement et d'autres attaques (Febres *et al.*, **2013**). Ces derniers sont responsables de diverses maladies qui touchent les cultures, ce qui entraîne une diminution de la production et une altération de la qualité des agrumes.

Les phytopathologies causées par des facteurs biotiques peuvent être d'origine bactérienne qui attaquent les agrumes tel que le stubbornne causée par la bactérie *Spiroplasma citri*, le chancre bactérien par *Xanthomonas campestris* (Gottwald *et al.*, **2002**) ou la bactériose est causée par la bactérie *Pseudomonas syringae* (Loussert, **1989**). Des maladies virales comme les psoroses de *Citri* *psorosis*, l'exocortis causée par des viroïdes transmis par le graffage (Loussert, **1989**), peuvent aussi être inquiétants surtout avec l'implication de certains acariens, nématodes et insectes qui sont des vecteurs des bactéries et virus.

D'autres maladies cryptogamiques causées par des espèces fongiques phytopathogènes tel que la moniliose due à *Monilia* sp. qui cause la pourriture et les taches brunes qui endommagent généralement les fruits. La gommose par *Phytophthora citrophthora* caractérisée par des exsudations de gomme la morte de l'écorce ainsi qu'une teinte brune du bois, elle se manifeste habituellement au niveau d'une blessure. Le mal secco par *Phoma tracheiphila*, Changement de la couleur et sécheresse des feuilles. La mélanose entraînée par *Phomopsis citri* endommage les feuilles et surtout développée en saison humide sur pomelos, La face inférieure des feuilles présente des taches noirâtres rugueuses et des traînées noirâtres en forme de coulures sales sur les fruits. Le *greasy-spot* causé par *Mycosphaerella citri*, une chute des feuilles avec des taches brunes d'huile sur la face inférieure des feuilles. Le pourridié qui est due au champignon *Rosellinia necatrix*, membre du genre des champignons à chapeau, Il entre dans les racines et les troncs par des filaments blanchâtres entre l'écorce et le bois qui sont attaqués et dépérissent. L'arbre s'éteint plus ou moins vite. La fumagine causée par *Fumago salicina* Les feuilles sont recouvertes d'un dépôt noir, semblable à de la suie, et elles sont aussi collantes, en raison de la production de miellat par les insectes, cette

phytopathologie n'est pas très sévère, mais elle restreint la capacité de la photosynthèse (Chapot et Cassin., **1961**).

Étant donné l'importance croissante des agrumes en Algérie en général et dans les vergers de Ghardaïa en particulier, nous avons réalisé cette étude afin d'identifier la communauté fongique incriminée dans le dépérissement des orangers cultivées dans deux vergers d'une des communes de la wilaya. Ce travail repose sur des étapes visant à isoler purifier identifier et tester la pathogénicité des champignons associées aux maladies d'orangers *Citrus sinensis* à partir des rameaux symptomatiques cultivés dans la région de Ghardaïa.

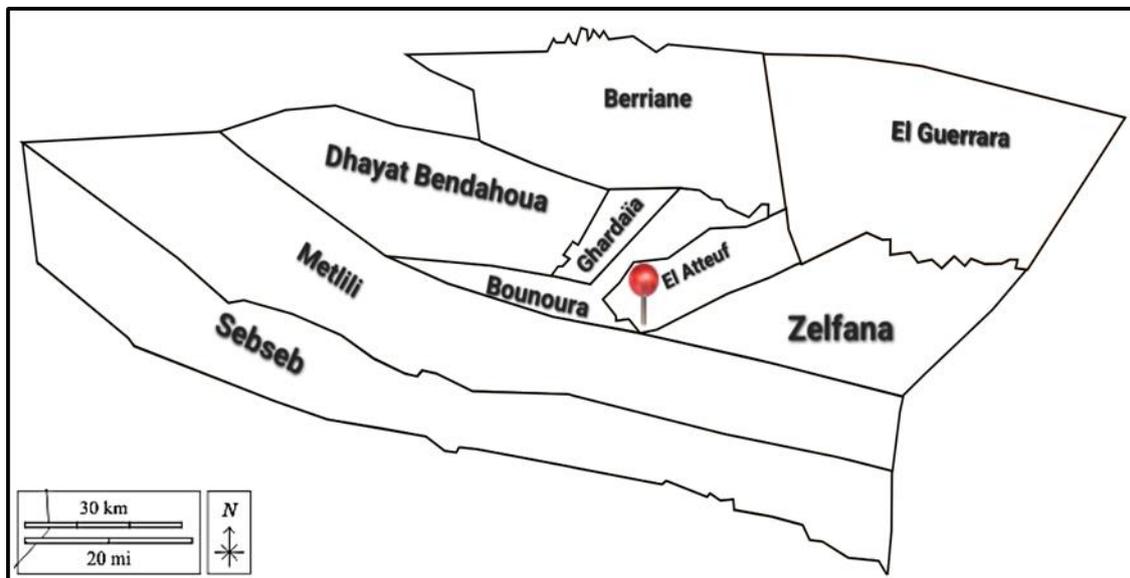
Le manuscrit se compose de trois parties ; une introduction incluant une synthèse bibliographique consiste à donner une vue générale sur l'importance de la culture des agrumes en Algérie et les pathogènes associés. La deuxième partie expérimentale exhibe la méthodologie suivie du travail. La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus et leur discussion. Enfin nous terminons faisons par une conclusion du travail tout en proposant des perspectives.

# **MATERIEL ET METHODES**

L'ensemble du travail expérimental a été réalisé au niveau des laboratoires de mycologie et de phytopathologie du département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Ghardaïa.

## 1. Sites d'étude

La région d'El-Atteuf, dans la région de Ghardaïa, a été choisie pour étudier deux vergers distincts d'oranger. 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. Les vergers sélectionnés se situent à l'ouest de la commune et comprend différentes cultures, dont les agrumes. La figure 1 montre la localisation géographique de la région d'étude.



**Figure 1 .** Carte de la Wilaya de Ghardaïa montrant la localisation géographique régions d'échantillonnage (<https://www.gifex.com>).

Les figures 2 et 3 montrent les arbres d'oranger cultivés dans les deux vergers prospectés. Les figures montrent également les différents types de symptômes externes de dépérissement observés.



**Figure 2.** Photos présentant des arbres d'oranger avec différents types de symptômes externe (a, b, c) au niveau du verger prospecté (CdA, 2024).

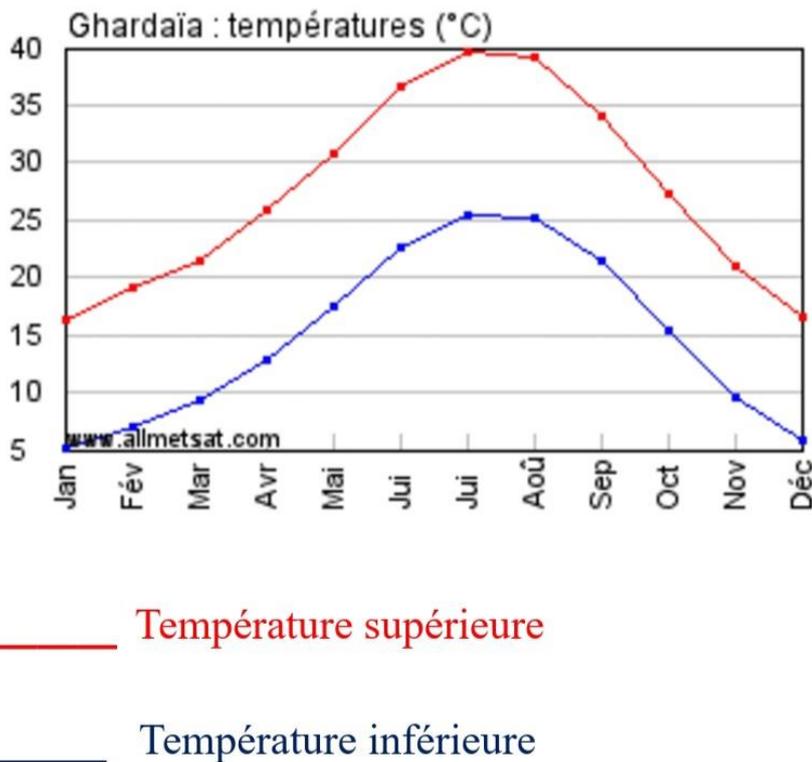


**Figure 3.** Photos présentant des arbres d'oranger avec différents types de symptômes (a, b) externe au niveau de 2<sup>ème</sup> verger prospecté (CdA, 2024).

## 2. Caractéristiques climatiques

Ghardaïa se trouve dans le centre-nord de l'Algérie, dans le nord du Sahara algérien, à 600 km au sud d'Alger, 190 km au sud de Laghouat, 270 km d'El Menia et 190 km à l'ouest d'Ouargla. De plus, il y a trois types de formations géomorphologiques différents dans la région : la *Chebka* du M'Zab, la région des Daïas et les sols squelettiques causés par l'érosion éolienne (D.P.A.T., 2005). La région est saharienne, donc elle se distingue par une pluviométrie irrégulière, une forte évaporation et de grandes différences de température, ainsi qu'un déficit hydrique permanent.

Certains considèrent cet espace comme inculte et répulsif, tandis que le développement du monde vivant exige, à la fois en termes de quantité et de qualité, des exigences en matière d'eau (Bensemaoune, 2007).



**Figure 4.** Température annuelle de la wilaya de Ghardaïa (météo Ghardaïa, 2024).

### 3. Caractéristiques pédologiques

La couverture du sol au Sahara est extrêmement variée et se divise en quatre catégories : les sols minéraux bruts, les sols peu développés, les sols hydromorphes et les sols halomorphes. Les sols de la région de Ghardaïa sont peu développés, mous, profonds, sablo-limoneux et non salés. Sa texture est assez homogène et permet un drainage naturel adéquat. (Righi et Ziadi, 2020).

### 4. Matériel biologique

L'étude a porté sur deux variétés d'orangers *Citrus sinensis* L. dans le premier verger, Thomson et Valencia Late à l'âge de 13 à 15 ans et la variété Thomson pour le second, dont l'âge était compris entre 5 et 7 ans (tableau 1).

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

|          | Verger -1- |               | Verger -2- |
|----------|------------|---------------|------------|
| Variété  | Thomson    | Valencia Late | Thomson    |
| Âge (an) | 13 à 15    |               | 5 à 7      |

### 5. Prélèvement des échantillons

La collecte des échantillons a eu lieu en février pour le site 1 et mars pour le site 2, en 2024. Les orangers présentent des symptômes extérieurs : dépérissement partiel ou total, des nécroses et points noirs sur les feuilles, du chancre, infection des rameaux et des fruits.

Dix arbres ont été choisis pour chaque verger pour être prélevés, dont trois rameaux symptomatiques. On vérifie l'existence de nécroses internes en coupant des portions de rameaux de 1 à 3 cm de diamètre et de 30 à 40 cm de longueur environ. Les échantillons ont été marqués et ont été stockés dans des sacs en papier afin d'être transportés vers le laboratoire. Il y a un total de 60 rameaux recueillis dans les deux vergers.

### 6. Etude de la communauté fongique

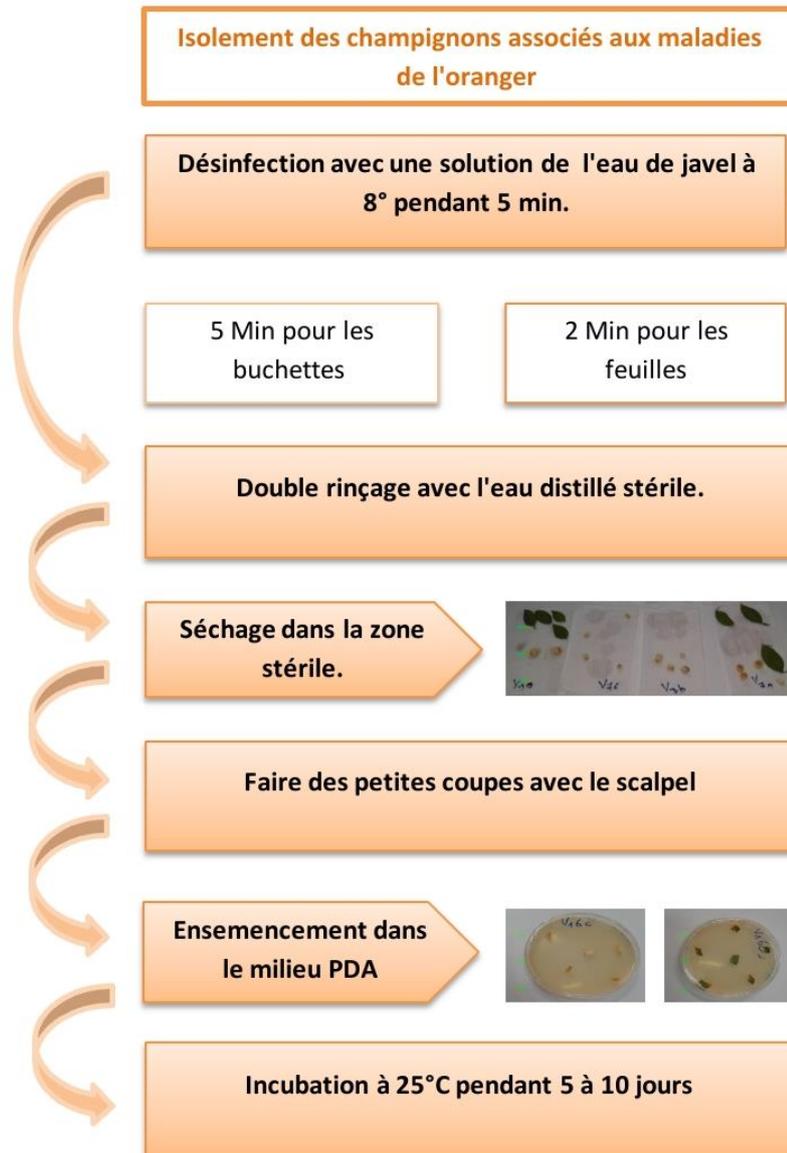
#### 6.1. Préparation des échantillons et description des nécroses

À partir des différentes parties des rameaux, de petites bûchettes sont découpées transversalement et longitudinalement à la limite du bois sain au laboratoire à l'aide d'un

sécatteur. L'objectif est d'identifier les nécroses internes afin d'isoler les agents fongiques. Les nécroses obtenues sont caractérisées par leur texture, leur localisation et leur teinte.

## **6.2. Isolement**

Selon le protocole de Berraf et Péros (2005), les champignons sont isolés à partir des bûchettes préparées auparavant. Les bûchettes sont remplies de la solution d'eau de javel à 8° pendant 5 minutes et les feuilles de 2 minutes, puis elles sont rincées deux fois avec de l'eau distillée stérile. Après séchage, les bûchettes ont été coupées en petits fragments à l'aide d'un scalpel stérile, puis elles ont étéensemencées à la surface du milieu PDA (Potato Dextrose Agar) dont cinq pour chaque boîte de Pétri et les feuilles sont coupées et 6 pièces ont été placées. Chaque boîte est étiquetée et scellée avec du Parafilm. L'incubation a lieu dans l'obscurité à 25 °C pendant une période de 5 à 10 jours. La figure 5 montre les principales étapes du protocole expérimental adopté.

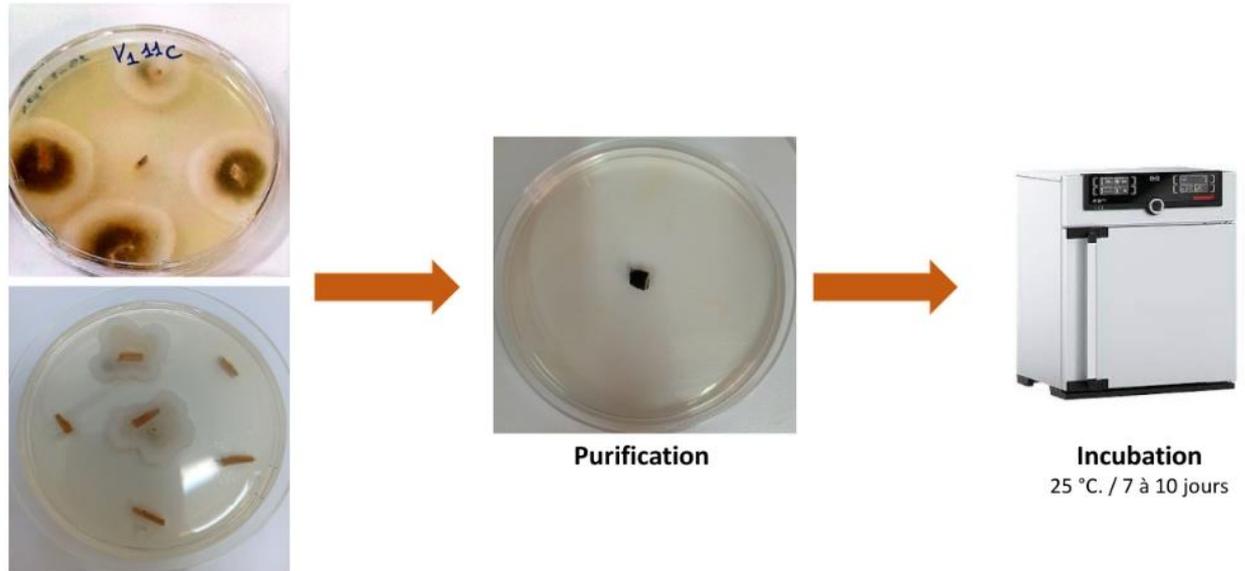


**Figure 5.** Protocole expérimental d'isolement de la flore fongique associée à l'oranger.

### 6.3. Purification

À l'issue d'une incubation de 5 à 10 jours, certaines boîtes d'isolement renferment plusieurs colonies de formes, de couleurs et de textures variées. Les colonies ont été repiquées dans d'autres boîtes contenant le milieu PDA. L'ensemencement à l'aide d'un scalpel ou d'un emporte-pièce. Les avantages du repiquage des champignons sont la sélection des mycéliums les plus performants, la stimulation de la croissance mycélienne, la diminution du risque de contamination et le plus important c'est d'obtenir des souches pures. Les Isolats obtenus ont

été conservés dans des tubes eppendorfs à 4 °C après son utilisation. Les étapes de la purification sont représentées dans la figure 6.



**Figure 6.** Etapes de la purification.

## 6.4. Identification des champignons

### 6.4.1. Description morphologique

L'observation à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope optique est utilisée pour décrire la structure morphologique des champignons. Cette méthode est cruciale pour leur identification et leur classification en différents groupes et familles, en fonction de leur mycélium, de leur couleur, de leur texture, de leurs caractéristiques microscopiques, de leur pathogénicité et de leur rôle dans l'écosystème. Elle se déroule en plusieurs étapes:

#### a. Observation macroscopique

L'observation macroscopique permet d'identifier les colonies mycéliennes en se basant sur des critères tels que la forme, la couleur, la texture et la taille des différentes parties. Cette méthode est essentielle pour classer et repérer les champignons fongiques.

Il s'agit de définir la teinte du mycélium et de son revers (brun, gris, noir, blanc vert, etc.), de l'aspect (laineux, duveteux, poudreux, glabre) et de la vitesse de croissance (rapide, modérée ou lente).

### **b. Stimulation de sporulation**

Le test de sporulation joue un rôle essentiel dans l'identification mycologique, car il permet d'observer les propriétés des spores engendrées par les champignons dans des conditions strictement contrôlées. On examine les résultats de ce test en même temps que les autres critères morphologiques afin d'identifier de manière précise.

Les isolats sont cultivés dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau gélosée (Water Agar) et des brindilles de n'importe quel arbre doublement autoclavées pour favoriser la sporulation (Fig. 7). Dans cet environnement pauvre en nutriments, les champignons se développent sur les branches de caroubier et de l'olivier. La durée de l'incubation était de 10 à 20 jours, à une température ambiante proche des rayons solaires.



**Figure 7.** Stimulation de sporulation sur des brindilles dans des boîtes de l'eau gélosé (CdA, 2024).

### **c. Observation microscopique**

Après environ 20 jours d'incubation, les pycnides (stromas) ont commencé à se développer. Avec un scalpel stérile, on coupe ces pycnides et on la place sur une lame remplie d'une goutte d'acide lactique absolu, puis on les recouvre d'une lamelle. L'observation microscopique est réalisée à l'aide d'un microscope optique dont les objectifs sont de 40 et 100 mm. Son étude porte sur l'apparence et la composition des conidiophores, des cellules conidiogènes et des conidies.

#### d. Vitesse de croissance

On mesure simultanément le taux de croissance mycélienne à 25 °C avec l'analyse morphologique et taxonomique (Mahamedi, 2022). La rapidité de développement des organismes fongiques varie en fonction de la souche, les conditions de culture et de la disponibilité des nutriments. On peut mesurer cette vitesse de développement macroscopiquement sur la gélose. On peut également décrire la vitesse de croissance des colonies fongiques sur gélose comme étant rapide (avec un diamètre supérieur à 3 cm à 7 jours), modérée (entre 1 et 3 cm) ou lente (< 1 cm). Après 48 et 72 heures d'incubation, l'évaluation de croissance a été réalisée sur une boîte de Pétri contenant le milieu PDA en utilisant deux diamètres perpendiculaires (Phillips *et al.*, 2008).

### 6.5. Abondance des genres

Le nombre d'individus de chaque genre par rapport au nombre total d'individus permet d'évaluer l'abondance relative des genres.

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

### 6.6. Test de pathogénicité

Le test de pathogénicité joue un rôle important dans l'évaluation de la capacité d'un agent pathogène à provoquer des maladies chez un hôte donné, ce qui permet de mieux appréhender les interactions entre le pathogène et l'hôte. Selon l'agent pathogène testé et l'organisme hôte, les résultats du test de pathogénicité peuvent différer (Bricca, 2014).

Les souches obtenues sont testées pour leur pathogénicité sur des rameaux asymptomatiques d'agrumes, car il est nécessaire que l'agent soit présent dans les plantes malades et absente dans les plantes saines (Figure 8).

Après avoir été désinfectés, on a créé de petites fentes entre deux nœuds à l'aide d'un scalpel stérile, puis on a inoculé un petit disque mycélien. Quand on inocule l'agent pathogène en culture pure à une plante saine, il provoque des symptômes typiques de la maladie. Ensuite, on a enroulé du coton humide stérile et du Parafilm autour du point d'inoculation pour maintenir des conditions d'humidité adéquates. Chaque isolat testé est incubé à température ambiante pendant une période de photopériode quotidienne (Figure 8).

Les rameaux inoculés sont écorcés vingt jours plus tard afin de mesurer la longueur des lésions causées autour du point d'inoculation en raison de l'invasion des champignons

dans le bois sain. À la fin, le premier agent pathogène est à nouveau isolé à partir des plantes infectées dans le cadre expérimental selon le postulat de Koch (Mahamedi *et al.*, 2020).



**Figure 8.** Test de pathogénicité (CdA, 2024).

## 7. Analyses statistiques

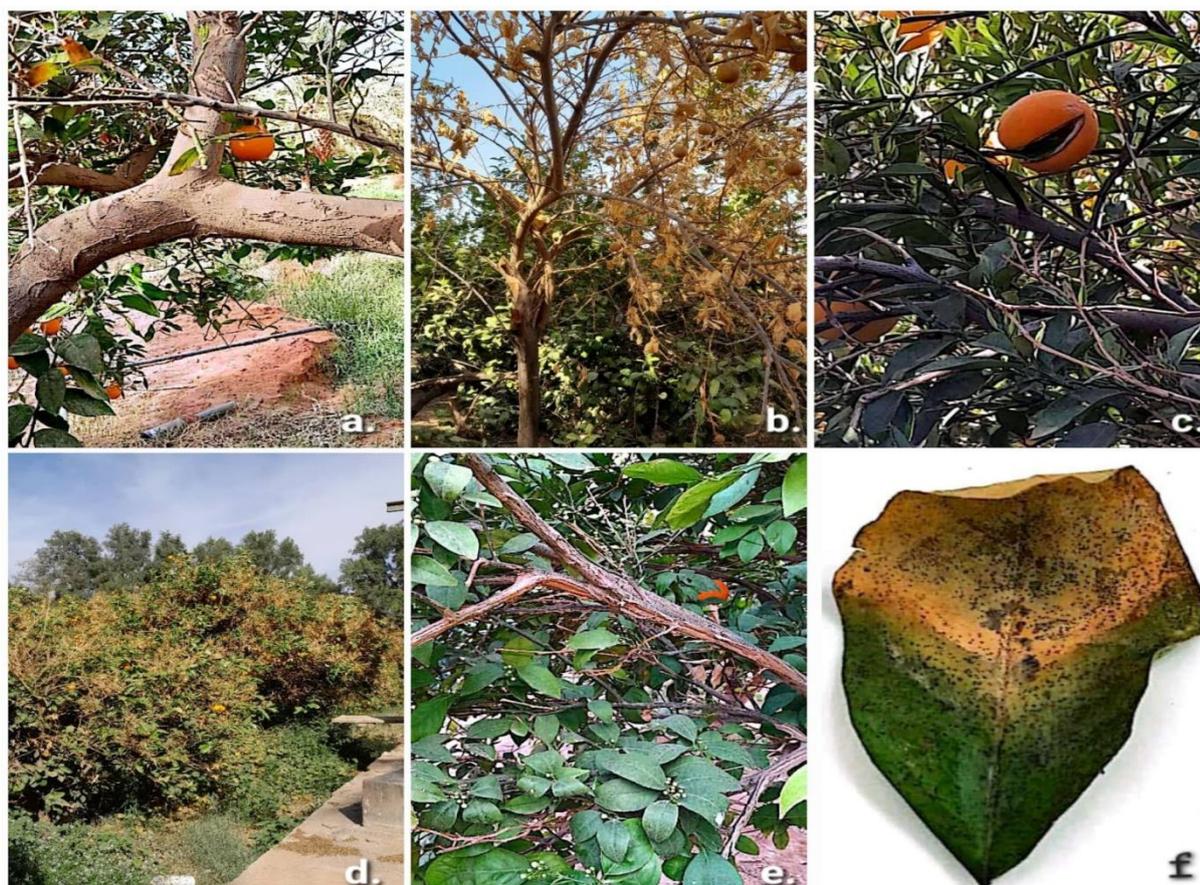
Les données des essais de pathogénicité ont été soumises à une vérification de normalité, ensuite une analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur a été menée. La signification des différences entre les valeurs moyennes enregistrées pour les différents isolats appartenant aux différentes espèces 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 statistiques.

# **RESULTATS**

## 1. Symptomatologie

### 1.1. Symptômes externes

Durant les prospections des deux vergers, différents types de symptômes ont été observés, dont : dépérissement partielle, nécrose des feuilles, défoliations des branches et des chancres. La figure 9 présente les différents types de symptômes observés.



**Figure 9.** Symptômes observés sur les arbres d'oranger. **a** : branche affecté, **b** : dépérissement total ; **c** : fruit affecté ; **d** : dépérissement partiel ; **e** : chancre ; **f** : points noirs et lésion des feuilles

### 1.2. Description des nécroses internes

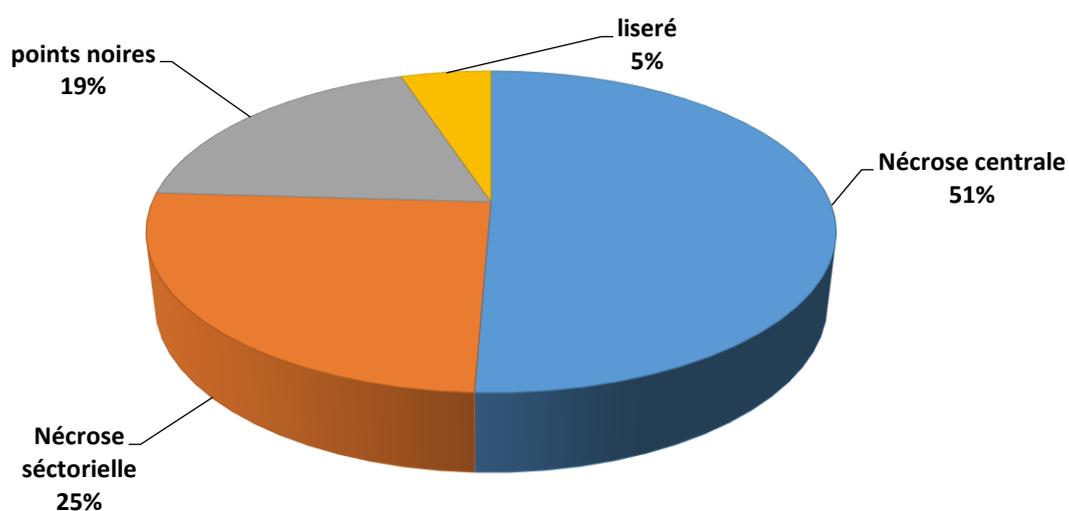
Différents types de nécroses internes ont été observés dans les bûchettes obtenues à partir des coupes transversales des rameaux provenant des arbres symptomatiques dont, la nécrose centrale (Fig. 10a), la nécrose sectorielle (Fig. 10g), les points noirs (Fig. 10h) et le liseré (Fig. 10f).



**Figure 10.** Différents types de nécroses observées dans les rameaux d'orangers.  
**a,c,e,f,h:** nécrose centrale ; **b,d,g:** nécrose sectorielle ; **c,h:** point noir.

### 1.3. Nombre et fréquence des nécroses internes

Parmi les 60 rameaux échantillonnés, la majorité des lésions observées sont caractérisées par une nécrose centrale 51%, parfois accompagnée de points noirs 19% et de liseré 5%, puis les nécroses sectorielles 25%. La figure 11 récapitule la répartition des différentes lésions internes observées.



**Figure 11.** Les lésions internes observées dans les bûchettes.

## 2. Isolement et identification des champignons

Après isolement sur milieu PDA, un ensemble de 60 isolats fongiques a été collecté après purification à partir des différents échantillons pris. Une sélection des isolats a été réalisée à partir des différents isolements. (Tableau 2).

**Tableau 2.** Résultats d'isolement des échantillons de l'oranger.

| Nombre d'isolats obtenus | Boîtes Négatives | Boîtes positives | Nombre totale des boîtes |
|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 60                       | 46               | 74               | 120                      |

### 2.1. Identification macro- et micromorphologique

En se basant sur les caractéristiques culturelles et micro-morphologiques des colonies fongiques, six groupes et un groupe "singletons" distincts ont été identifiés (tableau 3).

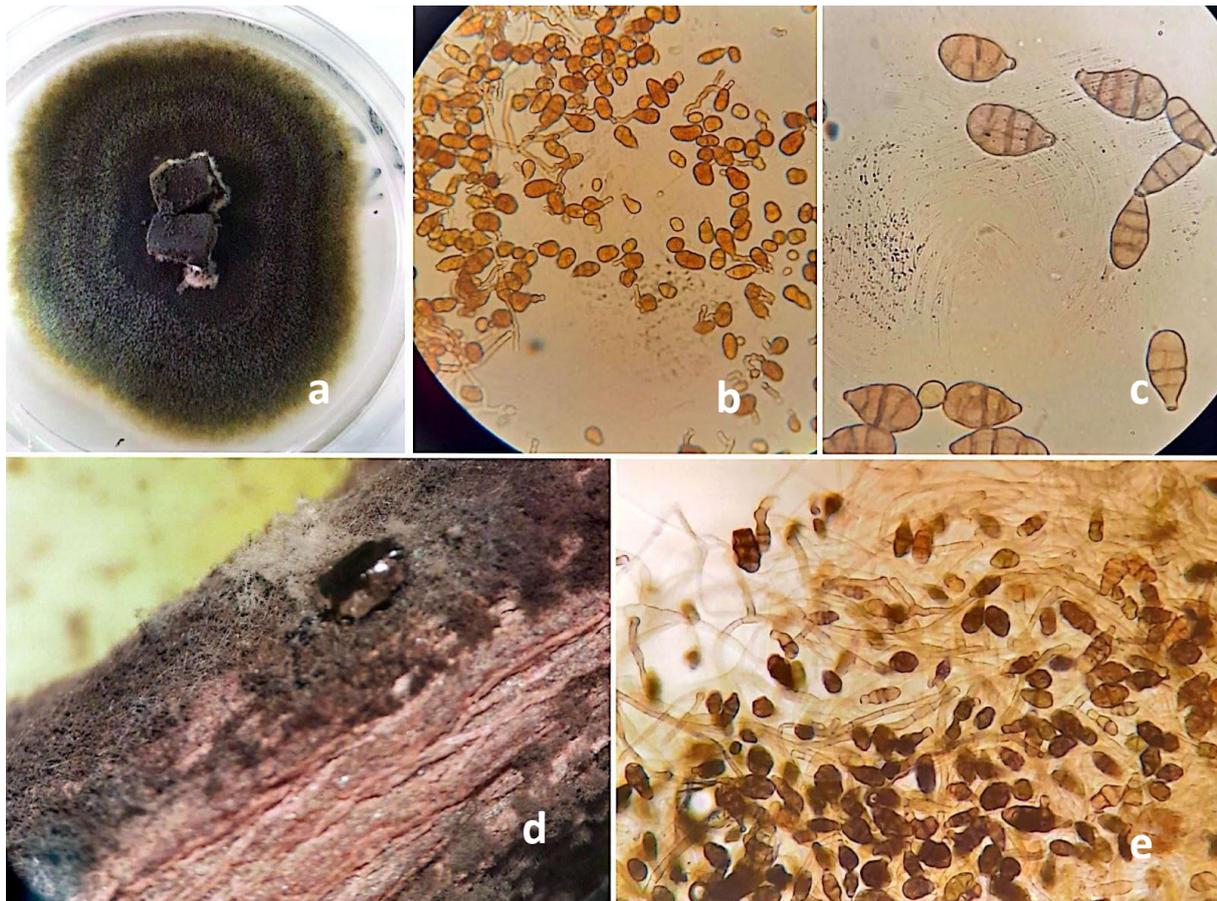
**Tableau 3.** Nombre des isolats obtenus.

| Isolats          | <i>Alternaria</i> sp. | <i>Verticillium</i> sp. | <i>Gnomoniaceae-like</i> | <i>Botrytis cinerea</i> . | <i>Ulocladim</i> sp. | <i>Colletotrichum</i> sp. | <i>Mucor</i> sp. | <i>Fusarium</i> sp. | <i>Sepedonium</i> sp. | <i>Cladosporium</i> sp. | <i>Aspergillus</i> sp. |
|------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Nombre d'isolats | 39                    | 12                      | 8                        | 5                         | 2                    | 2                         | 2                | 1                   | 1                     | 1                       | 1                      |

Deux isolés provenant de chaque groupe discriminé ont été caractérisés micro-morphologiquement. Elle repose sur l'étude du mycélium, des cellules conidiogènes et des conidies. On a aussi mesuré la vitesse de croissance.

#### 2.1.1. Le genre *Alternaria*

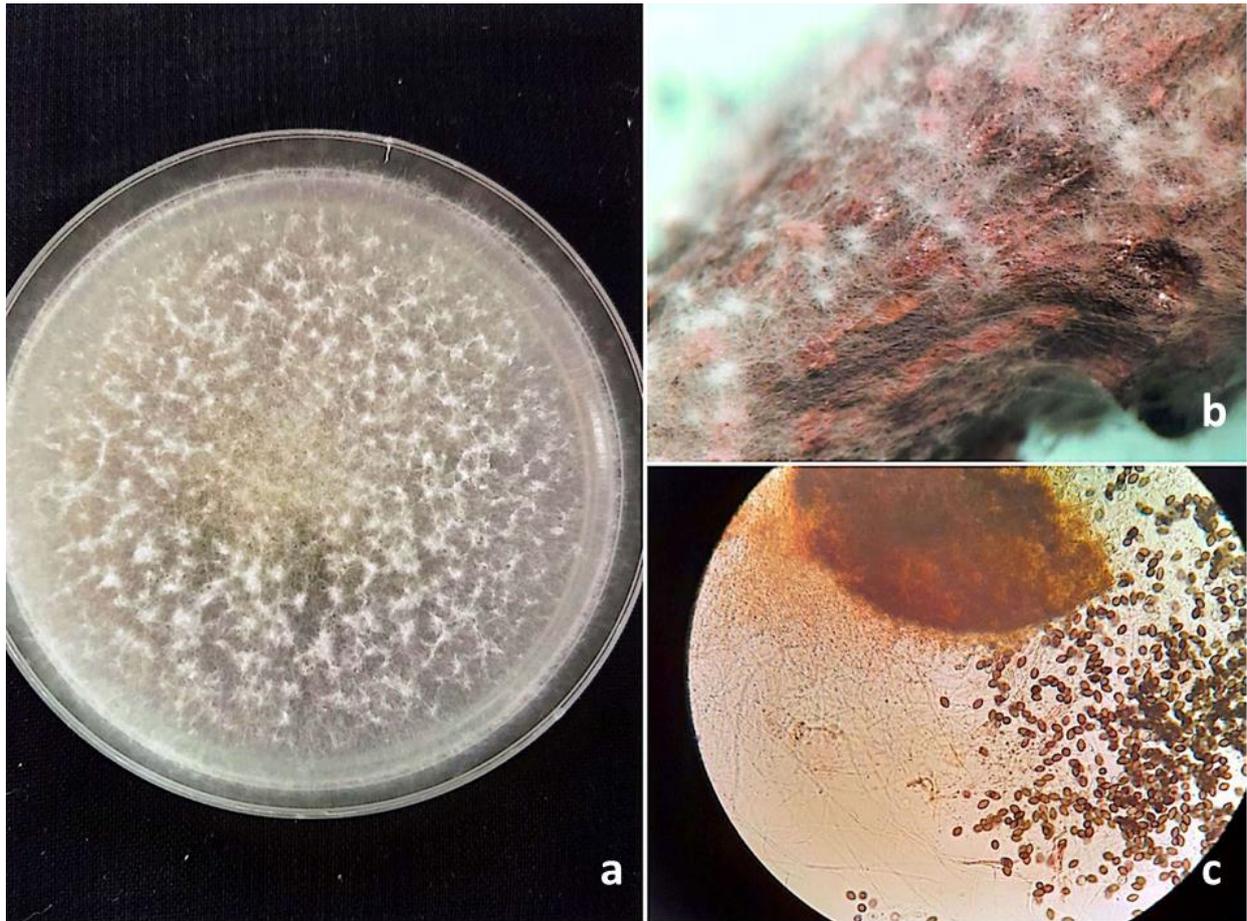
Sur le milieu PDA, les colonies d'*Alternaria* présentent des caractéristiques macroscopiques caractéristiques tel qu'une coloration verdâtre à noirâtre ; Une apparence cotonneuse ; une forme avec des colonies, arrondies régulières. Les conidiophores peuvent être individuels ou groupés, avec une chaîne simple ou ramifiée de conidies. Les conidies microscopiques sont solitaires ou groupées, ovoïdes, cylindriques ou piriformes, arrondies à la base, lisses, verruqueuses, atténuées à leur sommet, et elles sont muriformes. (Nagrle et al., 2013; fig. 12). La vitesse de croissance mycélienne est autour de 21 mm durant 4 jours.



**Figure 12.** *Alternaria* sp. **a:** aspect macroscopique de *Alternaria* sp.; **b:** aspect microscopique des conidies (Gr  $\times 400$ ) ; **c :** conidies (Gr  $\times 1000$ ) ; **d:** pycnides développées sur les brindilles d'olivier ; **e :** des conidies et des cellules conidiogènes.

### 2.1.2. Le genre *Botrytis*

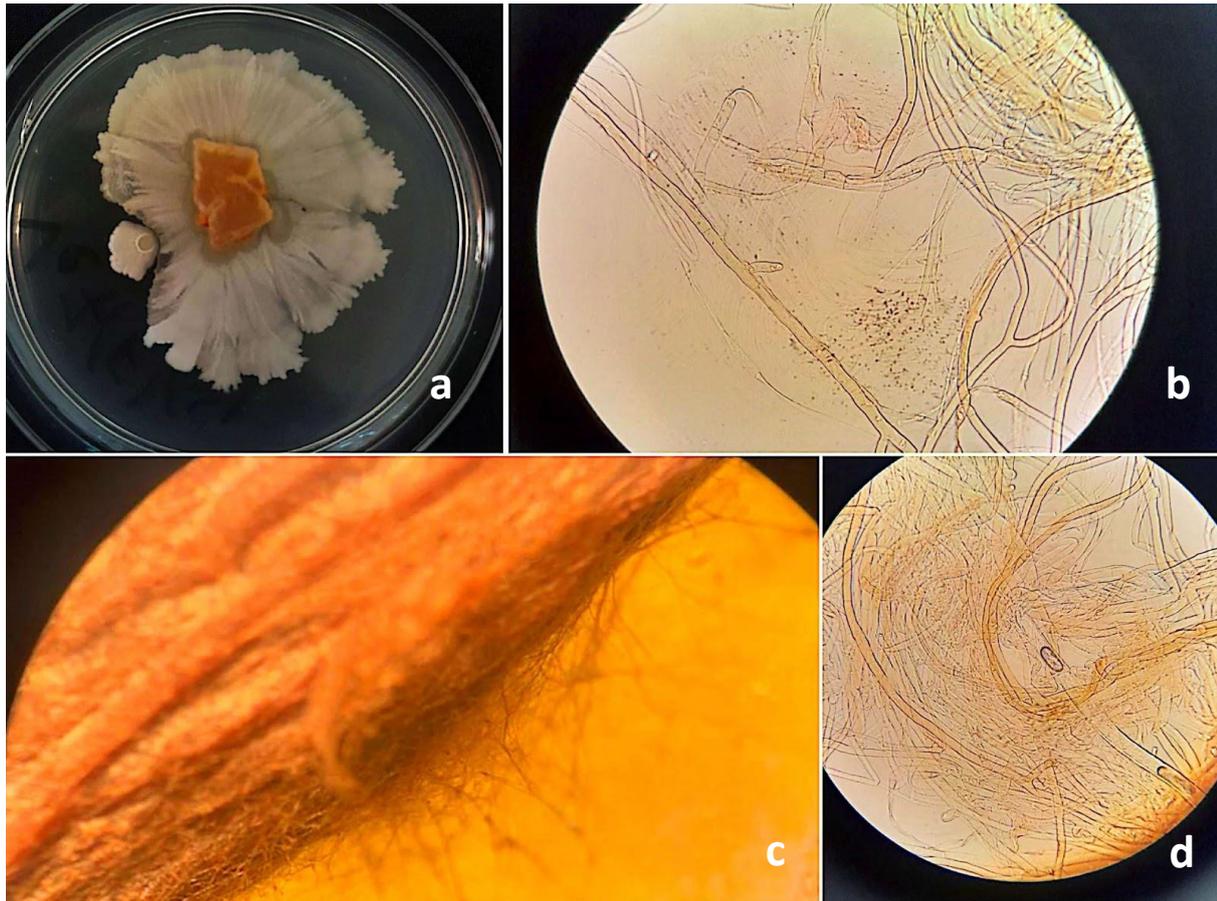
*Botrytis* se caractérise par un aspect aérien ; forme mycélienne irrégulière couvrant la surface de la boîte. Des pycnides brunes sont formés sur les brindilles d'olivier dans une période de 3 semaines. Les conidiophores et les cellules conidiogènes sont absents. Les conidies remarquées sont fusiformes à ovales, vertes et petites (Bolívar et *al.*, 2020; Fig. 13).



**Figure 13. *Botrytis cinerea*.** a : macromorphologie de *Colletotrichum* sp. ; b : stromas développés sur les brindilles d'olivier ; c : petites conidies vertes.

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

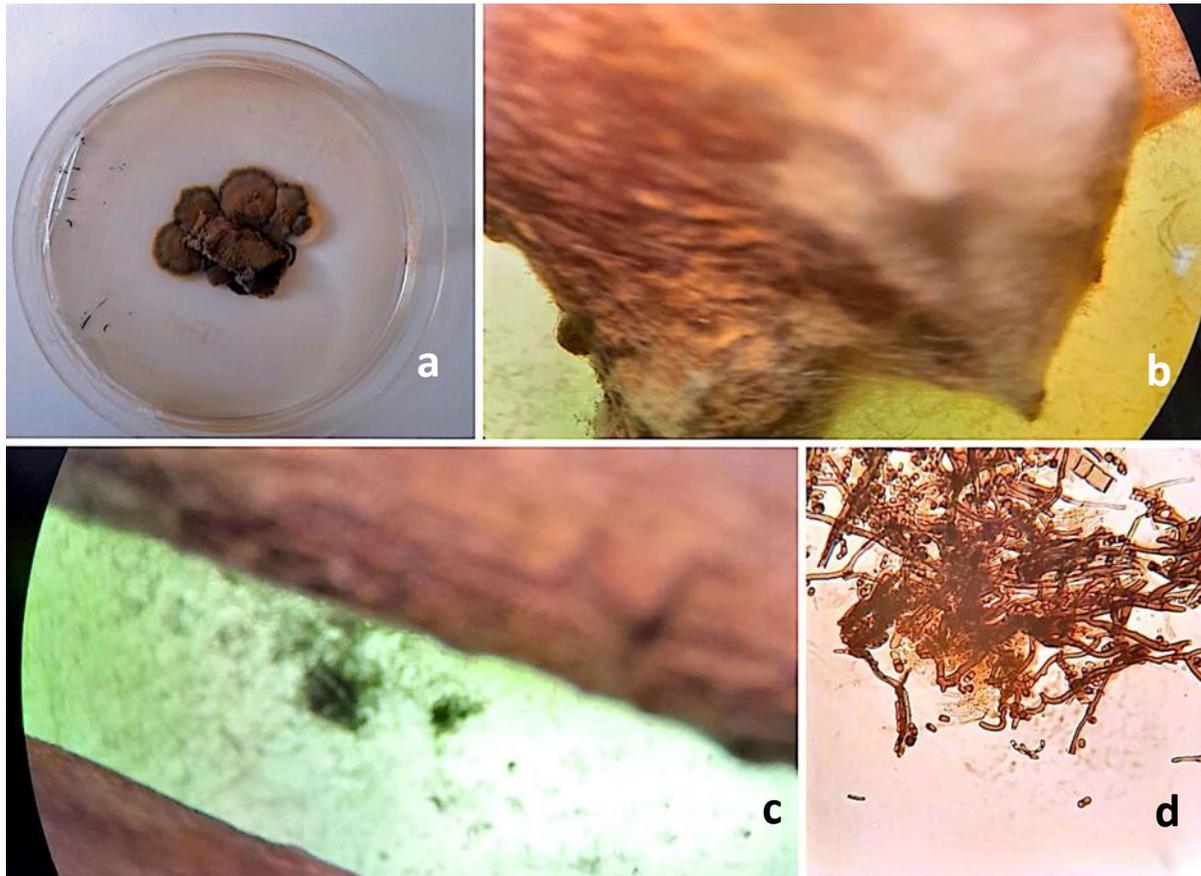
Les *Gnomoniaceae* incluent des acomats, qui sont mollets, minces et pseudoparenchymatiques, avec un ou plusieurs collets centraux ou excentriques. Ils sont de croissance lente à modérée et rarement forment des conidiomates cultivés. Les hyphes sont non pigmentés (Sogonov et *al.*, 2008; Fig. 14).



**Figure 14. *Gnomoniaceae*-like.** **a** : aspect macromorphologique ; **b, d** : cellules conidiogènes (x400) ; **c** : stromas formés sur l'écorce des brindilles du caroubier.

#### 2.1.4. Le genre *Cladosporium*

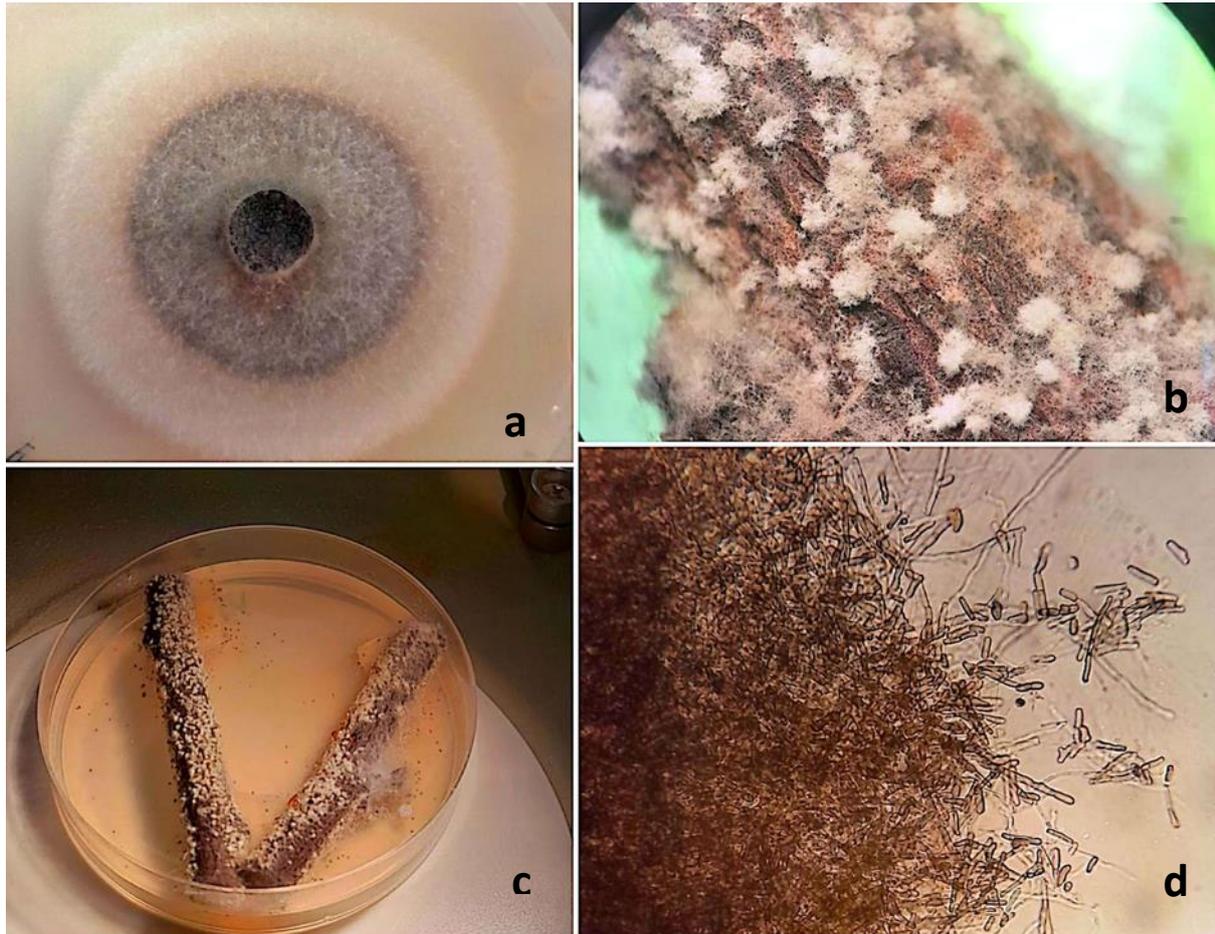
Les espèces de ce genre se caractérisent par un aspect vert olivâtre de couleur, une texture poudreuse avec des éclats et une forme sporadique. Les conidies, qu'elles soient solitaires ou en chaînes, ramifient ; uni ou pluricellulaires, sont sombres et peuvent varier en termes de forme et de taille avec la prédominance des formes cylindrique, irrégulière ou ovoïde (Bensch et *al.*, 2012; Fig. 15). Les conidiophores sans branches, longs, sombres et droits, avec des groupes ou des individus isolés. Le mycélium est rampant, fragmenté, moins coloré. Concernant la vitesse de croissance, la boîte est remplie dans 48 h.



**Figure 15.** *Cladosporium* sp. **a** : aspect macroscopique de *Cladosporium* sp. ; **b**: pycnide sectionnée ; **c**: stromas noires sur l'écorce des brindilles de caroubier ; **d** : aspect microscopique (x400).

### 2.1.5. Le genre *Colletotrichum*

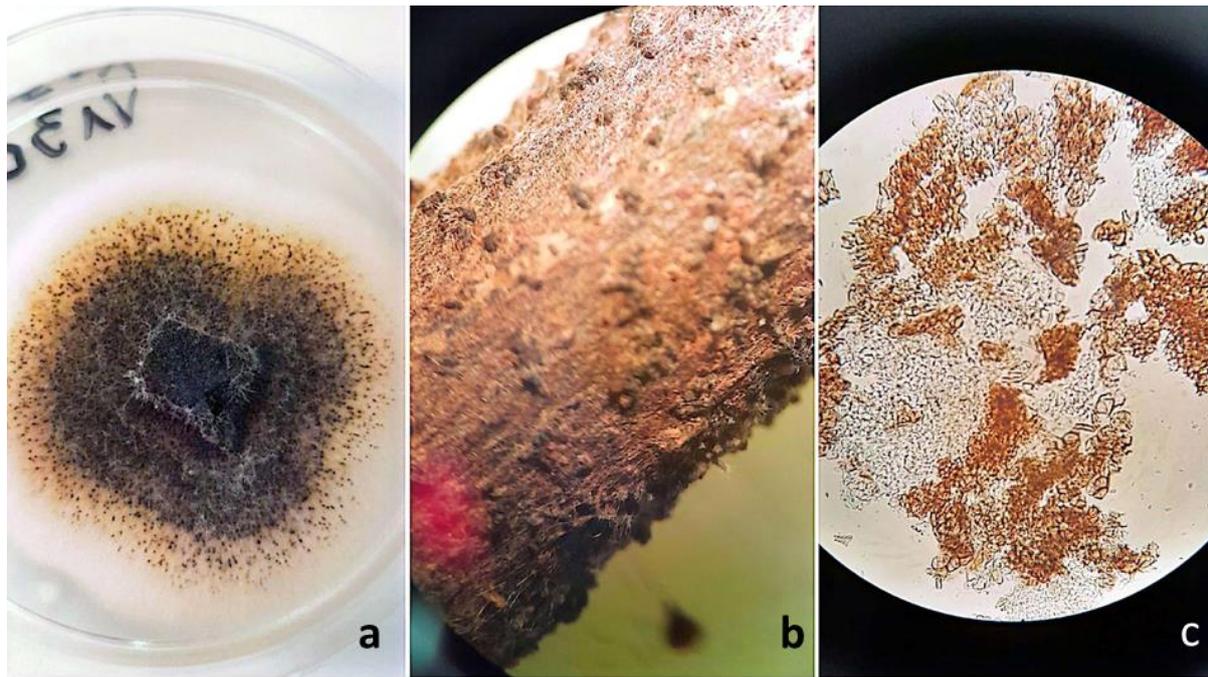
Selon les caractéristiques macromorphologiques du genre *Colletotrichum*, il présente un aspect aérien, laineuse, abondant avec une couleur blanche qui deviennent vertes et une croissance de 40 mm de diamètre dans pendant cinq jours d'incubation à 25 °C sur le milieu PDA (Cai et al., 2009; Fig. 16).



**Figure 16.** *Colletotrichum* sp. **a** : micromorphologie de *Colletotrichum* sp. ; **b,c** : stromas formés sur les brindilles de caroubier ; **d** : conidies septées.

### 2.1.6. Le genre *Sepedonium*

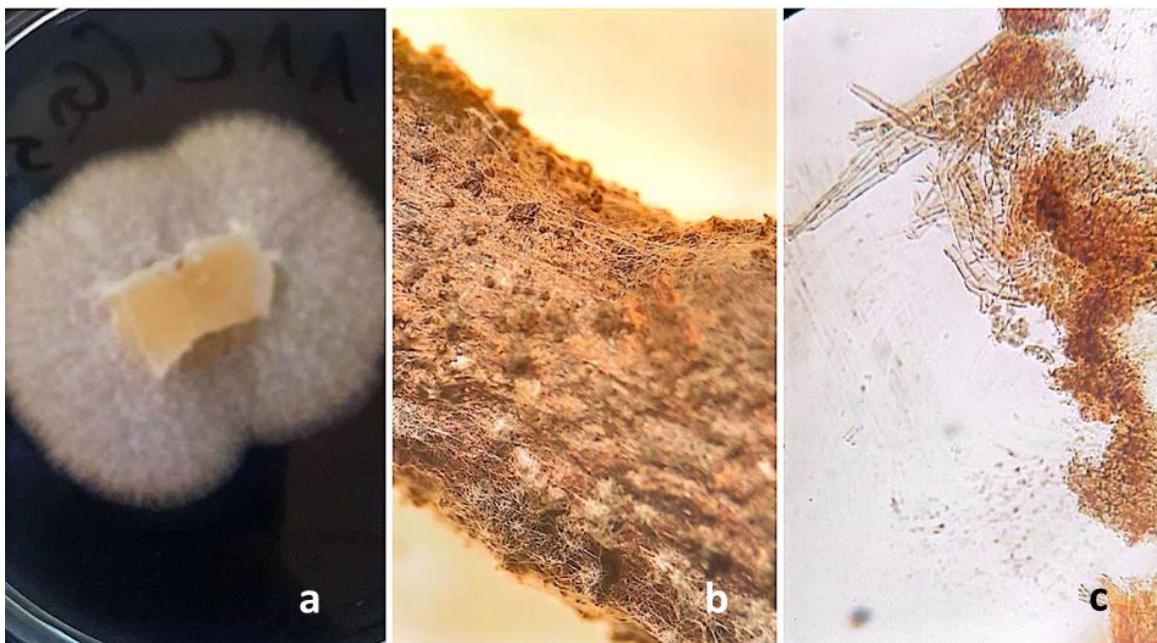
Ce genre présente un mycélium aérien, lisse, peu abondant et plan de couleur rosâtre. Sa croissance est lente (15 mm/4 jours) (fig. 17.a). Les pycnides formées sur les brindilles sont semblables à de la poudre avec une couleur brune (fig. 17.b). Les conidies sont de forme sphérique et de couleur brune (Binimelis-Salazar et al., 2021 ; Torbati et al., 2018 ; fig. 17.d).



**Figure 17. *Sepedonium* sp. a :** colonie de *Sepedonium* sp. ; **b :** stromas développés sur les brindilles de caroubier ; **c :** aspect microscopique (Gr x 400).

### 2.1.7. Le genre *Verticillium*

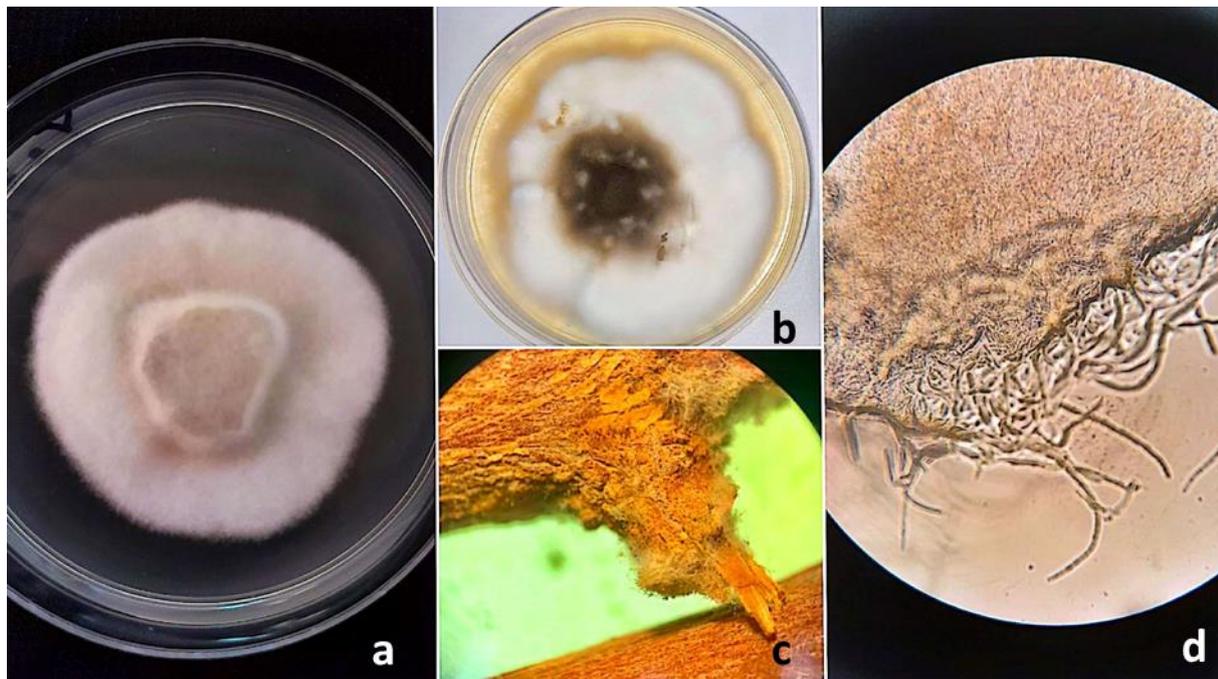
Ce genre a de Coloration blanchâtre ; apparence cotonneuse et aérienne ; Forme régulière des mycéliennes. Les propriétés microscopiques sont : mycélium divisé, avec des branches et d'un blanc hyaline ; conidiophores en forme de triangle ; conidies ovoïdes ou cylindriques (Klosterman et al., 2009; Barnett & Hunter, 1996 ; fig. 18).



**Figure 18. *Verticillium* sp. a :** aspect macroscopiques ; **d :** stromas formés sur les brindilles de caroubier ; **c :** Mycélium de *Verticillium* sp. (Gr x 400).

### 2.1.8. Le genre *Fusarium*

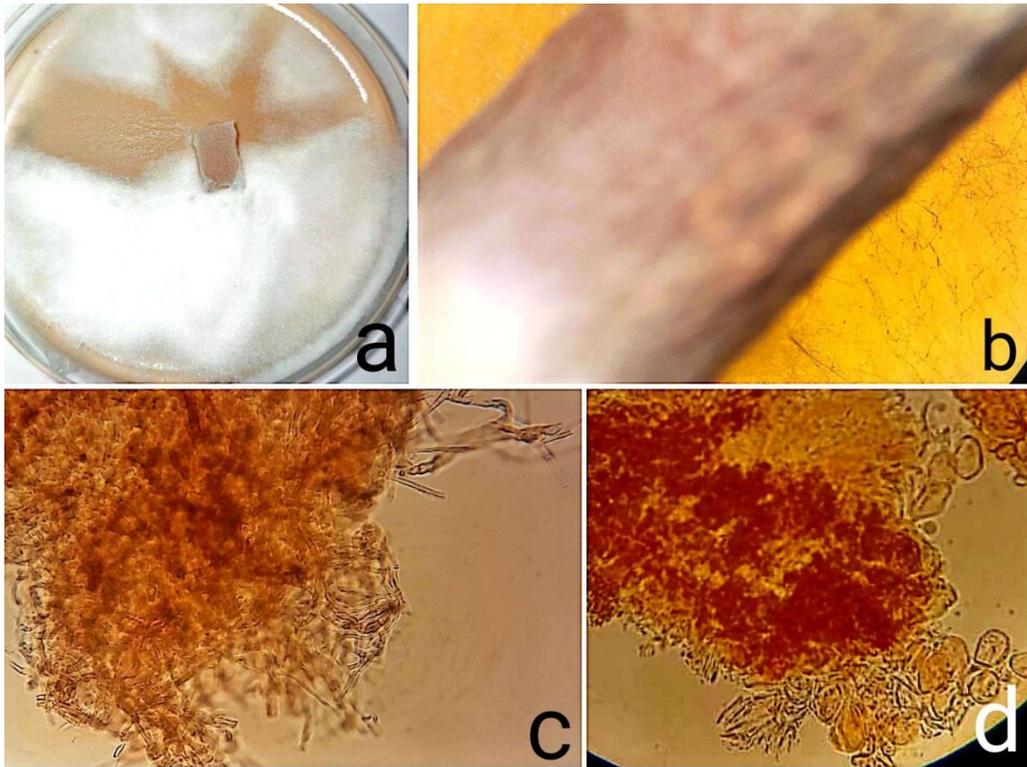
Ce genre a un aspect cotonneux avec une couleur blanche qui devient brune ou verdâtre avec le vieillissement de culture (Leslie & Summerell, 2008; Barnett & Hunter, 1996), un mycélium dense, couvrant la boîte de Pétri sa croissance peut atteindre 10 mm dans 72 h (fig. 19).



**Figure 19.** *Fusarium* sp. a,b : aspect macroscopique c : : mycélium formés sur les brindilles de caroubier ; d : aspect microscopique du mycélium (Gr x400).

### 2.1.9. Le genre *Mucor*

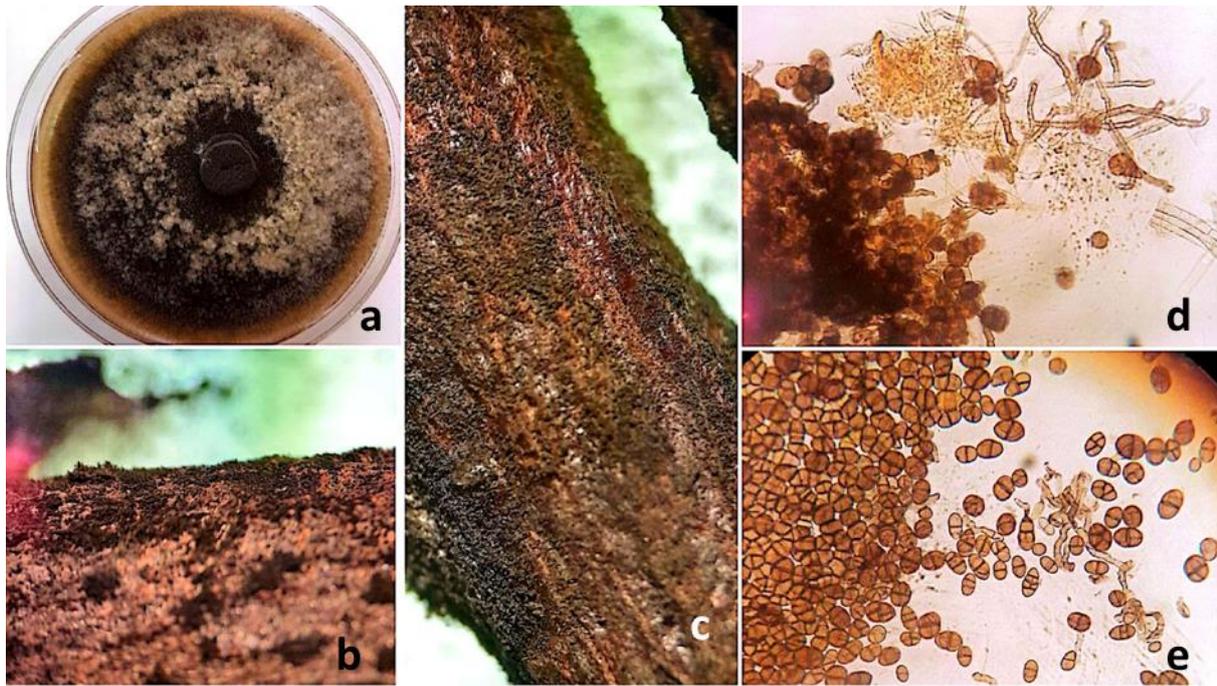
En général, les colonies de ce genre sont d'un blanc ou d'un beige qui se transforme en gris à brun avec l'âge. Les variétés de *Mucor* sont des champignons qui se développent rapidement. Quant à l'aspect microscopique, les colonies de *Mucor* sont d'une couleur brune grisâtre pâle et ne se développent pas à une température de 37 C (température de croissance maximale 37 C). Les sporangiophores présentent une forme hyaline et sont généralement sympodialement ramifiés, avec des branches longues dressées et des branches plus courtes qui deviennent circulées (roulées) (Ziaee et al., 2016).



**Figure 20. *Mucor* sp. a :** aspect macroscopique **b :** des picnides sur les brindilles d'olivier **c;d :** cellules conidiogène et mycélium (Gr x400).

#### 2.1.10. Le genre *Ulocladium*

Macroscopiquement, ce genre se caractérise par un mycélium de couleur verte grisâtre, un aspect aérien et une forme mycélienne irrégulière couvrant la surface de la boîte (Fig. 21). Quant aux caractères microscopiques, les conidies se montrent comme des cellules apicales large arrondies et portant des grappes de conidies globuleuses sur des stigmates. Les conidiophores sont dressés ou flexueux, lisses, marron, ramifiés (Runa et *al.*, 2009 ; Wang et *al.*, 2009) .



**Figure 21. *Ulocladium* sp. a** : aspect macroscopique ; **b,c** : pycnides formes sur les brindilles ; **d,e** : Mycélium et conidies (Gr x400).

### 2.1.11. Le genre *Aspergillus*

Ce genre a une texture aérienne, poudreuse avec une couleur initialement blanche, puis verte. Dans une incubation de quatre jours à 25 °C sur PDA (Fig. 22), la colonie atteint un diamètre de 20 mm. Ses caractéristiques microscopiques montrent la présence de conidiophores et de cellules conidiogènes sous forme hyalins, verruqueuses et renflées en vésicules. Les conidies visualisées sont de forme sphérique et de couleur verte (Diba et *al.*, 2007; Barnett & Hunter, 1996).

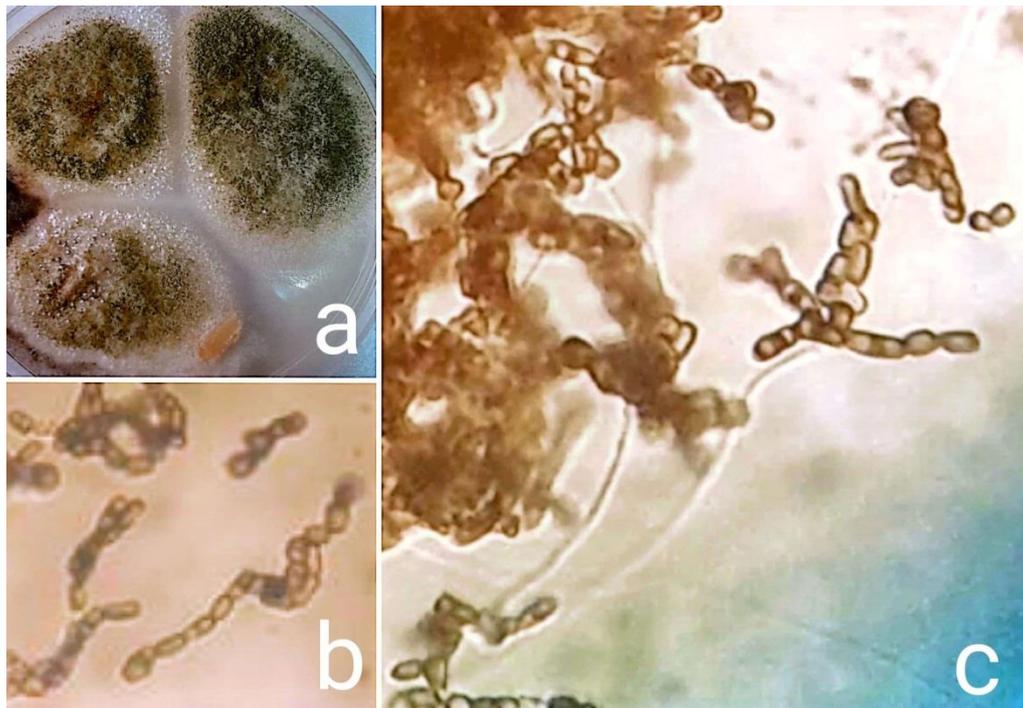


Figure 22. *Aspergillus* sp. a : aspect macroscopique ; b ; c : conidies (Gr x400).

### 3. Abondance des genres

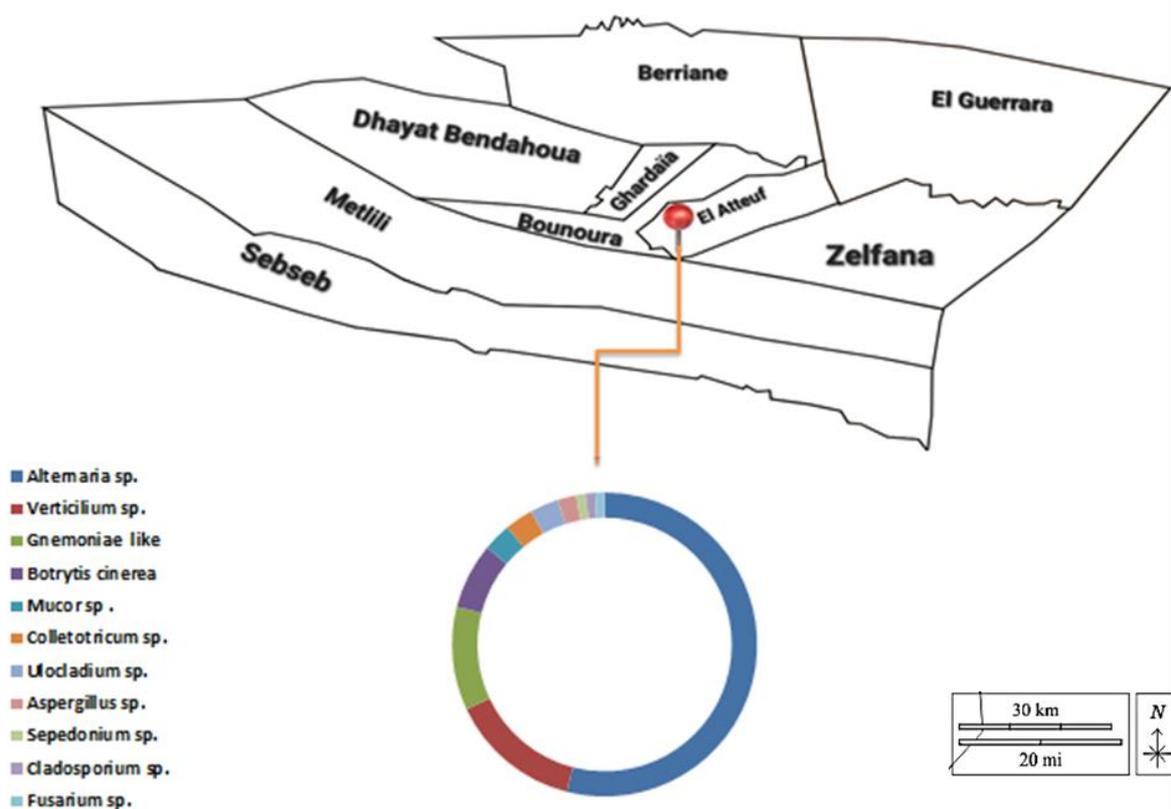
D'après les résultats obtenus, les isolats du genre *Alternaria* sont les plus prolifiques, avec une abondance relative de 52,70%, suivis du genre *Verticillium* (16,22%), de la famille *Gnomoniae-like* (10,81). Par contre, *Ulocladium*, *Colletotrichum* et *Mucor* représentent 2,7 % des espèces, tandis que les genres les moins courants sont *Sepedonium*, *Fusarium*, *Aspergillus* et *Cladosporium*, avec un pourcentage de 1,3% (tableau 4).

Tableau 4. Abondance relative des genres

| Isolat       | <i>Alternaria</i> sp . | <i>Verticillium</i> sp. | <i>Gnomoniaceae-like</i> . | <i>Botrytis cinerea</i> | <i>Ulocladim</i> sp. | <i>Colletotrichum</i> sp. | <i>Mucor</i> sp. | <i>Fusarium</i> sp. | <i>Sepedonium</i> sp. | <i>Cladosporium</i> sp. | <i>Aspargillus</i> sp. |
|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Nombre       | 39                     | 12                      | 8                          | 5                       | 2                    | 2                         | 2                | 1                   | 1                     | 1                       | 1                      |
| Abondance(%) | 52,70                  | 16,22                   | 10,81                      | 6.76                    | 2.70                 | 2.70                      | 2.70             | 1.35                | 1.35                  | 1.35                    | 1.35                   |

#### 4. Relation genre-région

Il semble que les champignons les plus fréquents dans les orangeraiés prospectées sont les isolats de genre *Alternaria*.sp. Au premier verger d'El-Atteuf, on trouve les onze genres suivants : *Alternaria*, *Botrytis*, *Gnomoniaceae-like*, *Mucor*, *Colletotrichum*, *Cladosporium*, *Ulocadium*, *Verticillium*, *Aspergillus*, *Sepedonium*, *Fusarium*. Au deuxième verger, on trouve seulement *Alternaria* et *Verticillium*. La distribution géographique des genres parmi le site est illustrée dans la figure 23.



**Figure 23.** 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

Pour établir une corrélation entre le type de nécrose et les champignons, il a été constaté que les genres *Alternaria* et *verticillium* sont responsables de nécroses centrales, sectorielles et de points noirs. La famille *Gnomoniaceae-like* et le genre *colletotrichum* provoquent des lésions sectorielles, tandis que le *Cladosporium* entraîne des lésions à l'intérieur et parfois même pas de lésions internes. Les points noirs sont généralement causés par *Aspergillus*, alors

que *Ulocladium* est responsable des nécroses centrales, tandis que le *Sepedonium* entraîne des nécroses sectorielles. Les résultats sont résumés en tableau 5.

**Tableau 5.** Relation genre-type de nécrose.

| Genre                    | Nécrose centrale | Nécrose sectorielle | Points noirs | Liseré |
|--------------------------|------------------|---------------------|--------------|--------|
| <i>Alternaria</i>        | 20               | 10                  | 5            | 1      |
| <i>Verticillium</i>      | 11               | 10                  | 1            | /      |
| <i>Gnomoniaceae-like</i> | 1                | 6                   | /            | /      |
| <i>Botrytis</i>          | 2                | 3                   | /            | /      |
| <i>Colletotrichum</i>    | 1                | 5                   | /            | /      |
| <i>Ulocladium</i>        | 2                | /                   | /            | /      |
| <i>Mucor</i>             | 1                | 1                   | /            | /      |
| <i>Sepedonium</i>        | 2                | /                   | /            | /      |
| <i>Cladosporium</i>      | 5                | /                   | /            | /      |
| <i>Fusarium</i>          | 1                | /                   | /            | 1      |
| <i>Aspergillus</i>       | 2                | /                   | /            | /      |

## 6. Tests de pathogénicité

Les tests de pathogénicité effectués sur des rameaux détachés de l'oranger ont démontré que les isolats testés étaient capables de causer des décolorations au niveau du bois. Ces lésions sont brunes à noirâtres, ascendantes et descendantes, à partir du point d'inoculation. L'agressivité des isolats varie en fonction de la longueur des dommages qu'ils infligent aux plantes hôtes (Fig. 24 ; tableau 6). Les isolats appartenant au genre *Cladosporium* sp. ( $5,1 \pm 1,98$  cm) sont les plus agressifs sur les rameaux, suivis de *Alternaria* sp, *Botrytis cinerea* et *Gnomoniaceae-like*. et du *Sepedonium* sp. avec des longueurs de lésion de  $3,92 \pm 1,33$  cm ;  $3,58 \pm 0,54$  cm et  $3,16 \pm 1,35$  cm, respectivement. Cependant, *Sepedonium* sp., *Colletotrichum* sp. et *Aspergillus* sp. sont considérées comme modérément agressives, suivis par *Mucor* sp. et *Verticillium* sp. Les genres qui montrent la plus faible pathogénicité sont *Ulocladium* sp. et *Fusarium* sp. En outre, le contrôle négatif n'a montré aucune lésion significative sur les rameaux inoculés.

Des différences significatives ( $F = 5,449$  ;  $P < 0,0001$ ) ont été révélées selon ANOVA à un seul facteur avec  $\alpha = 0,05$ . Le tableau 7 montre les résultats du test de pathogénicité des différents isolats sur les rameaux détachés de l'oranger.

**Tableau 6.** Moyennes de longueur des lésions induites par les différents isolats fongiques obtenus

| N° | Souche                      | Longueur de lésion (cm) ± SD |
|----|-----------------------------|------------------------------|
| 1  | <i>Cladosporium</i> sp.     | 5,1 ± 1,98 a                 |
| 2  | <i>Mucor</i> sp.            | 2,5 ± 0,79 bcd               |
| 3  | <i>Verticilium</i> sp. 1    | 1,98 ± 0,25 cd               |
| 4  | <i>Verticilium</i> sp. 2    | 1,98 ± 0,36 cd               |
| 5  | <i>Sepedonium</i> sp.       | 2,82 ± 0,30 bcd              |
| 6  | <i>Aspergillus</i> sp.      | 2,34 ± 0,71 bcd              |
| 7  | <i>Aternaria</i> sp. 1      | 3,92 ± 1,33 abc              |
| 8  | <i>Alternaria</i> sp. 2     | 4,4 ± 1,85 ab                |
| 9  | <i>Alternaria</i> sp. 3     | 3,34 ± 1,0 abcd              |
| 10 | <i>Gnomoniaceae</i> -like 1 | 3,16 ± 1,35 abcd             |
| 11 | <i>Gnomoniaceae</i> -like 2 | 2,72 ± 0,56 bcd              |
| 12 | <i>Colletotrichum</i> sp.   | 2,3 ± 0,45 bcd               |
| 13 | <i>Botrytis cinerea</i>     | 3,58 ± 0,54 abcd             |
| 14 | <i>Fusarium</i> sp.         | 1,5 ± 0,31 d                 |
| 15 | <i>Ulocladium</i> sp.       | 1,84 ± 0,15 cd               |

**SD** : écart-type. La même lettre devant la moyenne et l'écart type indique une différence non significative selon le test HSD avec  $\alpha = 0.05$ .

La figure 24 montre les lésions nécrotiques de différentes longueurs qui sont provoquées par les différentes souches fongiques testés après 20 jours d'inoculation.



**Figure 24.** Lésions nécrotiques provoquées par les huit genres obtenus. **a:** *Aspergillus* sp. **b:** *Sepedonium* sp. **c:** *Alternaria* sp. **d:** *Cladosporium* sp. **e:** *Gnomoniaceae*-like, **f:** témoin négatif

## **DISCUSSION**

## Discussion

Deux vergers d'orangers de la région de Ghardaïa, à El Atteuf, ont été examinés pour repérer les champignons pathogènes incriminés dans le dépérissement et déclin des orangers *Citrus sinensis*. Dans les orangeraias examinées, nous avons constaté différents symptômes qui montrent des arbres affaiblis et perturbés. Ces symptômes se manifestent par la chute des branches, la pâleur et la nécrose des feuilles, l'altération des rameaux et des fruits, la présence d'écaillés et le dépérissement partiel ou total de l'arbre. Ces observations ont été également rapportées lors de l'étude conduite par Al Sid Chikh et Baha. (2023), sur les maladies des agrumes dans la région de Ghardaïa et dans d'autres régions de l'Algérie (Ben Koibich et Omari, 2017). En outre, des symptômes internes apparaissent sur le bois sous forme de lésions à différentes positions notamment, la nécrose centrale, la nécrose sectorielle, les points noirs et le liseré. Sur les 60 rameaux prélevés, les types de nécroses précédents ont été trouvés avec la dominance de nécrose centrale (51%) suivi par les nécroses sectorielles (25%), les points noirs (19%) et les liserés (5%). 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.

Les isollements à partir des différents tissus nécrosés au niveau des rameaux et des feuilles, nous ont permis de recueillir 60 isolats fongiques. Sur la base de la caractérisation macro- et micromorphologique, les isolats ont été classés parmi 11 genres fongiques différents. Parmi les onze genres trouvés, *Alternaria* a été présentée avec un taux de 52.70% et un pouvoir pathogène modérément fort. L'alternariose, provoquée par l'espèce *A. alternata*, entraîne des lésions nécrotiques (petites taches brunes ou noires) sur les fruits et les jeunes feuilles, une défoliation et une chute des fruits des *Citrus* au Brésil Akimitsu *et al.* (2003), alors que les maladies à *Alternaria* ont été détectées en Italie depuis 2013 sur de nouveaux clones d'oranges douces. Cette espèce a été également isolée à partir de feuilles et de fruits endommagés (Aiello *et al.*, 2020). Les vergers d'agrumes à travers le monde entier subissent des pertes importantes en raison de la pourriture noire des fruits causée par *A. citri*, une maladie fongique majeure touchant les arbres fruitiers (Umer *et al.*, 2021). Ces derniers temps, des épidémies dans les régions méditerranéennes, associées à des cultivars sensibles, montrent que cette maladie due à *A. alternata* et à *A. arborescens* (Garganese *et al.*, 2016). D'après Isshiki *et al.* (2001), les pathogènes morphologiquement indiscernables des *Citrus* sont *A. citri*, qui est responsable de la pourriture noire, et *A. alternata* rough lemon pathotype, qui est responsable de la tache brune.

L'un provoque la pourriture en macérant les tissus, tandis que l'autre provoque des taches nécrotiques en produisant une toxine sélective pour l'hôte.

Concernant la famille *Gnomoniaceae*, elle se caractérise par le fait qu'il a une faible capacité de sporulation. Elle est dominante avec 10.81% parmi notre collection avec un pouvoir pathogène modéré à fort sur l'oranger. D'après ce que nous savons, il n'y a pas de déclaration de l'incrimination de cette famille dans les phytopathologies des *Citrus*. Par contre Benamrane et Benkhelifa (2023), dans leur étude sur les pathogènes associés à l'olivier à Ghardaïa, ont confirmé son isolement à partir des oliviers symptomatiques comme le groupe le plus abondant (70,69). Cependant, elle est perçue comme la cause de certaines maladies chez d'autres plantes, tels que les fraises (Udayanga *et al.*, 2021), les mûres (Stevanović *et al.*, 2019) et même les chênes (Hanifeh *et al.*, 2017).

Le genre *Cladosporium* a été observé à un taux de 1,35% et son impact pathogène était le plus élevé parmi les différents genres obtenus. Au Japon, un nombre considérable de pertes des arbres de *Citrus*, leurs fruits présentant des petites taches noires avec un réseau ramifié d'hyphes noires ont été observés. *Cladosporium cladosporioides* est le champignon qui a été souvent isolé à partir des fruits endommagés (Tashiro *et al.* 2016). Selon Tabti (2015), la présence de *Cladosporium herbarum* est devenue courante dans de multiples variétés de *Citrus*. Il se trouve sur divers résidus végétaux en décomposition dans le verger et contamine les parties aériennes et sensibles des arbres lors de la cueillette des fruits. Il se comporte de la même manière que le genre *Alternaria*. Il entraîne une nécrose brunâtre, flexible, qui se recouvre peu à peu d'un mycélium gris-vert. Il demeure superficiel dans la zone stylaire, mais les attaques pédonculaires précoces envahissent ensuite l'axe central.

Le genre *Colletotrichum* a été trouvé dans les vergers prospectés avec une fréquence de 2.70% du total sa pathogénicité a été modérée. La première occurrence de *Colletotrichum gloeosporioides*, responsable de l'antracnose des agrumes, a été rapportée en Tunisie. Des symptômes d'extrémité flétrie des rameaux, semblables à la maladie d'antracnose, ont été observés sur des agrumes cultivés en Tunisie depuis le début de l'année 2009. L'agent causal identifié présentait des caractéristiques culturales et morphologiques cohérentes et similaires à celles décrites pour *Colletotrichum gloeosporioides* (Rhaiem et Taylor, 2016). Au Pakistan, les agrumes ont été infectés par les souches fongiques *Colletotrichum acutatum* et *Colletotrichum gloeosporioides*. Ces souches ont été constatées comme étant responsables de symptômes d'antracnose dans les fruits, entraînant ainsi la pourriture des fruits et une baisse

de leur qualité (Zaheer *et al.*, 2023). Les agrumes dont l'orange douce ont été la première fois confrontés à la coulure postfloraison (CPF) après une éruption grave et généralisée aux Bermudes dans les années 90. Le premier cas de chute des fruits après la floraison (PFD) des agrumes a été observé au Belize (anciennement Honduras britannique) en 1979 et est provoqué par le champignon *Colletotrichum gloeosporioides* (Denham, 1979; Fagan, 1979). Il y a eu des cas de la maladie en Argentine, au Brésil, au Mexique et aux États-Unis (Schwarz *et al.*, 1978). Les symptômes de l'antracnose se manifestent habituellement sous la forme de taches irrégulières, fréquemment en suivant les veines des feuilles. Elles peuvent avoir différentes teintes, mais elles sont généralement brunes ou jaunâtres. Les feuilles affectées risquent de se flétrir et de tomber prématurément, ce qui peut provoquer une défoliation importante. De plus, les tiges peuvent être infectées, ce qui peut entraîner la mort des branches et la déformation des nouvelles branches.

Les deux genres *Aspergillus* et *Sepedonium* sont signalés dans cette étude comme des agents modérément pathogènes envers l'oranger dans notre étude. Ils représentent chacun des deux un pourcentage de 1,35%. A Sokoto, l'étude de la structure fongique associée à l'oranger révèle que les fruits abîmés de l'orange douce (*Citrus sinensis*) afin d'isoler et de repérer les champignons liés à la détérioration des orangers. Il a été observé qu'ils sont infectés par *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* et *Aspergillus flavus*, avec des fréquences d'occurrence de 22 %, 17 % et 25 % respectivement (Tafinta, 2016). Nous notons une première apparition de genre *Sepedonium* dans les orangers dans cette étude, mais il faut noter que Benamrane et Benkhelifa (2023) ont déjà rapporté sa présence parmi la mycoflore associée à l'olivier avec une abondance de 1,72%.

L'identification nous a permis de trouver un seul isolat de *Verticillium* qui présente un faible pouvoir pathogène dans notre collection. Benchabane (1990) a rapporté pour la première fois la verticilliose causée par *Verticillium dahliae* en Algérie en 1990, en Kabylie (Geiger *et al.*, 2000). Les études menées par Mansouri et Oukaci (2019) et Takilalte et Itatahine (2022) ont également signalé la présence de *Verticillium* en Algérie, avec une faible prévalence de 4 et 7%, et 1, 72% par Benamrane et Benkhelifa (2023). Le fait que ce genre soit présent dans la partie aérienne et qu'il soit agressif pourrait être dû à son potentiel pathogène chez certaines plantes hôtes cité par Benamrane et Benkhelifa (2023). Les espèces phytopathogènes du genre *Verticillium* entraînent des flétrissements vasculaires chez les plantes (Klosterman *et al.*, 2009). Selon AFIDOL (2010), le genre *Verticillium* s'attaque

d'abord aux racines de jeunes plantes, colonise les cellules du xylème et du phloème, puis les tiges et les feuilles par le flux de sève, ce qui entraîne des lésions vasculaires avec des troubles circulatoires qui se manifestent par deux types de symptômes : le dépérissement rapide (feuilles jaunes, desséchées tout en restant attachées à la branche, écorce brune, puis dépérissement des rameaux et des branches) et le dépérissement lent (feuilles terne, mais branches non desséchées).

A propos l'espèce *Botrytis cinerea* été présent avec 6,76%, sa pathogénicité a été modérée. Dans des vergers commerciaux d'agrumes de la préfecture de Wakayama, au Japon, on a découvert pour la première fois des isolats de *Botrytis cinerea* résistants aux fongicides en **2004**. Plus tard, des isolats de ce champignon qui résiste aux dans des serres de fraises en plastique ont été également trouvé dans les préfectures de Saga, Ibaraki et Chiba, au Japon (Ishii *et al.*, **2009**). Le *Gray mold*, également connu sous le nom de moisissure grise, cette maladie a émergé des mandarines en Californie après la récolte. Une résistance multiple aux fongicides de diverses formes d'action a été observé fréquemment dans les populations de *B. cinerea* des mandarines, ce qui entraîne leur incapacité à gérer la pourriture (Saito *et al.*, **2020**). Fullerton *et al.* (**1999**) expliquent comment les fruits de citronnier (*Citrus Union* (L.) Burm.) sont infectés par *Botrytis cinerea* Pers. et comment la déformation de l'écorce se produit, les infections sur les fruits juvéniles surviennent peu après la chute des pétales, à partir d'hyphes qui se forment sur la surface du fruit à partir de débris floraux colonisés à proximité. À leur extrémité, les hyphes forment des coussins d'infection compacts. Les cellules épidermiques et plusieurs couches de cellules sous-jacentes s'effondrent près du coussin d'infection, faisant apparaître de petites piqûres nécrotiques à la surface du fruit. L'agent causal de pourriture grise (*Botrytis*), a pris l'attention de plusieurs études. Celle conduite par Gianfranco *et al.* (**2014**) indique que cette espèce est considéré comme le pathogène le plus important responsable de la pourriture post-récolte des fruits frais, y compris les agrumes. A notre connaissance, le genre *Botrytis* est plus courant.

*Mucor* a également fait partie de notre collection obtenue avec une abondance de 2,70%. Ce genre a été enregistré parmi les isolats les plus pathogènes. En 2015, les espèces de *Mucor piriformis* ont représenté 92,4 % des champignons associés aux déclins de mandarinier à Californie (Saito *et al.*, **2016**).

*Ulocladium* et *Fusarium* étaient les genres qui présentent la plus faible pathogénicité parmi notre collection obtenue, abondant par 2, 70% et 1, 35% du respectivement.

*Ulocladium* était marqué par les phytopathogènes associées au déclin des agrumes avec *Alternaria* en Egypte (Gherbawy *et al.*, 2020). *Ulocladium obovoideum* une espèce d'*Ulocladium* signalée pour la première fois en 2002 rapportés sur *Citrus* sp. en Chine (Xiuguo *et al.* 2002), déposés dans l'herbier de pathologie végétale de l'Université agricole de Shandong. D'autre part, *Fusarium oxysporum* et *Fusarium chlamydosporum*, ont causé la Fusariose (*Fusarium* rot) pour les fruits de *Citrus sinensis* au Pakistan (Zaheer *et al.*, 2023). Il a été rapporté aussi qu'un pourcentage de 32,4 % des agrumes ont été infectés par la pourriture des fruits causée par *Fusarium* sp. au Bénin (Toessi *et al.*, 2024).

Dans le contexte de la relation entre le type de nécrose et le genre, *Alternaria* et *Verticillium* observés dans notre études, d'après Abderrahmani, (2020), le genre *Verticillium* montre des lésions internes d'une position sectorielle, et un liseré noir selon Mahroug *et al.*, (2022). Cependant, les *Gnomoniaceae*-like, *Colletotrichum* sp. et *Cladosporium* sp. ont été isolées à partir de la nécrose sectorielle. Selon Mahamedi (2022), les *Gnomoniaceae* présentent une nécrose centrale marron sur les chênes. Sur l'olivier et le bois du chêne, les points noirs sont apparus suivant la colonisation des tissus par *Alternaria* sp. (Mahamedi, 2022). D'autres recherches ont révélé que *Colletotrichum* sp. est un champignon qui provoque une nécrose racinaire brune à noire sur les fraisiers (Martely *et al.*, 2017 ; Wang *et al.*, 2019). En ce qui concerne *Cladosporium*, les espèces de ce genre causent habituellement des dommages aux feuilles et aux fruits de la plante haute (Langford, 1948; Nam *et al.*, 2015).

Les résultats obtenus dans les deux régions étudiées montrent qu'il existe une variation du nombre de genres isolés à partir de deux vergers de la même région. On retrouve des isolats d'*Alternaria* sp et *Verticillium* sp. dans tous les vergers .Toutefois, on a observé une grande diversité dans le premier verger d'El-Atteuf, étant donné que les arbres de ce verger montraient les symptômes les plus sévères par rapport à l'autre verger, dont certains sont sur le point de disparaître totalement. Il nous permettrait de constater qu'au stade final de la dégradation de l'oranger, tout le complexe fongique contribue à l'émergence des symptômes qui conduisent à la mort de l'arbre.

De plus, les résultats de la recherche menée par Benamrane et Benkhelifa (2023) présentent une similitude avec nos résultats. Plusieurs genres étaient communs entre la communauté fongique liée aux maladies d'oranger et la mycobiote liée à l'olivier. Notons que les deux études ont utilisé des échantillons provenant du même verger dans l'Atteuf. Cela nous conduit à penser que la contamination a probablement été transmise entre les arbres

d'olivier et d'oranger. Par ailleurs, au regard des deux vergers et de la façon de les cultiver, on peut observer la disparité de diversité entre eux. Le plus grand nombre de dégâts a été causé par l'oranger qui était en monoculture ce qui augmente le risque de ravageurs et contaminations. Alors que les orangers de l'autre verger étaient cultivés avec des palmiers dattiers, ce qui peut être considéré comme une sorte de réassurance.

## **CONCLUSION**

## Conclusion

L'oranger prend une place assez importante dans le monde généralement, dans les pays méditerranéens et l'Algérie particulièrement. Cet arbre est sensible et exposé à plusieurs maladies, les conditions de l'environnement et de culture présentent des agents abiotiques, qui ouvrent à long terme la porte pour l'opportunité d'autres ravageurs biotiques en particulier les maladies fongiques. Dans le cadre de cette étude, l'accent a été mis sur les champignons phytopathogènes associés aux maladies fongiques de l'oranger et qui constituent une grande diversité dans les maladies des plantes. Ce travail est effectué dans deux différents vergers situés dans la région de Ghardaïa à El Atteuf et sur deux variétés à savoir, *Thomson* et *Valencia Late*, où des échantillons d'orangers symptomatiques ont été examinés. Les symptômes internes (nécroses) ont montré l'abondance de nécroses centrales suggérant la propagation modérée du champignon. Cependant, les points noirs de nécrose sont des signes premiers d'une diminution, car ils peuvent se développer pour former d'autres types de nécroses graves.

La composition de la collection composée de 60 isolats obtenus à partir de rameaux symptomatiques, a montré que le genre le plus commun est celui des *Alternaria* sp. Les isolats de ce type présentent une tendance modérée à la pathogénèse de l'oranger, tout comme *Botrytis cinerea* et *Gnemoniaceae*-like. Le premier verger d'El-Atteuf a démontré la présence de différents genres, ce qui explique les dépérissements considérables par rapport à l'autre verger prospecté.

Le postulat de Koch a été confirmé à travers les tests de pathogénicité sur les rameaux de l'oranger inoculés par les isolats obtenus, qui ont démontré l'agressivité de tous les genres dans des proportions variables. Les analyses statistiques ont démontré des différences significatives en termes d'agressivité parmi les différentes espèces testées. Les isolats les plus nocifs appartiennent aux genres *Cladosporium*, *Alternaria* et *Botrytis*. Toutefois, *Ulocladium* et *Fusarium* se sont révélés comme agents fongiques peu pathogènes.

A la lumière des résultats obtenus, nous proposons des perspectives pour finaliser et étendre notre recherche, en particulier :

- Etudier d'autres vergers pour permettre de permettre d'élargir le champ d'investigation et répondre aux critères de représentativité d'échantillonnage.

- Utiliser des méthodes moléculaires et analyses bio-informatiques pour identifier les isolats obtenus à l'échelle de l'espèce.
- Effectuer des tests de bio-contrôle biologique des pathogènes à l'aide d'agents microbiens dit bactériens et/ou fongiques.
- Effectuer cette étude sur d'autres espèces et variétés de genre *Citrus*.
- La mise en évidence des interactions écologiques entre les individus de la communauté incriminés.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES 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.
- Aggoun, O et Attia, F (2020). Isolement et caractérisation des champignons associés au dépérissement des arbres fruitiers dans la région de Ghardaïa. Mémoire de master. Département de Biologie, Université de Ghardaïa. Ghardaïa.
- Aiello, D., Guarnaccia, V., Azzaro, A., & Polizzi, G. (2020). *Alternaria* brown spot on new clones of sweet orange and lemon in Italy. *Phytopathol. Mediterr*, 59(1), 131-145..
- Akimitsu, K., Peever, T. L., & Timmer, L. W. (2003). Molecular, ecological and evolutionary approaches to understanding *Alternaria* diseases of citrus. *Molecular Plant Pathology*, 4(6), 435-44-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.
- Ali arous, S. (2020). Rôle des pucerons dans la propagation du virus de la Tristeza (CTV) responsable du dépérissement rapide des agrumes dans le moyen Chlef et identification des biotypes vecteurs des souches virulentes. Thèse de doctorat. Université Abd El hamid Ibn Badis, Mostaganem.
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B. (1996). "Illustrated Genera Of Imperfect Fungi", Fourth edition, Burgess publishing company., 218p.
- Benamrane, H. S. et Benkhelifa,N. (2023). Diversité et pathogénicité de mycobiote associée à l'olivier (*Olea europaea* L.) cultivé dans la région de Ghardaïa. Mémoire de master. Université de Ghardaïa. Ghardaïa.
- Bensaha, H., Bensaha, L., & Achour, M. (2010). Réflexion pour préserver l'environnement: cas de la vallée du M'Zab (Algérie).
- Bensch, K., Braun, U., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2012). The genus *Cladosporium*. *Studies in mycology*, 72, 1-401.
- Bensemaoune Y., 2007. Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatiale : Contribution à la mise en place d'un schéma d'aménagement et de gestion de l'espace (S.A.G.E.)- cas de la région de Ghardaïa. Thèse. Mag. Univ.Ouargla .96p
- Berraf, A., & Péros, J. P. (2005). Importance of *Eutypa dieback* and *esca* in Algeria and structure of the associated fungal community. *OENO One*, 39(3), 121-128.
- Binimelis-Salazar, J., Casanova-Katny, A., Arnold, N., Lima, C. A., Norambuena, H. V., González-Rocha, G., & Palfner, G. (2021). Diversity and host relationships of the mycoparasite *sepedonium* (Hypocreales, Ascomycota) in temperate central Chile. *Microorganisms*, 9(11), 2261.

- Bricca, E. S., Nibouche, S., Delatte, H., Normand, F., & Amouroux, P. (2014). Test of the pathogenicity of two commercial *Beauveria* strains on third-instar larvae of the mango blossom gall midge, *Procontarinia mangiferae* (Felt) (Diptera: Cecidomyiidae). *Fruits*, 69(3), 189-194.
- Bolívar-Anillo, H. J., Garrido, C., & Collado, I. G. (2020). Endophytic microorganisms for biocontrol of the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea*. *Phytochemistry Reviews*, 19(3), 721-740.
- Cai, L., Hyde, K. D., Taylor, P. W. J., Weir, B., Waller, J., Abang, M. M., ... & Shivas, R. G. (2009). A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. *Fungal Diversity*, 39(1), 183-204.
- Colombo, A. (2004). La culture des agrumes. France: De Vecchi.
- Chapot, H. (1963). Clémentines avec ou sans pépins.
- Chapot, H., Cassin, J. (1961). Maladies et troubles divers affectant les *Citrus* au Maroc [en ligne]. <https://www.inra.org.ma/> (consulté le 12/08/2021).
- Chaudhari, S. Y., Ruknuddin, G., & Prajapati, P. (2016). Ethno medicinal values of *Citrus* genus: A review. *Medical Journal of Dr. DY Patil University*, 9(5), 560-565.
- Climat : Ghardaïa, Aéroport de Ghardaïa - Noumérat - Moufdi Zakaria, Algérie. <https://fr.allmetsat.com/climat/algerie-nord.php?code=60566>. 2024. (Consulté le 12/02/2024).
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia university press, New York.
- Crowell, P. L. (1999). Prevention and therapy of cancer by dietary monoterpenes. *The Journal of nutrition*, 129(3), 775S-778S.
- Dahmane, affaf, & Fertala, kholoud. (2022). Revue bibliographique sur la filière Agrumes en Algérie. Mémoire de master. Université Ziane Achour – Djelfa.
- Denham, T. G. (1979). *Citrus* production and premature fruitdrop disease in Belize. *Pans*, 25(1), 30-36.
- Diba, K., Kordbacheh, P., Mirhendi, S. H., Rezaie, S., & Mahmoudi, M. (2007). Identification of *Aspergillus* species using morphological characteristics. *Pakistan journal of medical sciences*, 23(6), 867.
- D.P.A.T. (2005). Données statistiques de la wilaya de Ghardaïa. Rapport annuel. Direction de La planification et d'aménagement du territoire .108p
- Etebu, E., & Nwauzoma, A. B. (2014). A review on sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck): health, diseases and management. *American Journal of Research Communication*, 2(2), 33-70.

- 
- Fagan, H. J. (1979). Postbloom fruit drop, a new disease of *Citrus* associated with a form of *Colletotrichum gloeosporioides*. 13-20.
  - Febres, V., Fisher, L., Khalaf, A., & Moore, G. A. (2011). *Citrus* transformation: challenges and prospects. *IntechOpen*.
  - Fullerton, R. A., Harris, F. M., & Hallett, I. C. (1999). Rind distortion of lemon caused by *Botrytis cinerea* Pers. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 27(3), 205-214.
  - Garganese, F., Schena, L., Siciliano, I., Prigigallo, M. I., Spadaro, D., De Grassi, A., ... & Sanzani, S. M. (2016). Characterization of *Citrus*-associated *Alternaria* species in Mediterranean areas. *PloS one*, 11(9), e0163255.
  - 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.
  - Gherbawy, Y. A., Maghraby, T. A., Fattah, K. E. A., & Hussein, M. A. Morphological and Molecular Characterization of *Alternaria* sect. *Ulocladioides/Ulocladium* Isolated from *Citrus* Fruits in Upper Egypt. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 5(4): 30-41, 2020
  - Gifex.com. <https://gifex.com/fr/>
  - Gottwald T.R., Graham J.H., Schubert T.S. (2002). *Citrus* canker : The pathogen and its impact. Online. *Plant Health Progress* (42). 152-160p.
  - Habouche, K., & Salmi, C. (2020). Diversité biologique de l'arboriculture fruitière dans la région de Msila. Mémoire de Master académique, Université Mohamed Boudiaf-Msila, M'sila.
  - 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.
  - How to Identify Anthracnose: Symptoms and Treatment. <https://www.rwhendricksenco.com/anthracnose-disease-symptoms-and-treatment/>. (consulté le 12/02/2024).
  - Ishii, H., Fountaine, J., Chung, W. H., Kansako, M., Nishimura, K., Takahashi, K., & Oshima, M. (2009). Characterisation of QoI resistant field isolates of *Botrytis cinerea* from citrus and strawberry. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 65(8), 916-922.
  - Isshiki, A., Akimitsu, K., Yamamoto, M., & Yamamoto, H. (2001). Endopolygalacturonase is essential for citrus black rot caused by *Alternaria citri* but not brown spot caused by *Alternaria alternata*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 14(6), 749-757.
  - ITAFV, (2021) : Institut Technique d'Arboriculture Fruitière.

- Klosterman, S. J., Atallah, Z. K., Vallad, G. E., & Subbarao, K. V. (2009). Diversity, pathogenicity, and management of *Verticillium* species. *Annual review of phytopathology*, 47, 39-62.
- Langford, A. N. (1948). Autogenous necrosis in tomatoes immune from *Cladosporium fulvum* Cooke. *Canadian Journal of Research*, 26(1), 35-64.
- Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2008). *The Fusarium laboratory manual*. John Wiley & Sons.
- Loussert, R. (1989). Les agrumes, arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris. 113p.
- Luro, F., & Costantino, G. (2022). Origine et évolution de la diversité des agrumes. 16.
- MADR. (2019). Ministère d'Agriculture et de Développement Rural.
- 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.
- 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.
- McGovern, R. J., Seijo, T. E., Hendricks, K., & Roberts, P. D. (2012). New report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing postbloom fruit drop on citrus in Bermuda. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 34(2), 187-194.
- Mennour, H. et Bouhidel, M. O. (2022) Caractérisation du système de culture arboricole dans la région de Ben Badis: État des lieux et techniques de préservation et d'amélioration mémoire de master Université Frères Mentouri Constantine.
- 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.
- Mioulane P. (1996). Encyclopédie pratique illustrée du jardin, pp768.
- Mutin, G. (1969). L'Algérie et ses Agrumes. *Géocarrefour*, 44(1), 5-36.
- 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.
  - 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.
  - Rhaïem, A., & Taylor, P. W. (2016). *Colletotrichum gloeosporioides* associated with anthracnose symptoms on citrus, a new report for Tunisia. *European Journal of Plant Pathology*, 146, 219-224.
  - Runa, F., Park, M. S., & Pryor, B. M. (2009). *Ulocladium* systematics revisited: phylogeny and taxonomic status. *Mycological progress*, 8, 35-47.
  - Saito, S., Michailides, T. J., & Xiao, C. L. (2016). *Mucor* rot—an emerging postharvest disease of mandarin fruit caused by *Mucor piriformis* and other *Mucor* spp. In California. *Plant disease*, 100(6), 1054-1063.
  - Saito, S., Wang, F., & Xiao, C. L. (2020). Efficacy of natamycin against gray mold of stored mandarin fruit caused by isolates of *Botrytis cinerea* with multiple fungicide resistance. *Plant disease*, 104(3), 787-792.
  - Schwarz, R. E., Klein, E. H. J., & Monsted, P. (1978, August). Fungal infection of citrus flowers: probable cause of abnormal fruit drop in the Panama mist zone of Misiones, Argentina. In Proceedings of the Third International Congress of Plant Pathology (pp. 16-23).
  - Sogonov, M. V., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., Mejía, L. C., & White, J. F. (2008). Leaf-inhabiting genera of the Gnomoniaceae, Diaporthales. *Studies in Mycology*, 62,1-77.
  - Spiegel-Roy, P., & Goldschmidt, E. E. (1996). The biology of citrus. Cambridge university press.
  - 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.
  - Sun, L., Nasrullah, Ke, F., Nie, Z., Wang, P., & Xu, J. (2019). Citrus genetic engineering for disease resistance: Past, present and future. *International journal of molecular sciences*, 20(21), 5256.
  - Tabti, L. (2015). Comparaison des activités antimicrobienne et insecticide de *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link, *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters et *Daucus crinitus* Desf. contre les pathogènes de *Citrus sinensis* dans la région de Tlemcen (Doctoral dissertation).
  - Tafinta, I. Y., Shehu, K., Abdulganiyyu, H., Rabe, A. M., & Usman, A. (2013). Isolation and identification of fungi associated with the spoilage of sweet orange (*Citrus sinensis*) fruits in Sokoto State. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 21(3), 193-196.

- 
- 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.
  - Tashiro, N., Noguchi, M., Ide, Y., & Kuchiki, F. (2013). Sooty spot caused by *Cladosporium cladosporioides* in postharvest Satsuma mandarin grown in heated greenhouses. *Journal of General Plant Pathology*, 79(2), 158-161.
  - Toessi, G. H., Amari, E. G., Sikirou, R., Yéo, Y. S., & Adanvé, J. F. (2024). Inventory, and Dissemination of Citrus Fungal Diseases in Benin. *International Journal of Phytopathology*, 13(1).
  - Torbati, M., Arzanlou, M., & Babai-Ahari, A. (2018). Polyphasic identification of *Sepedonium microspermum* isolated from two genera of Boletales in Iran. *Mycologia Iranica*, 5(2), 71-77.
  - Tripoli, E., La Guardia, M., Giammanco, S., Di Majo, D., & Giammanco, M. (2007). Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food chemistry*, 104(2), 466-479.
  - Udayanga, D., Miriyagalla, S. D., Manamgoda, D. S., Lewers, K. S., Gardiennet, A., & Castlebury, L. A. (2021). Molecular reassessment of diaporthean fungi associated with strawberry, including the leaf blight fungus, *Paraphomopsis obscurans* gen. et comb. nov. (*Melanconiellaceae*). *IMA fungus*, 12(1), 15.
  - Umer, M., Mubeen, M., Ateeq, M., Shad, M. A., Atiq, M. N., Kaleem, M. M., ... & Abbas, A. (2021). Etiology, epidemiology and management of citrus black rot caused by *Alternaria citri*: an outlook. *Plant Protection*, 5(2), 105-115.
  - Upadhyay, A. (2018). Transgenic research in fruit crops. In *Genetic Engineering of Horticultural Crops* (pp. 63-87). Academic Press.
  - Wang, Y., Pei, Y. F., Zhang, K., & Zhang, X. G. (2009). Molecular and morphological description of a new species of *Ulocladium* from Southern China. *Mycological progress*, 8, 207-214.
  - Wijesekara, H. R., Aggarwal, R., & Agarwal, D. K. (2005). Morphological and molecular characterization of five *Colletotrichum* species from India. *Indian Phytopathology*, 58(4), 448-453.
  - Wu, G. A., Terol, J., Ibanez, V., López-García, A., Pérez-Román, E., Borredá, C., ... & Talon, M. (2018). Genomics of the origin and evolution of *Citrus*. *Nature*, 554(7692), 311-316.
  - Xiuguo, Z., & Tianyu, Z. (2002). Studies on the genus *Ulocladium* Preuss from China. *Jun wu xi Tong= Mycosystema*, 21(1), 25-26.6.
  - Zaheer, I., Iram, S., Hyder, S., Gondal, A.S., Iqbal, R., Alwahibi, M.S., Elshikh, M.S. and Arslan, M. (2023). Morpho-Molecular Characterization and Virulence Confirmation of

Fungal Pathogens Associated with *Citrus* Fruit in Pakistan.  
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3275251/v1>

- Zerag, A. (1987). Contribution à l'étude des productions fruitières du pommier dans la région de Batna. Thèse. Ing. INA, El Harrach. Alger. 85p
- Ziaee, A., Zia, M., Bayat, M., & Hashemi, J. (2016). Identification of Mucorales isolates from soil using morphological and molecular methods. *Current medical mycology*, 2(1), 13.

# **ANNEXES**

## ANNEXES

### Composition des milieux de culture

#### Milieu PDA (Potato Dextrose Agar)

Infusion de pomme de terre 200 g

Bacto dextrose 20 g

Bacto agar 15 g

#### Mode opératoire

39 g / litre d'eau distillée

Remuer jusqu'à dissolution totale

Stériliser à 121-124 °C, pendant 15 mn.

#### 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.

**Tableau 1.** Composition variétale des agrumes en Algérie (ITAFV,2021)

| Type D'agrumes | Superficiers complantees (Ha) | Productions (Qx) |
|----------------|-------------------------------|------------------|
| Oranges        | 51 714                        | 11 995 351       |
| Clémentinier   | 14 331                        | 2 487 839        |
| Mandarinier    | 2 519                         | 464 659          |
| Citrons        | 4 814                         | 870 166          |
| Pomélos        | 92                            | 16 915           |
| TOTAL          | 73 470                        | 15 834 930       |

**Tableau 2.** Superficie totale d'agrumes en Algérie (ITAFV, 2021).

| WILAYA          | 2015           | 2016           | 2017           | 2018            | 2019           | 2020           |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
|                 | Total          | Total          | Total          | Total           | Total          | Total          |
|                 | Sup.Comp<br>l. | Sup.Comp<br>l. | Sup.Comp<br>l. | Sup.Compl<br>l. | Sup.Comp<br>l. | Sup.Com<br>pl. |
|                 | ha             | ha             | ha             | ha              | ha             | ha             |
| 1 Adrar         | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 2 Chlef         | 5735           | 5956.5         | 6124.15        | 6480.5          | 6538.5         | 6636.81        |
| 3 Laghouat      | 0              | 11             | 8              | 8               | 8              | 8              |
| 4 O.E.Bouaghi   | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 5 Batna         | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 6 Bejaia        | 2006.98        | 2001.78        | 2005.18        | 2019.04         | 2067.82        | 2065.41        |
| 7 Biskra        | 77             | 81.5           | 76             | 76              | 66             | 76             |
| 8 Bechar        | 46             | 44             | 44             | 44              | 51.5           | 51.5           |
| 9 Blida         | 18286          | 16315.06       | 17839.15       | 18475.21        | 19050.64       | 19304.38       |
| 10 Bouira       | 443            | 475.75         | 493.25         | 490             | 495.25         | 512.32         |
| 11 Tamanrasset  | 182            | 165.3          | 35             | 153             | 157.5          | 133            |
| 12 Tebessa      | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 13 Tlemcen      | 2568           | 2568           | 2676           | 2884            | 2947           | 2948           |
| 14 Tiaret       | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 15 Tizi-Ouzou   | 1432.65        | 1443.35        | 1523           | 1565.25         | 1590           | 1623.25        |
| 16 Alger        | 5717.87        | 5722.03        | 5728.58        | 5876.775        | 6118.4         | 6168.5         |
| 17 Djelfa       | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 18 Jijel        | 385.45         | 437.57         | 442.07         | 478.09          | 464.8          | 521.95         |
| 19 Setif        | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 20 Saida        | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 21 Skikda       | 2808.95        | 2803.42        | 2852.73        | 2898.98         | 2989.25        | 3067.25        |
| 22 S.B.Abbes    | 2              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 23 Annaba       | 575.25         | 598.25         | 565.5          | 546.75          | 600.25         | 709            |
| 24 Guelma       | 814            | 832.89         | 860.49         | 814.74          | 826.24         | 860.24         |
| 25 Constantine  | 0              | 0              | 0              | 14.63           | 14.8           | 15.05          |
| 26 Medea        | 39             | 37             | 27.75          | 27.75           | 27.75          | 18.75          |
| 27 Mostaganem   | 4809.5         | 4845.5         | 4957.5         | 5000.5          | 5115.5         | 5210           |
| 28 M'sila       | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 29 Mascara      | 4538.95        | 4819.35        | 5035.4         | 5161            | 5465.96        | 5766.4         |
| 30 Ouargla      | 27.61          | 30.61          | 38.56          | 45.57           | 48.62          | 40.81          |
| 31 Oran         | 240.08         | 252.51         | 261.61         | 284.03          | 330.26         | 390.7          |
| 32 El-Bayadh    | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 33 Illizi       | 128.81         | 128.81         | 134.24         | 134.24          | 134.24         | 160.19         |
| 34 B.B.Arreridj | 0              | 0              | 0              | 6               | 9              | 9              |
| 35 Boumerdes    | 2190           | 2177.72        | 2237.02        | 2260.97         | 2423.37        | 2634.82        |
| 36 El-Tarf      | 2157.25        | 2151           | 2162.5         | 2316.25         | 2428           | 2545.25        |
| 37 Tindouf      | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 38 Tissemsilt   | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 39 El-Oued      | 26             | 25             | 25             | 25              | 25             | 25             |
| 40 Khenchela    | 0              | 0              | 0              | 0               | 0              | 0              |
| 41 Souk-Ahras   | 8              | 8              | 8              | 8               | 8              | 17.5           |
| 42 Tipaza       | 4223.67        | 4207           | 4400.25        | 4532.25         | 5020.8         | 5236.1         |
| 43 Mila         | 2.5            | 2.5            | 6.5            | 8               | 12.5           | 24             |
| 44 Ain-Defla    | 1614           | 1614.75        | 1735           | 1846.04         | 1861.01        | 2068.31        |
| 45 Naama        | 2              | 2              | 2              | 2               | 2.6            | 2.6            |
| 46 A.Temouchent | 393            | 393            | 393            | 424.5           | 468.5          | 503.5          |
| 47 Ghardaia     | 1063           | 1137           | 1167           | 1224            | 1289           | 1356           |
| 48 Relizane     | 4646.5         | 4686           | 4814           | 4870            | 4813.5         | 4882.5         |
| Total Algérie   | 67190.02       | 65974.15       | 68678.43       | 71001.065       | 73469.56       | 75592.09       |

Tableau récapitulatif de quelques caractères principaux de différentes variétés d'oranger

|                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
| <p><b>Wachington</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Le fruit est relativement gros (200 à 250g), de forme sphérique.</li> <li><input type="checkbox"/> L'extrémité où apparaît le navel est légèrement proéminente.</li> <li><input type="checkbox"/> Sa peau est d'épaisseur moyenne (5 mm) et sa chair est croquante, fine et sans pépins (Loussert, 1989).</li> </ul>  |   |
| <p><b>Salustiana</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> C'est une variété à chair non sanguine.</li> <li><input type="checkbox"/> Fruit est de forme sphérique sans pépin et très riche en jus</li> <li><input type="checkbox"/> Les feuilles sont nettement lancéolées semblables à celle des autres variétés d'orange.</li> <li><input type="checkbox"/> Arbre vigoureux, plutôt dressé de taille moyenne à grande (Chapot et Huet, 1963).</li> </ul>   |   |
| <p><b>Maltaise</b></p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> C'est une variété demi-sanguine.</li> <li><input type="checkbox"/> Le fruit est de forme plutôt ovale, d'un poids de 100 à 180 grammes.</li> <li><input type="checkbox"/> La peau est plus ou moins lisse, de couleur orange et rouge sanguine.</li> <li><input type="checkbox"/> Le nombre de pépin est très réduit (de 0 à 3 maximum).</li> <li><input type="checkbox"/> Elle arrive à maturité fin Janvier jusqu'à début Avril (Hassainya, 2009).</li> </ul> |  |

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| <p><b>L'oranger doux</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ C'est un arbre fruitier de taille moyenne, à port sphérique.</li> <li>□ Les Feuilles vert sombre et ovales, persistantes, parfumées et légèrement ailées. Les fleurs sont blanches et très parfumées.</li> <li>□ Les fruits sont de taille moyenne et de coloration variable.</li> <li>□ La récolte des oranges s'effectue de novembre à mars/avril selon les variétés (Frély, 2015).</li> </ul>                 |    |
| <p><b>Thomson</b></p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Cette variété fait partie des oranges blondes naval</li> <li>□ Maturation précoce.</li> </ul> <p>Une peau fine lisse et brillante. Ses fruits ont une chair plus grossière et moins juteuse.</p> <p>La production de cette variété s'échelonne de la mi-Novembre à Janvier (Mioulane, 1996).</p>   |   |
| <p><b>Valancia Late</b></p>  | <p>C'est une variété est très tardive, récoltée d'Avril-Mai à Juin-Juillet. Leur poids des fruits est d'environ 170g.</p> <p>Leur peau, ferme et résistante, a une épaisseur de 4mm. Ce qui protège le fruit des chocs lors des manipulations (Loussert 1989).</p>  |  |
| <p><b>Moro</b></p>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ C'est une variété tardive qui fait partie des oranges sanguines.</li> <li>La récolte se situe entre le mois de Février et le mois de Mars.</li> <li>Elles diffèrent des oranges blondes par la présence des pigments qui colore l'épiderme et la pulpe d'une couleur qui tend vers le rouge-sang.</li> <li>La coloration rouge-sang progresse de façon centripète avec la maturation (Loussert 1989).</li> </ul> |  |

Faculté des sciences de la nature et  
de la vie et sciences de la terre

Département de Biologie

جامعة غرداية



Université de Ghardaïa

كلية علوم الطبيعة و الحياة  
وعلوم الأرض

قسم البيولوجيا

Ghardaïa le : 01/07/2024

## Rapport : Correction du mémoire

Enseignant (e) (s) Chargé (e) de la correction :

| Nom et prénom l'examineur 1<br>et Signature  | Nom et prénom de l'examineur 2<br>et Signature | Nom et prénom du président de<br>Jury et Signature  |
|--|--|---|
| M. DJELLID Y.<br> |  | Mme MAIDI Leila<br> |

Thème :

**Structure de la communauté fongique associée aux maladies d'oranger  
(*Citrus sinensis* L.) cultivé dans la région de Ghardaïa**

Après les corrections apportées au mémoire, L (es) étudiant (s) (es) :

**Boucetta Zineb & Fenniche Ikram**

Est (sont) autorisé (es) à déposer le manuscrit au niveau du département.

Président du Jury  
MAIDI LEILA

