

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté Science de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre

Département Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Par : **BOUHAREB Kaouther & BENMAZOUZ Siham**

Thème

**Isolement et caractérisation de la flore
fongique associée au dépérissement de la
vigne dans la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement le :13/06/2023

Devant le jury :

M ^r IDER Soufiane	MCB	Univ. Ghardaïa	Président
M ^r DJELLID Youssef	MAA	Univ. Ghardaïa	promoteur
M ^r MAHAMEDDI Alla Eddine	MCB	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté Science de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre

Département Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Par : **BOUCHAREB Kaouther & BENMAZOUZ Siham**

Thème

**Isolement et caractérisation de la flore
fongique associée au dépérissement de la
vigne dans la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement le : 13/06/2023

Devant le jury :

M ^r IDER Soufiane	MCB	Univ. Ghardaïa	Président
M ^r DJELLID Youssef	MAA	Univ. Ghardaïa	promoteur
M ^r MAHAMEDI Alla Eddine	MCB	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

*En premier lieu, nous remercions Allah le tout puissant de nous voir donné la
volanté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier d'abord notre promoteur Mr Djellid Youssef, Maître
Assistant à l'Université de Ghardaïa pour, ses précieux conseils et son aide
durant toute la période du travail,*

*Nous tenons à remercier Mr Mahamedi A. E qui ne nous a lésiné sur aucune
information, et ses conseils.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr IDER Soufiane
et Mr MAHAMEDI Alla Eddine pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche
en acceptant d'examiner notre travail.*

*Nous tenons à remercier également les ingénieurs et techniciens du laboratoire
de la faculté des sciences de la nature du département de Biologie, Université de
Ghardaïa, pour leur aide durant toute la période de notre travail.*

*Enfin, une profonde reconnaissance à tous ceux qui ont participé de près ou de
loin à la réalisation de ce travail et qui ne sont pas cités ici, nous les remercions
tous, très chaleureusement.*

Dédicace

À l'aide de Dieu le Tout-Puissant 'j'ai d'abord dédié ce travail à moi-même et à tous ceux que j'aime.

A celui qui m'a entouré de dorloter, qui était toujours mon soutien, qui veillait à subvenir à tous mes besoins de bon gré, et il aime me voir dans les plus hauts sphères...

Mon père que j'aime : Mustapha.

A celle qui s'est sacrifiée pour m'offrir un environnement de travail idéal, qui n'a jamais cessé de montrer ses émotions et m'a toujours apporté son soutien et ses encouragements, ma mère est la prunelle de mes yeux : Ranya.

Merci pour tout Merci pour vos instructions, votre soutien, que le tout puissant vous accorde une bonne santé et longue vie.

A mes deux sœurs adorées : Mariam et Rawan.

A mon cher frère : Taha.

A mon fiancée

A mon cher grand père que Dieu prolonge sa vie ;BAROUD Djeloul

A la mémoire de mon cher grand père :Derbali

A mes grands-mères

A ma tante qui me tient à cœur : Ferdaous.

A mes oncles et à mes tantes maternelles et paternelles.

A toute la famille BOUCHAREB .

Kaouther

Dédicace

Je dédie le fruit d'années d'efforts Pour le merveilleux de Dieu.

Les gens qui méritent mon respect et mon amour mon chère mère : Fatna À la chose la plus précieuse que j'ai, à ceux qui m'enseignent les principes de la science et de la connaissance Cher Père :Mokhtar.

Ma joie dans ma vie, mes frères et sœur.

À mon binôme qui a supporté avec moi les difficultés de notre travail.

À mes professeurs et enseignants qui ont suivi mes études et mes études tout au long de ma carrière académique.

Siham

Résumé

Résumé

Le présent travail vise à isoler et identifier les groupes fongiques associés aux divers symptômes de déclin et de dépérissement observés sur les arbres de la vigne au niveau de la région de Ghardaïa. Les arbres inspectés appartiennent à trois(03) cépages à savoir Red globe, cardinal et Grande Noire. L'identification a été effectuée en appliquant les méthodes morphologiques (macro et microscopiques). La pathogénicité des isolats a été confirmée sur des rameaux asymptomatiques de vigne, puis des essais de biocontrôle ont été entrepris contre une souche d'actinobactéries de l'espèce *Saccharotrix lopnuriensis*.

En fin nous avons testé l'effet antifongique de l'huile essentielle de la plante spontanée de l'espèce *Artemisia Herba Alba* récoltée dans la région de Ghardaïa.

Les isolats identifiés appartiennent au genres *Alternaria*, qui est le groupe le plus isolé avec 41,17%, *Aureobasidium*, *Penicillium* et *Ulocladium* avec 5,8% chacun ; en plus d'autres groupes qui requièrent des méthodes d'identification approfondies.

Les résultats du test de bio-contrôle de quelques isolats contre une souche d'actinobactéries de l'espèce *Saccharotrix lopnuriensis* montre une forte activité antifongique de cette souche envers les isolats testés.

Les résultats de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la plante spontanée *Artemisia Herba Alba* ont montré une activité notable en réduisant la croissance du mycélium fongique.

Mots clés :

La vigne ,cépages, rameaux asymptomatiques ,souche d actinobactéries ,plante spontanée *Artemisia Herba Alba* .

ملخص

يهدف العمل الحالي إلى عزل وتحديد المجموعات الفطرية المرتبطة بأعراض التدهور المختلفة التي لوحظت على أشجار العنب في منطقة غرداية. تنتمي الأشجار التي تم فحصها إلى ثلاثة (03) أصناف من العنب، وهي رود غلوب والكاردينال وجراند نوار. تم تحديد الهوية باستخدام الطرق المورفولوجية (العيانية والميكروسكوبية). تم تأكيد إمرضية العزلات على أغصان عنب سليمة، ثم أجريت تجارب المكافحة الحيوية ضد سلالة من البكتيريا الشعاعية من الجنس

Saccharotrixlopnuriensis.

أخيرًا، قمنا باختبار التأثير المضاد للفطريات للزيت العطري لنبات تلافاني من نوع *Artemisia Herba Alba* الذي تم حصاده في منطقة غرداية.

العزلات التي تم التعرف عليها تنتمي إلى أجناس *Alternaria*، وهي المجموعة الأكثر عزلة بنسبة 41.17%.
Aureobasidium، *Penicillium* و *Ulocladium* بنسبة 5.8% لكل منها. بالإضافة إلى المجموعات الأخرى التي تتطلب أساليب تحديد متعمقة.

أظهرت نتائج اختبار المكافحة الحيوية على عدد من العزلات ضد سلالة من البكتيريا الشعاعية من الجنس *Saccharotrixlopnuriensis* نشاط مضاد للفطريات قوي لهذه السلالة ضد العزلات المختبرة.

أظهرت نتائج النشاط المضاد للفطريات للزيت العطري للنبات العفوي *Artemisia Herba Alba* نشاطًا ملحوظًا في الحد من نمو الفطريات.

الكلمات المفتاحية

العنب، أصناف، أغصان عنب سليمة، سلالة من البكتيريا الشعاعية، النبات العفوي *Artemisia Herba Alba*.

Résumé

Abstract

The aim of this work is to isolate and identify the fungal groups associated with the various symptoms of decline and dieback observed on grapevine trees in the Ghardaïa region. The trees inspected belonged to three (03) grape varieties, namely Red globe, cardinal and Grande Noire. Identification was carried out using morphological methods (macro and microscopic). The pathogenicity of the isolates was confirmed on asymptomatic grapevine shoots, and biocontrol trials were then undertaken against a strain of actinobacteria of the species *Saccharotrix lopnuriensis*.

Finally, we tested the antifungal effect of the essential oil of a spontaneous plant of the species *Artemisia Herba Alba* harvested in the Ghardaïa region.

The isolates identified belong to the genera *Alternaria*, which is the most isolated group with 41.17%, *Aureobasidium*, *Penicillium* and *Ulocladium* with 5.8% each; in addition to other groups that require in-depth identification methods.

The results of a bio-control test on a number of isolates against a strain of actinobacteria of the species *Saccharotrix lopnuriensis* showed strong antifungal activity of this strain against the isolates tested.

The results of the antifungal activity of the essential oil of the spontaneous plant *Artemisia Herba Alba* showed notable activity in reducing the growth of fungal mycelium.

Keywords :

Vigne, varieties , asymptomatic grapevine shoots, strain of actinobacteria, the spontaneous plant *Artemisia Herba Alba*.

Liste des tableaux

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Pages
Tableau 1	Production de la vigne par Wilaya en Algérie (MADR, 2019)	7
Tableau 2	Taxonomie de la vigne (INPN, 2021)	9
Tableau 3	Description des nécroses observées	41
Tableau 4	Les isolats fongiques obtenus	43
Tableau 5	Fréquence d'apparition des champignons	
Tableau 6	Fréquence d'apparition des isolats par variété.	47

Liste des figures

LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
Figure 1	Photo des ceps de vigne	4
Figure 2	Superficer mondiale de la viticulture de la vigne en 2021 (OIV)	5
Figure 3	Répartition de la viticulture en Algérie (MADR, 2019)	6
Figure 4	Production et superficie de la viticulture en Algérie entre 2015 et 2019 (MADR, 2019)	6
Figure 5	Les variétés cultivées de la vigne dans la wilaya de Ghardaïa (BABAZ, A., & HADJ SAID, M ;(2021)	8
Figure 6	Étapes de production de plants de vigne en pépinière (Gramaje et Armengol, 2011)	10
Figure 7	Les symptômes du mildiou (ephytia, INRA)	14
Figure 8	Les symptômes de l'oïdium (Ephytia, INRA)	15
Figure 9	Les symptômes de la pourriture grise (ephytia, INRA).	15
Figure 10	Symptômes caractéristiques de la maladie du Pied Noir de la vigne	18
Figure 11	Symptômes caractéristiques de la maladie du Pétri de la vigne	18
Figure 12	Symptômes externes de la maladie de l'Esca (INRA, 2020)	20
Figure 13	Symptômes externes des maladies du bois à <i>Botryosphaeriaceae</i> (INRA)	21
Figure 14	Symptômes externes de la maladie de l'Eutypiose	22
Figure 15	Spirale de dépérissement	23
Figure 16	Situation géographique de la Wilaya de Ghardaïa.	31

Liste des figures

Figure 17	Divers symptômes observés aux sites d'échantillonnage	32
Figure 18	Protocole expérimental adopté.	35
Figure 19	Application de la méthode sur la gélose PDA.	36
Figure 20	L'application des champignons sur les rameaux asymptomatique.	37
Figure 21	Symptômes externes observés sur les plants de la vigne (original)	40
Figure 22	Diverses nécroses observées	42
Figure 23	Fréquence d'apparition des champignons par variété	48
Figure 24	Pathogénicité des isolats et les nécroses observent sur les plantes des vignes.	48
Figure 25	Evaluation de pathogénicité des isolats sur les rameaux des vignes.	49
Figure 26	Essaie de bio-control avec la souche de <i>Saccharotrix lopnuriensis</i>	50
Figure 27	Résultats des essais d'activité antifongique des huiles d'Artemisia	50
Figure 28	Mensurations des zones d'inhibitions	51

Liste des abréviations

Abréviations

ATP :	Adenosine Triphosphate
DSA :	Direction des Services Agricoles
g :	gramme
GTD :	GrapevineTrunkDiseases
GS :	Greffé-soudés
INRA :	Institut National de la Recherche Agronomique
MBD :	Maladies De Bois de la vigne
mm :	millimètres
OIV :	Organisation Internationale pour la Vigne et le Vin
PG :	Porte-Greffe
PN :	Ponctuation Noir
% :	pourcentages

Liste des matières

TABLE DES MATIERES

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction Générale	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I- Généralités sur la vigne	4
I.1 La vigne en Algérie	4
I.2. Importance économique	5
I.2.1. Dans le monde	5
I.2.2. En Algérie	6
I.2.3. Dans la région de Ghardaïa	7
I.3 Classification	8
I.4 Étapes de production de plants de vigne	9
I.4.1. Conservation du bois	10
I.4.2 Réhydratation des boutures	11
I.4.3. Préparation des boutures greffables et des greffons	11
I.4.4. Greffage	11
I.4.5. Paraffinage	11
I.4.6. Encaissage et arrosage	12
I.4.7. Égouttage et stratification	12
I.4.8. Reprise des plants	12

Liste des matières

Plants traditionnels	12
Plants en pot	12
II. Les principales maladies fongiques de la vigne	13
II.1. Les principales maladies touchant la partie aérienne de la vigne	13
II.1.1. Le mildiou causé par <i>Plasmopara viticola</i>	13
II.1.2. L'oïdium causé par <i>Erysiphenecator</i>	14
II.1.3. La pourriture grise causée par <i>Botrytis cinerea</i>	15
II.2. MALADIES DU BOIS DE LA VIGNE	16
II.2.1. Pied Noir	17
II.2.2. Maladie de Pétri	18
II.2.3. Esca	18
II.2.4. Dépérissement à <i>Botryosphaeriaceae</i>	20
II.2.5. Eutypiose	21
III. Le dépérissement	22
III.1 Concept de dépérissement	22
III.2. Facteurs de dépérissement	23
IV. Les voix de contamination	23
IV. 1. Voies de contaminations	23
V. Méthodes de diagnostic des champignons associés aux maladies du bois	24
V.1. Méthode microbiologique	24
V.2. Méthodes de biologie moléculaire (Le séquençage de nouvelle génération)	25
VI. MÉTHODES DE LUTTE	26
VI.1. Méthodes préventives et prophylaxie	26
VI.2. Agents de biocontrôle	27
VI.3. Lutte chimique	28

Liste des matières

VI.4. Méthodes de curative	28
CHAPITRE II : Matériel et méthodes	
1. Présentation de la région d'étude	31
1.1. Situation géographique	31
II. Echantillonnage	32
II.1. Nécroses observées	33
III Isolement et identification des champignons	33
III.1. Préparation des échantillons	33
III.2. Isolement des champignons	33
III.3. Purification des isolats	33
III.4. Identification des isolats	34
Observations macroscopique	34
Observations microscopique	34
IV. Essais de Bio-contrôle	35
V. Test d'activité antifongique de quelques huiles essentielles	36
VI. Pathogénicité des espèces identifiées	37
VI.1. Prélèvement et préparation des rameaux	37
VI.2. Mesure de la nécrose	37
Chapitre III : Résultats et Discussion	
I- Diagnostique sur terrain	40
I.1. description des symptômes externes	40
I.2. description des Nécroses	40
II. Identification des isolats	43
II.1. Fréquence d'apparition des champignons dans la région de Ghardaïa	46
II.2. Fréquence d'apparition des champignons par variété	47

Liste des matières

III. Test de pathogénicité	48
IV. Essais de Bio-contrôle	49
V. Activité antifongique des d'huiles essentielles.	50
Conclusion et perspectives	54
Références bibliographiques	56
Annexe	63

Introduction

Introduction

Introduction

La vigne est un arbre cultivé très ancien, particulièrement caractéristique de certains paysages (COUTIN,2002) .La vigne est l'espèce végétale la plus cultivée au monde. La production de raisins vendus comme raisins de table ou transformés en raisins secs, jus et vin revêt une grande importance économique (MARCHIVE , 2006).

Les vignobles de l'Algérie précoloniale ont été estimés par à environ 5000 ha, représentés par des cultivars indigènes et introduits du Moyen-Orient (BOUBY et al., 2010).

La viticulture en Algérie, dont elle est pratiquée un peu partout à l'ouest (Tlemcen, Sidi Bel Abbes, Ain Timouchent) et dans les principales villes productrices à l'est (Skikda et Bejaiah). Centre (Sahel, Blida, Media, Mitdijah, collines Kabylie) (BOUBY , 2010 et LERY, 1982),et dans certains wilayas du sud Algérien :El oud ,Laghouat , Wargla , Ghardaïa ,El Bayadh (MADR ,2019)

Actuellement, la vigne est menacée par plusieurs maladies dont celles du bois de la vigne , qui sévissent dans plusieurs pays du monde, notamment en Algérie(MADR,2019).

Les GTDs(Grapevine Trunk Diseases) font référence à différentes maladies fongiques affectant les organes de la vigne, entraînant la mort de la plante dans la plupart des cas.

Ces maladies graves affectent la productivité et la longévité des vignobles, en entraînant des pertes économiques considérables (Hofstetter et al., 2017 ; Viret , 2014 ; Larignon, 2012). Les dépérissements des vignes sont généralement causés par plusieurs agents pathogènes notamment les espèces de *Phaeoacremonium* et *Phaeomoniella* qui sont les agents causaux des deux maladies Esca et Pétri, les espèces de la famille des *Botryosphaeriaceae* qui causent le dépérissement à *Botryosphaeria* (Úrbez-Torres, 2011), *Phomopsisviticola* (*Diaportheampelina*) qui est la principale cause des dépérissements à *Diaporthes* et les espèces de type *Cylindrocarpon* qui sont responsables de la maladie du Pied Noir(Úrbez-Torres , 2011).

La maladie du Pied Noir et la maladie de Pétri de la vigne sont parmi les principales maladies du bois (GTDs) affectant les plantules en pépinière et dans les jeunes vignobles (Martínez-Diz et al., 2020, Carlucci et al .,2017 ; Agusti-Brisach et Armengol ., 2013 ; Chaverri et al., 2011 ,Halleen .,2004).

Introduction

La maladie de Pétri est causée en particulièrement déclenchée pendant le processus de greffage et fournit des voies d'entrée pour les agents pathogènes fongiques à travers les plaies ouvertes dans le bois (Gramaje et al., 2018; Pintos et al., 2018 ;Carlucci et al., 2017).

En plus de la maladie du Pied Noir, la maladie de Pétri est l'une des GTDs qui entraîne des pertes économiques importantes, en raison de la réduction de rendement et de la qualité, ainsi que les coûts dus à la replantation des vignobles (Scheck et al., 1998).

En Algérie plusieurs travaux sur les GTDs ont été effectués dans les principales régions viticoles situées au nord du pays (Aigoun et al., 2021).

En revanche très peu de données sont disponibles quant à la situation sanitaire de la vigne dans le sud Algérien.

Dans ce contexte, notre étude vise à identifier la flore fongique associée au dépérissement de la vigne dans la région de Ghardaïa. L'étude comporte plusieurs étapes:

Prélèvement des rameaux présentant les symptômes de dépérissement à partir des différents vergers ; Suivi des lésions vasculaires au niveau des rameaux à travers différentes coupes transversales, permettant de décrire différents types de nécroses ; après l'isolement de la microflore fongique à partir des buchettes découpées à la limite du bois nécrosé .

La Confirmation de l'identité des espèces par une description morphologique (macro et microscopique), une test de pathogénicité des espèces identifiées sur des rameaux sains de la vigne.

Et dans la dernière étapes : l'essai de Biocontrôle et test d'activité antifongique de quelques huiles essentielles.

Chapitre I :
Synthèses
bibliographie

CHAPITRE I : synthèses bibliographique

I- Généralités sur la vigne

La vigne fait partie d'une des plus anciennes plantes cultivées sur terre et accompagne celle de l'homme (Rowley et al., 2003). Le genre *Vitis* comportant plus 100 espèces, cultivé depuis 7000 années (The plant List, 2013 ; Mullins et al., 1992).

Les cépages de *Vitis vinifera L.* sont les plus cultivés dans le monde avec une grande valeur commerciale des raisins de table, les raisins secs et la production du vin.

La viticulture a commencés dans les pays méditerranéens et dans d'autres régions tempérées entre 30 et 50°C dans les hémisphère Nord et Sud (Gramaje et al., 2018).

La culture de la vigne implique des coûts de production considérables lors de l'investissement initial spécialement lors de la plantation du vignobles et des coûts d'exploitation annuels des nécessaires à la production ; La majorité de ces coûts sont lies aux programmes de lutte contre les maladies, tels que les frais liés aux pratiques culturales et aux agent chimiques et biologiques car la vigne abrite des agents pathogènes plus divers que toute autre plante ligneuse (Gramaje et al., 2018 ; Martelli, 1997).



Figure 1. Photo des ceps de vigne

I.1 La vigne en Algérie

Le développement extraordinaire de La viticulture autour de la méditerranée s'explique par L'existence dans cette zone d'un climat idéal pour La viticulture. Ces conditions climatiques favorables se rencontrent dans de très nombreux terrains, aussi bien en plaine que sur les montagnes

Donc ces facteurs climatiques et pédologiques favorables expliquent la richesse de l'encépagement de la viticulture algérienne.

Les premiers vignobles créés par les immigrants venus de toutes les régions durant Les différentes périodes de colonisation comportent un grand nombre de variétés (fodil O, 1989).

Les régions de production de raisins sont surtout situées au Nord du pays, on citera parmi ces régions : Arzew, Mostaganem, Mascara, Sidi -Belabes et Tlemcen à l'ouest, Boufarik, Médéa, Blida, Chéraga et Tipaza pour le centre (Bendjilali, 1980).

L'Algérie cherche à améliorer la production nationale pour satisfaire la demande sans cesse croissante, étaler la période de production et la répartir tout au long de l'année mais surtout pour enrichir la gamme variétale en cépages précoces et tardives(Bendjilali, 1980).

I.2. Importance économique

I.2.1. Dans le monde

Selon le bilan annuel de l'OIV, (Organisation Internationale pour la Vigne et le Vin), la superficie viticole mondiale s'élève à 7 298 865 d'hectares en 2021. La production mondiale de raisin atteint 69 432 872 de tonnes, dont 30 109 213 de tonnes de raisins de table et 1 380 475 de tonnes de raisins secs.

L'Espagne est en tête du monde avec 969 000 hectares. En Asie, la croissance du vignoble chinois (875 000 hectares) a ralenti après plus d'une décennie de forte croissance, tandis que le vignoble turc (448 000 hectares) s'est stabilisé en 2018 après une baisse depuis 2003. EN Amérique de sud, la superficie des parcs augmente, notamment au Mexique. , atteignant 340 000 ha (OIV, 2019).



Figure 2. Superficie mondiale de la viticulture de la vigne en 2021 (OIV)

I.2.2.En Algérie

L'Algérie conserve une place importante dans le monde, dont la viticulture est très pratiquée, spécialement au nord du pays, et aussi cultivée dans le sud avec des quantités importantes. Son importance économique considérable réside dans la production de fruits et de raisins qui sont vendus comme raisins de table frais ou transformés en raisins secs (MADR, 2019).

Les principales régions viticoles en Algérie sont présentées dans la figure 03

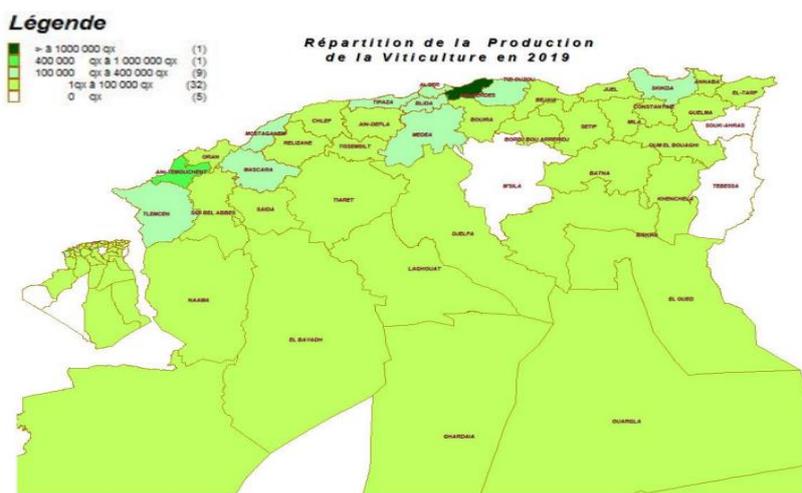


Figure 3.Répartition de la viticulture en Algérie (MADR, 2019)

Le developement de la production ainsi que la superficie de la viticulture en Algérie entre 2015 et 2019 est illustré dans la figure 04

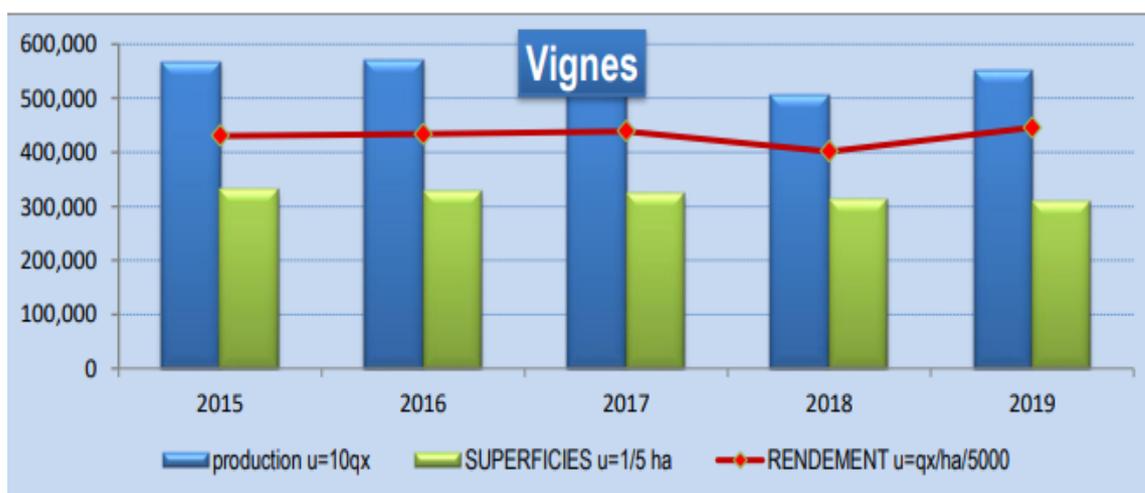


Figure 4.Production et superficie de la viticulture en Algérie entre 2015 et 2019 (MADR, 2019)

Production de la vigne par Wilaya

La production de la vigne pour chaque Wilaya en Algérie est résumée sur le tableau 01

Tableau 1.roduction de la vigne par Wilaya en Algérie (MADR, 2019)

WILAYA	VIGNES A VINS					VIGNES DE TABLE			
	Sup totale	Sup en rapport	Product de raisin de cuve frais	Rdt	Production de vin	Sup totale	Sup en rapport	Production	Rdt
	(ha)	ha	Totale (qx)	qx/ha	hl	(ha)	ha	(qx)	qx/ha
1 ADRAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 CHLEF	0	0	0	0	0	1 063	937	38 760	41,4
3 LAGHOIAT	0	0	0	0	0	373	373	10 444	28,0
4 O.E.BOUAGHI	0,00	0,00	0	0	0	2	2	400	200,0
5 BATNA	0	0	0	0	0	91	80	7 257	90,3
6 BEJAJA	0	0	0	0	0	410	392	22 043	56,2
7 BISKRA	0	0	0	0	0	289	230	25 957	112,9
8 BECHAR	0	0	0	0	0	127	125	5 080	40,6
9 BLIDA	93	93	5 804	62,7	0	1 025	760	114 592	150,8
10 BOUIRA	0	0	0	0	0	76	45	1 382	30,5
11 TAMANRASSET	0	0	0	0	0	137	120	7 440	62,2
12 TEBESSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 TLEMCEEN	638	563	13 762	24,4	0	1 708	1 500	221 910	147,9
14 TIARET	0	0	0	0	0	563	530	26 000	49,1
15 TIZI-OUZOU	0	0	0	0	0	1 293	1 123	224 833	200,3
16 ALGER	0	0	0	0	0	2 409	1 987	300 020	151,0
17 DJELFA	0	0	0	0	0	43	43	7 070	164,4
18 JUJEL	0	0	0	0	0	49	44	2 789	64,1
19 SETIF	0	0	0	0	0	26	8	81	10,3
20 SAIDA	0	0	0	0	0	57	57	2 465	43,2
21 SKIKDA	0	0	0	0	0	1 170	1 063	125 750	118,3
22 S.B.ABBES	1 728	1 728	29 875	17,3	0	1 432	918	32 142	35,0
23 ANABA	0	0	0	0	0	88	54	4 155	76,9
24 GUELMA	0	0	0	0	0	39	17	865	50,9
25 CONSTANTINE	0	0	0	0	0	19	14	1 302	92,9
26 MEDEA	63	63	2 771	44,2	0	3 055	3 271	178 411	54,5
27 MOSTAGANEM	7 257	7 355	125 201	17,0	0	3 622	3 569	122 752	34,4
28 MSILA	0	0	0	0	0	35	0	0	0
29 MASCARA	1 545	1 545	37 400	24,2	0	3 212	3 032	132 400	43,7
30 OUJARGLA	0	0	0	0	0	63	53	1 866	35,0
31 ORAN	79	79	4 334	54,9	0	534	500	39 166	78,4
32 EL-BAYADH	0	0	0	0	0	25	25	2 430	99,2
33 ILLIZI	0	0	0	0	0	27	24	1 644	68,5
34 B.BARRERIDJ	0	0	0	0	0	15	4	1 280	320,0
35 BOUMERDES	0	0	0	0	0	15 652	11 793	2 566 914	217,7
36 EL-TARF	0	0	0	0	0	700	478	81 390	170,4
37 TINDOUF	0	0	0	0	0	5	0	0	0
38 TISSEMSILT	0	0	0	0	0	249	249	10 180	41,0
39 EL-OUED	0	0	0	0	0	223	220	9 240	42,0
40 KHENCHELA	0	0	0	0	0	35	30	1 660	56,3
41 SOUK-AHRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42 TIPAZA	424	424	10 490	24,8	0	2 219	1 811	315 749	174,4
43 MILA	0	0	0	0	0	16	6	255	42,5
44 AN-DEFLA	51	46	2 135	46,2	0	427	394	22 672	57,6
45 NAAMA	0	0	0	0	0	63	57	3 912	68,3
46 A.TEMOUCHENT	8 337	8 337	225 911	27,1	161 322	4 334	4 321	228 149	52,8
47 GHARDAIA	0	0	0	0	0	439	257	43 350	168,7
48 RELIZANE	64	63	3 250	51,6	780	875	869	91 240	105,0
TOTAL ALGERIE	20 277	20 294	460 933	22,7	162 102	48 310	41 382	5 037 396	121,7

I.2.3. Dans la région de Ghardaïa

Selon la DSA (Direction des Services Agricoles) la filière viticole dans la wilaya de Ghardaïa a démarré avec 70 ha en 2000 pour atteindre 440 ha en 2019, grâce au potentiel hydrique de qualité ainsi qu'un climat et un sol appropriés (DSA, 2021). En 2019, la production de raisins de table a été de 43 350 qx, avec une superficie de 439 ha (MADR, 2019).

La hausse de la productivité est favorisée par le recours aux cépages productifs ainsi que l'amélioration des techniques culturales. Le climat favorise la maturité précoce des raisins. De plus, la qualité de l'eau et du sol, notamment des régions de Hassi Lefhal et El Menea sont très optimales pour la viticulture dont de nombreux habitants ont des vignes dans leurs courtes ou palmeraies, pour l'autoconsommation. (DSA, 2021).

La figure 05 indique l'existence de plusieurs cépages cultivés, dont le Dattier est le plus cultivé avec 39%, suivie par les variétés Red Globe et Cardinal avec 15%, puis Ahmar Bouamar avec 8% ; avec d'autres variétés qui font ensemble 23% de la superficie cultivée. Cette diversité variétale est un bon indicateur du développement de la viticulture dans la Wilaya de Ghardaïa (Babaz, A., et, Hadj said, M ;2021).

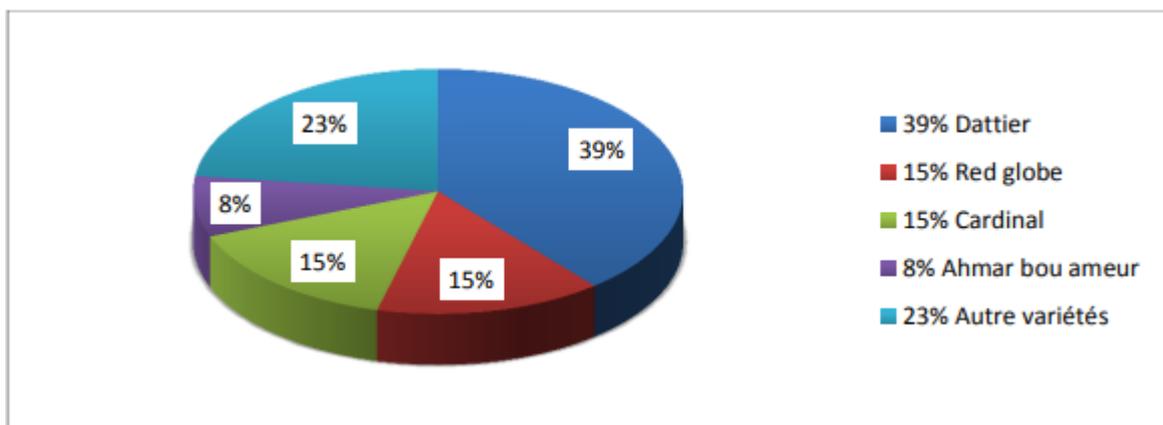


Figure 5. Les variétés cultivées de la vigne dans la wilaya de Ghardaïa (Babaz, A., & Hadj said, M ;2021)

I.3 Classification

Les vignes sont des Angiospermes Dicotylédones de la famille des *Vitaceae* ; originaire des régions tempérées nord d'Amérique, d'Asie et d'Europe (Bordiec, 2010). Elle comprend 19 genres et 62 espèces (Galet, 2001).

Le genre *Vitis* comprend deux sous-genres : Muscadinia et Euvitis. Parmi les Euvitis, on distingue trois taxons principaux : le groupe euro-méditerranéen représenté par une seule espèce (*Vitis vinifera* L.), le groupe asiatique avec une dizaine d'espèces, et le groupe américain avec une vingtaine d'espèces (Galet, 2001).

Les vignes appartiennent à la famille des *vitacées*, dont plusieurs espèces sont économiquement importantes pour la production de raisins de table, de jus, de vin et de raisins secs. Il existe également des espèces utilisées comme plantes ornementales (Walters et al., 2002).

Selon (INPN, 2021) la classification de la vigne se présente comme suite

Tableau 2. Taxonomie de la vigne (INPN, 2021)

Règne	Plantae
Sous-règne	Viridaeplantae
Classe	Equisetopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Vitales
Famille	Vitaceae
Sous-famille	Vitoideae
Genre	Vitis
Espèce	<i>Vitis vinifera</i> L., 1753

I.4 Étapes de production de plants de vigne

La production de plants de vigne en pépinière passe par plusieurs étapes. Elle commence par la récolte de bois au niveau des Champs Pieds Mère jusqu'à l'élaboration d'un plant greffé-soudé prêt à être commercialisé (Gramaje et al., 2018 ; Gramaje et Di Marco., 2015 ; Waite et al., 2015).

Ces étapes de production sont illustrées dans la figure 06.

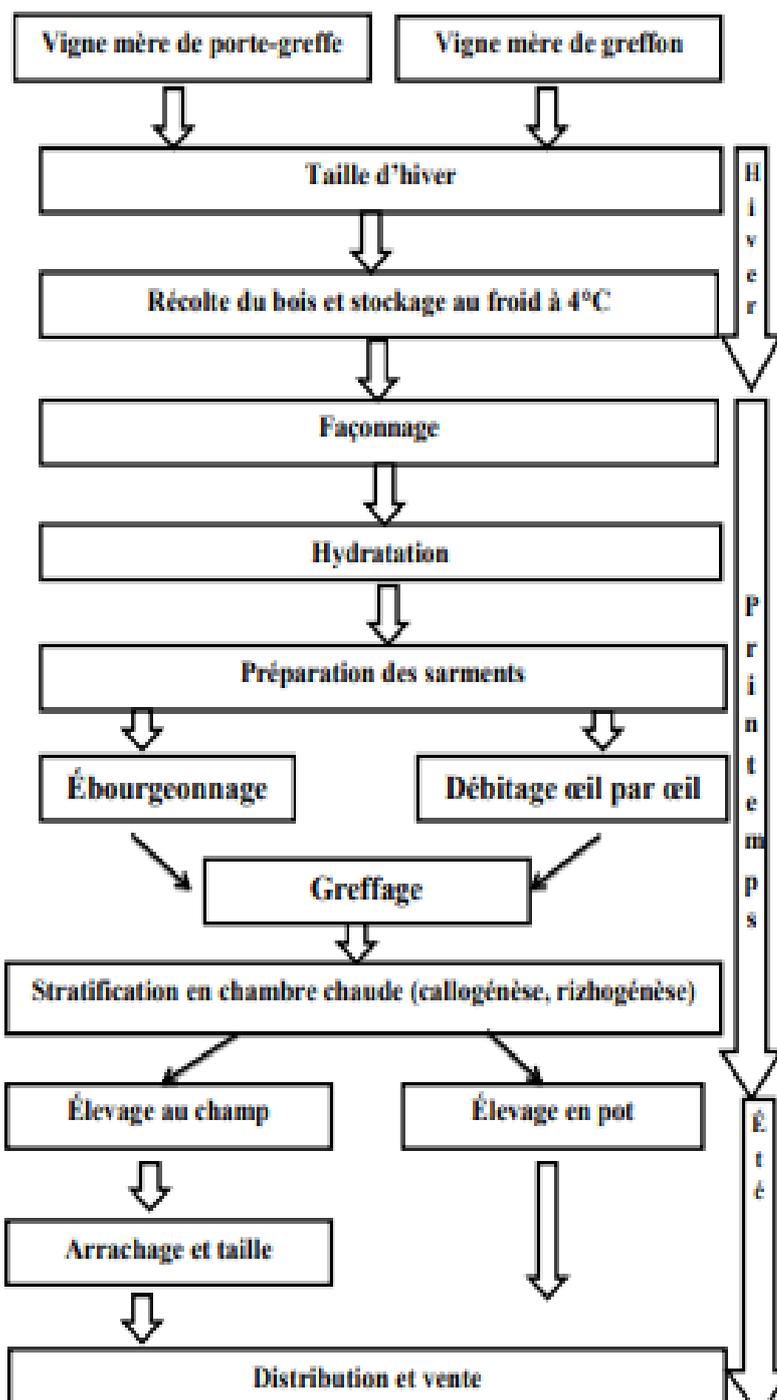


Figure 6.Étapes de production de plants de vigne en pépinière (Gramaje et Armengol., 2011)

I.4.1.Conservation du bois

Pour une meilleure finition, toutes les précautions doivent être prises pour éviter que le bois ne se dessèche. A noter que l'humidité moyenne des sarments détachés des souches est de 50 %. Cette quantité peut diminuer de 10 à 15 % pendant le stockage. Cela peut réduire la récupération du greffon. Le bois doit ensuite être stocké dans une chambre froide à une température de 2-4 °C et une humidité de 75-80 % (Gramaje et Di Marco., 2015).

I.4.2 Réhydratation des boutures

Une fois sorties du réfrigérateur, les plantes sont réhydratées en les trempant dans l'eau pendant 24 à 48 heures. Les réservoirs d'hydratation sont désinfectés avec des produits antifongiques tels que le cryptonol (sulfate de quinoléine avec une concentration maximale de 0,5 kg/hl). Égoutter et conserver dans un récipient couvert ou un sac en plastique scellé au réfrigérateur (Waite et al., 2018;Gramaje et Di Marco., 2015).

I.4.3.Préparation des boutures greffables et des greffons

Le bois produit par le greffon est coupé en trois greffons (PG) Porte-Grefe , chacun d'environ 35 cm de long, ce qui donne une souche à 2 cm sous la pousse racinaire. Pour les boutures, retirez les bourgeons avec une tige de greffe. Les pousses greffées sont formées en tiges de 05 boucles et conditionnées en paquets de 100. Ces morceaux sont coupés bout à bout avec 1 cm de bois au-dessus de la branche et 3-4 cm de bois en dessous pour permettre un travail de greffage sans attraper les bourgeons (Gramaje et Di Marco., 2015).

I.4.4.Greffage

La multiplication de la vigne peut se faire par diverses méthodes, mais la technique la plus utilisée aujourd'hui est le greffage sur table chez Omega, qui répond à plusieurs objectifs comme une très bonne résistance mécanique et la qualité d'un travail effectué avec précision par un personnel qualifié (Waite et al., 2018)

I.4.5. Paraffinage

Après le greffage, le site d'implantation est paraffiné avec de la cire liquide pour assurer la rigidité physique de l'assemblage et le protéger de la dessiccation(Gramaje et Di Marco., 2015 ; Gramaje et Armengol.,2011). En effet, les greffons coupés sont chauffés à une température de 60-80°C et immergés dans de la paraffine rose riche en hormone de croissance, puis rapidement retirés et immergés dans de l'eau froide pour éviter les brûlures et permettre une meilleure adhésion(Waite et al., 2018)

I.4.5. Encaissage et arrosage

Les greffons sont placés côte à côte dans la boîte avec les talons vers le bas et les greffons sortis. La nouvelle sciure de bois est placée dans des boîtes dans chaque rangée. Une fois rempli, il est aspergé d'une solution aqueuse contenant un agent antifongique (benomyle) puis aspergé de soufre. (Gramaje et Di Marco, 2015).

I.4.6. Égouttage et stratification

Selon Gramaje et Di Marco (2015), les caisses restent dans l'atelier de finition pendant une semaine pour évacuer l'excès d'eau en attendant d'entrer dans la salle chaude. Après cela, les boîtes sont placées dans une pièce chauffée à 30°C pendant les premiers jours, puis maintenues à une température de 24-25°C avec une humidité élevée de 80-95%. La stratification est une étape du développement de la vigne dans laquelle la formation de cellules se produit au niveau de la cicatrice du greffon et la prolifération des cellules au sein du cambium et du phloème libère du tissu cicatriciel (cal). Le soudage est plus efficace avec un contact suffisant (diamètre égal, coupes en biais). La callogénèse dure 10 à 25 jours, lorsqu'un cordon de cal blanc, uniforme et régulier apparaît autour du point de soudure et que les premières racines sont libérées. Une surveillance quotidienne est nécessaire. À ce stade les bourgeons germés nécessitent un traitement à cause de l'existence d'un risque élevé de développer la pourriture grise (botrytis). À la fin de la stratification, la plante est retirée de la pièce chaude et versée. Un triage initial est effectué avant que les plantes ne soient paraffinées avec de la cire blanche sans hormone pour protéger la cornée (Gramaje et Di Marco, 2015).

I.4.7. Reprise des plants

A ce stade de l'élaboration du plant de vigne, il est nécessaire de distinguer les plants traditionnels et les plants en pot.

▪ Plants traditionnels

Les boutures racinées sont plantées à l'extérieur en buttes à partir du mois d'avril à fin mai à l'aide d'un paillis plastique perforé à une densité de 200 000 à 300 000 plants par hectare. La plantation est effectuée dans un sol très meuble et bien aéré avec des engrais de base et des apports réguliers de potassium, d'azote et de phosphore. L'irrigation est essentielle, suivie d'un traitement avec des antifongiques et des insecticides. Les plants sont arrachés mécaniquement de novembre à janvier. Les plants sont triés et les pousses sont taillées en deux bourgeons avant d'être envoyées au vigneron (Gramaje et Armengol, 2011).

▪ Plants en pot

Le Greffé-soudés est placé dans des pots biodégradables remplis aux 2/3 et 1/3 de terre et de sable. Placez-les dans une serre à 25°C, arrosez et retirez les pousses naissantes. Un traitement antifongique est nécessaire. Les plantes sont classées par taille (Gramaje et Armengol., 2011).

Les plantes en pot de bonne qualité poussent vigoureusement, ont de nombreuses racines près du talon, ont un taux de récupération élevé, peuvent être produites dans l'année et ont l'avantage d'être sans danger sur le plan sanitaire. L'utilisation de plantes en pot nécessite plus d'entretien, de transport (boîtes de 60 plantes) et nécessite un espace de stockage important (Gramaje et Armengol, 2011).

II. Les principales maladies fongiques de la vigne

La vigne est une plante sensible à une large gamme d'agents pathogènes, principalement les champignons, les bactéries, les virus et les phytoplasmes. Les principales maladies touchant les parties aériennes de la vigne (feuilles et grappes), sont le mildiou, l'oïdium et la pourriture grise.

.II.1. Les principales maladies touchant la partie aériennes de la vigne

✓ II.1.1. Le mildiou causé par *Plasmopara viticola*

Le mildiou est présent dans le nord-est des États-Unis et a été introduit par erreur en France en 1878 par l'importation de porte-greffes américains utilisés pour lutter contre le phylloxera. La maladie est causée par l'oomycète biotrophe *Plasmopara viticola*. C'est un parasite obligatoire présent sur tous les organes herbacés de la vigne, des feuilles, des vrilles ou bourgeons et des raisins. Sans traitements et dans des conditions climatiques adéquates (température 15-20 °C et précipitations > 10 ml), le mildiou de la vigne peut entraîner une perte d'environ 75 % du rendement annuel (Delière et al., 2010).

Les conditions climatiques actuelles, caractérisées par des températures douces et une forte humidité, favorisent l'apparition des premiers symptômes du mildiou sur les vignes. Celle-ci est actuellement dans une phase sensible de « dissémination visible des feuilles de vigne » dans les premières régions viticoles du pays. A cet effet, et compte tenu de la prévalence de cette maladie, il est conseillé aux viticulteurs, notamment ceux qui n'effectuent pas de traitements hivernaux, d'utiliser des traitements préventifs à l'aide de fongicides adaptés et agréés. pour éviter l'apparition de maladies et préserver feuilles nouvellement émergées (ITAFV, 2023)

Les premiers symptômes apparaissent sur les feuilles sous forme de tâches jaunâtres et d'aspect huileux sur la face supérieure alors que la face inférieure se recouvre d'un duvet blanchâtre qui correspond aux fructifications de l'oomycète (figure 7 A et B). Les feuilles atteintes ont de nombreuses tâches rouges ou brunes et elles finissent par tomber prématurément (figure 7 C). Lors de la floraison, les symptômes apparaissent sur les grappes (figure 7 D).

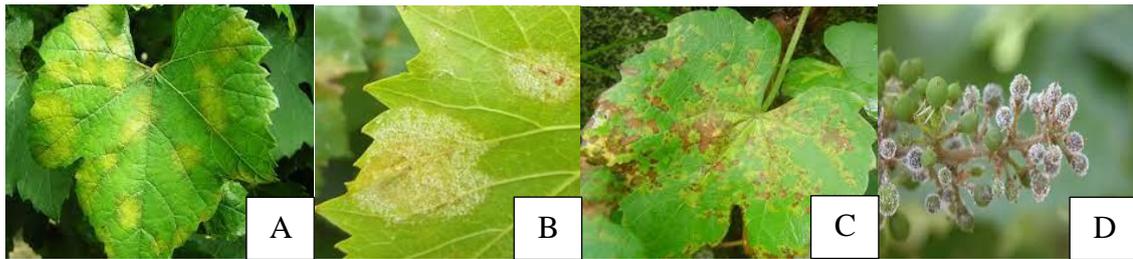


Figure 7. Les symptômes du mildiou (ephytia, INRA)

A : tâches d'huile sur la face supérieure de la feuille visible en début de saison ;B : feutrage blanc observable sur la face inférieure de la feuille ;C : symptôme mosaïque de mildiou sur la face supérieure de la feuille observable en fin de saison ;D : Fructifications de *Plasmoporaviticola* sur les grappes.

✓ II.1.2. L'œidium causé par *Erysiphenecator*

L'œidium est une maladie nord-américaine introduite en France en 1845. La maladie est causée par le champignon de l'ascomycète *Erysiphenecator* (Schw.) Burr, anciennement appelé *Uncinulanecator*. C'est un parasite biotrophe obligatoire du genre *Vitis*. Les conditions optimales pour la croissance de ce champignon sont une température de 25°C à 30°C et une humidité relative de 80%. *E. necator* peut nuire à la production viticole, entraînant des pertes de production importantes et altérant la qualité des raisins (Galet, 1999). Comme le mildiou, ce champignon affecte tous les organes verts de la vigne, en particulier les jeunes fruits en croissance.

La maladie se manifeste sur les feuilles par de petites plaques de duvet dispersées qui se développent d'abord sur la face inférieure des feuilles (Figure 8A) puis sur la face supérieure des feuilles (Figure 8B). Dans les feuilles infestées, les bords des limbes des feuilles s'enroulent et des taches poudreuses blanc cassé apparaissent des deux côtés de la feuille (figure 8C). Les inflorescences et les fruits du raisin peuvent être atteints depuis la floraison jusqu'à la fermeture de la grappe. Calonnec et al. (2004) ont montré que la présence de grappes atteintes d'œidium affectait la qualité du vin.



Figure 8. Les symptômes de l'oïdium (Ephytia, INRA)

A : tâches duveteuses sur la face inférieure ; B : sur la face supérieure de la feuille ; C : Symptôme sur feuilles fortement attaquées par l'oïdium.

✓ II.1.3. La pourriture grise causée par *Botrytis cinerea*

La pourriture grise est une maladie causée par le champignon *Botrytis cinerea*. C'est un champignon ubiquiste polyphage, omniprésent qui confine au saprophyte et au parasite. Il peut se développer comme saprophyte d'abord dans les tissus morts avant de se nécroser dans les parties vivantes de la plante (Viret et Siegfried, 2001). Au printemps, des taches brun rougeâtre se forment autour du limbe foliaire, révélant une invasion foliaire (Figure 9A). Lorsqu'elles sont attaquées, les inflorescences se dessèchent et tombent (Figure 9B). *B. cinerea* infecte les fruits de véraison et envahit complètement les racèmes qui se couvrent de conidiophores et brunissent (Figure 9C). Une humidité relative d'environ 90-95% et une température de 17-23 °C sont des conditions très favorables à l'infestation de *B. cinerea*. Les pertes de rendement dues à cette maladie peuvent atteindre jusqu'à 40 % et les caractères organoleptique du vin sont affectées (Darriet et al., 2001).



Figure 9. Les symptômes de la pourriture grise (ephytia, INRA).

A : taches rouges brunes à la périphérie du limbe ; B : Dessèchement des inflorescences ; C : Les grappes se recouvrent de conidiophores et prennent une coloration marron.

II.2. MALADIES DU BOIS DE LA VIGNE

Dans la littérature, le terme «maladies du bois» (MDB) ou GTD (Grapvine trunk diseases) désigne différentes maladies fongiques qui s'attaquent aux organes pérennes de la vigne en menant, la plupart du temps, à la mort de la plante (Viret et Gindro, 2014 ; Bertsch et al., 2013).

Les champignons des MDB sont considérés comme des pathogènes latents, même si leur mode d'action n'est pas encore clairement élucidé. Les facteurs pédoclimatiques (précipitations, réserve en eau des sols), culturaux (systèmes de taille, entretien des sols) et variétaux (sensibilité des cépages) semblent également impliqués dans l'incidence et la sévérité des MDB (Bertsch et al., 2013 ; Surico et al., 2006).

Les champignons des MDB pénètrent dans le bois de la vigne principalement par les plaies de taille (Díaz et LaTorre, 2013 ; Eskalen et al., 2007).

La vigne cultivée est sensible à de nombreux agents pathogènes. Elle peut être attaquée par des insectes ravageurs (dont les tordeuses de la vigne, les cicadelles ou le Phylloxera). Des phytovirus (plus de 70 virus différents) peuvent également infecter la vigne, tout comme des agents bactériens, des phytoplasmes et des agents fongiques. Parmi les pathogènes fongiques, trois sont majeurs et connus pour attaquer préférentiellement les parties herbacées de la vigne : *Erysiphe necator*, responsable de l'oïdium, *Botrytis cinerea*, responsable de la pourriture grise et *Plasmopara viticola* qui est responsable du mildiou. D'autres agents fongiques sont préjudiciables pour le bois et la pérennité des ceps comme ceux des maladies du bois de la vigne (Ouadi, 2019 ; Nivault, 2017 ; Pouzoulet, 2012).

Les GTDs affaiblissent et détruisent la charpente de la souche ce qui entraîne le plus souvent la mort du cep. Ces maladies sont considérées comme très dommageables pour la pérennité du patrimoine viticole car les champignons responsables de ces maladies attaquent les organes pérennes de la vigne (Troncs et sarments), provoquant à plus ou moins long terme la mort du cep (Larignon, 2016).

Dans le vignoble, les GTDs se manifestent par différentes symptomatologies au niveau de la partie herbacée. Dans le bois, ces affections se traduisent par des nécroses qui sont plus ou moins développées allant de quelques vaisseaux obstrués jusqu'à la formation de chancres. Elles peuvent se caractériser par des formes plus ou moins sévères allant jusqu'à l'apoplexie ou par des formes lentes conduisant à l'affaiblissement progressif de la plante (faible vigueur), pour aboutir à la mort d'une de ses parties (coursons, bras), puis se propage sur l'ensemble du cep. De plus, ces maladies peuvent toucher les jeunes plantations et les vignes âgées (Gramaje et al., 2018 ; Larignon, 2016).

II.2.1.Pied Noir

La maladie du Pied Noir est l'une des principales maladies du bois (GTDS) affectant les jeunes plantes(Berlanas et al., 2019 ; Carlucci et al., 2017).

Le nom dérive de la présence d'une nécroses brunes à noires à la base du PG. La maladie du Pied Noir a été signalée dans de nombreux vignobles à travers le monde, notamment en Australie , Brésil , France , Afrique du Sud , Espagne (Agustí-Brisach et Armengol., 2013 ; Alaniz et al ., 2007), et de nombreux autres pays.

Les déférentes symptômes de vigne affectés par la maladie du Pied Noir montrent une vigueur réduite, des entre nœuds raccourcis et de petites feuilles avec des chloroses et nécroses entre les nervures(Gramaje et al., 2018 ; Reis et al., 2013).

Les coupes longitudinales réalisées à la base du tronc des vignes affectées montrent des bandes vasculaires brunes à noires (Gramaje et al., 2018; Carlucci et al., 2017 ; Oliveira et al., 2004).

Des pathogènes caractéristiques de la maladie du Pied Noir ont été isolés à partir de plants symptomatiques ou asymptomatiques sur des CPM (Fourie et Halleen., 2004), de boutures de PG enracinés et de jeunes vignes greffées (Gramaje et al., 2018).

L'examen du système racinaire des plants atteints par cette maladie montre l'apparition d'un deuxième plateau de racinaires au niveau plus élevés sur le PG (Figure 10) ce qui permet la survie de la jeune plante. Les racines du premier plateau sont nécrotiques et virent au grise à noire selon le degré d'envahissement (Larignon, 2016).



Figure 10.Symptômes caractéristiques de la maladie du Pied Noir de la vigne(INRA)

II.2.2.Maladie de Pétri

La maladie de Pétri survient principalement au cours du processus de transplantation et permet l'entrée de pathogènes fongiques associés par le biais de lacérations. (Gramaje et al., 2018; Pintos et al., 2018 ; Carlucci et al., 2017).

Elle a été signalée dans de nombreux pays du monde notamment en Afrique du Sud , Australie , Chili , Espagne , États-Unis (Morton, 1995), Grèce , Iran (Arabnezhad et Mohammadi.,2012), Italie , Pérou (Romero-Rivas et al., 2009), Portugal , Turquie (Özben et al., 2012) et l'Uruguay (Abreo et al., 2011).

Les symptômes externes de cette maladie sont similaires à ceux causés par la maladie du Pied Noir , notamment le retard de la croissance, la réduction de la vigueur, des entre-nœuds raccourcis, un feuillage clairsemé et chlorotique avec des marges nécrotiques, la mortalité des bourgeons, la pourriture des fruits suivi de flétrissement du cep. (Gramaje et al., 2018).

Cependant, les symptômes internes de la maladie de Pétri diffèrent de ceux observés pour la maladie du Pied Noir par la présence de composés phénoliques de couleur foncée dans les vaisseaux du xylème du tronc en réponse au champignon proliférant dans les vaisseaux du xylème, comme il est clairement illustré dans la figure 11 (Gramaje et al., 2018 ; Fontaine et al., 2016 ; Larignon., 2016).



Figure 11. Symptômes caractéristiques de la maladie du Pétri de la vigne(INRA)

II.2.3. Esca

L'Esca est l'une des maladies du bois de la vigne, associée à des champignons pathogènes qui se développent dans les tissus ligneux de la charpente. Celle-ci conduit à un dépérissement progressif de la plante. Elle est présente dans toutes les régions viticoles des deux hémisphères Nord et Sud (Larignon et Yobrégat, 2019 ; Ouadi, 2019 ; Li, 2015).

Elle prend deux formes chez les plantes adultes: une forme lente reconnaissable à ses symptômes foliaires et une forme foudroyante, capable de tuer un cep en quelques jours. Les symptômes foliaires peuvent s'exprimer durant une ou plusieurs années, de manière consécutive ou non.

Des bandes de bois nécrosé, différemment colorées selon l'espèce de champignon impliquée, sont visibles dans le tronc des plantes atteintes. Plusieurs études ont montré que les espèces associées à ces nécroses appartenaient à des groupes fongiques différents : *Eutypalata*, *Phaeomoniella chlamydospora* et différentes espèces des genres *Botryosphaeria*, *Cylindrocarpon*, *Fomitiporia*, *Phaeoacremonium*, *Phellinus*, *Phomopsis* et *Stereum* (Surico et al. 2006 ; Armengol et al. 200 ; Mugnai et al. 1999 ; Larignon et Dubos 1997).

L'Esca est caractérisée par des symptômes de la tigrure des feuilles qui touchent soit toute la plante, soit un seul bras ou encore quelques rameaux. Les fruits présentent des taches violacées à leur surface, différentes nécroses sont observées dans le bois (figure 12).

Plusieurs espèces de champignons sont associés à la forme lente de l'Esca tel que *Phaeomoniella chlamydospora* qui est souvent isolée à partir des petites ponctuations noires (Ouadi, 2019 ; Fontaine et al., 2016 ; Larignon, 2016) et différentes espèces de *Phaeoacremonium* qui sont généralement situées dans la nécrose brune et dure et surtout dans la zone située entre le bois sain et le liseré noir (Ouadi, 2019 ; Larignon, 2016).





Figure 12. Symptômes externes de la maladie de l'Esca (INRA, 2020)

II.2.4. Dépérissement à *Botryosphaeriaceae*

La famille *Botryosphaeriaceae* est responsable du flétrissement de *Botryosphaeria*, provoquant des chancres et des nécroses entraînant la mort des ceps (Reis et al., 2020 ; Ouadi, 2019 ; Nivault, 2017). Elle représente une vaste famille d'ascomycètes dont l'implication dans les dépérissements est en constante augmentation. Ces champignons sont présents dans le monde entier sous forme d'endophytes, de parasites ou de saprophytes sur diverses plantes ligneuses, y compris la vigne (Reis et al., 2020 ; Nivault, 2017).

Les symptômes foliaires se caractérisent par des taches jaune vif sur les cépages blancs et des taches bordeaux sur les cépages noirs. Son apparition peut ensuite provoquer des symptômes foliaires similaires à ceux de la forme tardive de l'esca. À des stades plus avancés, il est possible d'observer un jaunissement des derniers tissus verts et veines restants (Reis et al., 2020 ; Ouadi, 2019 ; Nivault, 2017 ; Larignon, 2016).

Dans le bois, la maladie se caractérise par la présence d'une bande brune sous l'écorce, qui débute sur les branches malades et peut atteindre le niveau de soudure au PG. Comme le montre la figure 13, des coupes transversales de bois montrent une nécrose brune à des endroits en forme d'éventail (Nivault, 2017 ; Fontaine et al., 2016 ; Larignon, 2016)



Figure 13. Symptômes externes des maladies du bois à Botryosphaeriaceae (INRA)

II.2.5. Eutypiose

Selon Fontaine et al (2016), cette maladie est présente dans la majorité des vignobles. Elle se manifeste par le rabougrissement des rameaux (entre-nœuds courts) qui présentent des feuilles chlorotiques, crispées, déchiquetées avec des nécroses marginales qui peuvent se généraliser sur l'ensemble du limbe et parfois d'inflorescences desséchées ou de grappes millerandées (figure 14).

Elle se traduit également par la mort d'un bras d'où le nom de maladie du bras mort. Le bois présente une nécrose brune et dure en position sectorielle avec des rayures plus foncées (Fontaine et al., 2016; Larignon, 2016).

L'Eutypiose est causée par le champignon ascomycète *Eutypalata* identifié sur la vigne par Molleret Kasimatis en (1978).



Figure 14. Symptômes externes de la maladie de l'Éutypiose (INRA, 2020)

III Le dépérissement

III.1 Concept de dépérissement

La définition du dépérissement la plus couramment utilisée dans la littérature est celle de Manion (1981). La brûlure est définie comme un phénomène causé par un ensemble de facteurs interagissant et séquencés de manière spécifique, entraînant une dégradation généralisée (en particulier dans l'apparence et la croissance) et une dégradation progressive, aboutissant généralement à la mort de l'arbre. Ainsi, la définition de l'émaciation plaide contre une maladie causée par un seul agent pathogène, qu'il soit biotique ou abiotique.

En France, les tentatives de formalisation du concept de déclin sont récentes et peu nombreuses, et les références aux concepts anglo-saxons sont souvent implicites. La seule définition précise est celle de Délateur (1990). Pour cet auteur, « émaciation » est : « un terme symptomatique, c'est-à-dire qu'il décrit un ensemble d'anomalies perceptibles à l'œil nu sur le terrain. Ces anomalies correspondent à ce que nous considérons comme une détérioration générale de la santé des arbres : une diminution de la qualité et du nombre de feuilles ou de pousses, mais surtout la mortalité des organes existants (surtout les branches). Le terme comprend également des idées spécifiques qui ont évolué au fil du temps, ce qui signifie que le résultat naturel d'un arbre mourant est considéré comme problématique, mais pas nécessairement fatal. L'émaciation repose en effet sur l'observation d'un ensemble de symptômes qui varient d'un cas à l'autre, n'assume en soi aucune cause précise, et ne doit donc pas être considérée a priori comme une maladie (Landmann, 1994).

. Mueller-Dombois (1988, 1992) a défini le « die back » comme la dessaisonalisation anormale, la perte partielle ou totale des feuilles de nombreux arbres d'une même forêt, ou en d'autres termes, comme une forme extrême de « decline ».

- Initialement, le dépérissement se caractérise par un dessèchement progressif des branches.

- Dans un second, l'arbre est vivant ou mourant, avec des parties mortes partout .
- Finalement, le clone et ses racines meurent complètement et l'arbre reste debout ou tombe.

III.2. Facteurs de dépérissement

Face à la multitude d'hypothèses avancées, il apparaît de plus en plus que le dépérissement est dû à des « causes complexes » : pollution atmosphérique, accidents climatiques, maladies, pratiques culturales et sylvicoles . Selon la spirale descendante, le processus descendant implique trois facteurs principaux (Landmann,1994) :

- ❖ Facteurs prédisposant : Facteurs permanents contribuant à l'affaiblissement général de l'arbre (changements climatiques à long terme, pollution chronique, réduction de vigueur liée à l'âge, etc. .) ;
- ❖ Facteurs déclenchant : facteurs agissant de façon intense sur une relativement courte période (exemples : sécheresse, insectes défoliateurs) ;
- ❖ Facteurs aggravants : facteurs accentuant la perturbation (le plus souvent, facteurs biotiques, champignons ou insectes) (Landmann,1994).

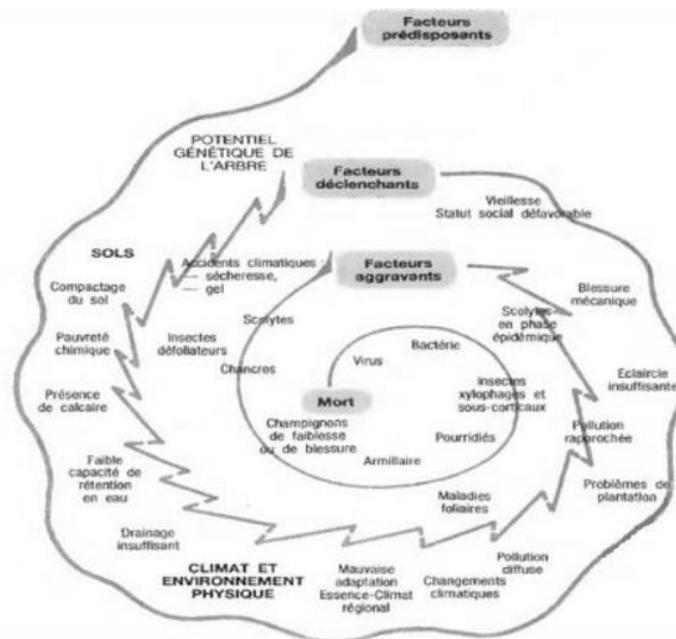


Figure 15. Spirale de dépérissement

IV. Les voies de contamination:

IV.1. Voies de contamination

Il est cependant reconnu que la taille est l'une des principales voies d'invasion fongique dans la vigne en particulier dans des conditions hivernales chaudes et humides. L'air, le sol et l'eau

peuvent également être des sources importants d'inoculum et de bains hydratations au niveau des pépinières (Gramaje et al., 2018 ; Waite et al., 2018).

Dans la déperissement à *Botryosphaeriaceae*, Selon la littérature, la reproduction asexuée est le mode la plus répandue chez les *Botryosphaeriaceae* (Baskarathevan et al, 2012 ; Phillips., 2002).

La sporulation et la dissémination des ascospores et des conidies dépendent des conditions climatiques (Valencia et al., 2015 ;Kuntzmann et al., 2009) telles que l'humidité, pluie ou vent, ou infestation d'insectes. Lorsqu'il pleut, les conidies libèrent des conidies remplies de mucus.

Ces agents pathogènes pénètrent par des coupures, des greffes ou des blessures naturelles et colonisent les vaisseaux ligneux. Ce dernier est une porte d'entrée à long terme, et la vaccination naturelle dépend des conditions environnementales telles que la saison et des conditions climatiques favorables (chaleur, humidité) (Nivault., 2017).

Dans les maladies de Pétri et l'Esca Le processus de greffe est souvent considéré comme l'une des principales raisons du développement, en particulier des maladies Esca et Pétri. En effet, il fournit un point d'entrée pour les pathogènes fongiques associés par des plaies ouvertes dans le bois pendant le processus de greffage (Fisher, 2019 ;Gramaje et al., 2018).

L'eau et l'air sont considérés comme les principaux médiateurs de la propagation des agents pathogènes (spores, conidies) et les agents pathogènes se propagent ainsi dans les lits de semence et entre le bois pré-infecté (CPM) et le bois non infecté. (Plantes d'apparence saine) (Fischer, 2019).

La dispersion aérienne des conidies et des ascospores des genres *Phaeomonierachlamydospora* et *Phaeoacremonium* permet à celles-ci de pénétrer dans le tissu ligneux de la vigne par des lacérations (Larignon et al., 2009 ; Mugnai et al., 1999).

De plus, d'autres études suggèrent que le sol pourrait être aussi un inoculum potentiel pour les espèces *P. chlamydospora* et *Phaeoacremonium*. Cette voie de contamination semble jouer un rôle prédominant lors de la plantation, se manifestant par la maladie de Pétri chez les jeunes plantes (Gubler et al., 2004).

V. MÉTHODES DE DIAGNOSTIC DES CHAMPIGNONS ASSOCIÉES AUX MALADIES DU BOIS

V.1.Méthode microbiologique

Une méthode de diagnostic couramment utilisée consiste à isoler les micro-organismes des débris de bois sur des milieux semi-sélectifs. Les milieux couramment utilisés pour les maladies du bois sont le PDA (gélose au dextrose de pomme de terre), le MEA (gélose à l'extrait de malt) et l'OA

(gélose à la farine d'avoine). Ces milieux sont complétés par un ou plusieurs antibiotiques à large spectre. Les cultures sont ensuite examinées et les espèces identifiées sur la base de caractéristiques morphologiques et/ou moléculaires. Cette méthode est généralement considérée comme complexe et nécessite une expertise particulière. Elle permet de déterminer les caractéristiques phénotypiques du champignon et un diagnostic définitif ne peut être établi qu'après plusieurs semaines de culture. Ceci permet l'isolement de toutes les espèces cultivables sur un milieu sélectif particulier (Aigoun et al., 2021).

V.2.Méthodes de biologie moléculaire (Le séquençage de nouvelle génération)

Le séquençage de nouvelle génération (NGS: Next Generation Sequencing) regroupe un ensemble de techniques et de technologies développées dans le but d'obtenir un haut débit de séquençage d'ADN comparativement aux méthodes préexistantes telles que le séquençage de Sanger. En effet, ces techniques anciennes sont fiables et éprouvées, mais la collecte de données est chronophage. NGS est une révolution biotechnologique récente qui permet le séquençage de grandes quantités d'ADN en un temps record à l'aide de séquenceurs capables de lire plusieurs fragments simultanément, parallélisant ainsi le séquençage. Le NGS permet l'analyse de grandes régions d'intérêt qui n'étaient pas possibles avec le séquençage conventionnel (Sanger), utilisé depuis les années 1980 (Krahn et al., 2016). Différentes méthodes de séquençage existent selon le type de séquenceur (Illumina, Roche 454, SOLidThermofisher, Proton Thermofisher). Dans l'ensemble, les principes généraux restent les mêmes. Chaque fragment est d'abord cloné plusieurs fois pour amplifier le signal. Le brin complémentaire de chaque fragment cloné est ensuite synthétisé. Un signal est détecté à chaque fois qu'un nucléotide est incorporé. Lumière pour Illumina, changement de pH pour proton. A la fin du séquençage, le séquençage de chaque fragment s'est fait en parallèle. Toutes les données sont stockées dans des fichiers Fasta (Krahn et al., 2016).

Dans la vigne, l'écologie des communautés fongiques repose en grande partie sur le mode de culture d'une partie du bois dans des milieux de cultures spécifiques, et le manque d'accent mis sur le grand nombre de champignons fausse l'activité et réduit la richesse spécifique (Eichmeier et al., 2018 ; Bruez et al., 2017 ; Hofstetter et al., 2012 ; Gonzalez et Tello, 2010).

L'utilisation de la technique HTAS (High Tech Automation Systems) pour la caractérisation du microbiote bactérien et fongique (espèces de *Cylindrocarpon* agents responsables de la maladie du Pied Noir de la vigne) de la rhizosphère sur cinq génotypes de PG de vigne en séquençant le gène de l'ARNr 16S et la région ITS à haut débit (HTAS). Les résultats du séquençage ont révélé une grande diversité dans les communautés fongiques et bactériennes (Berlanas et al., 2019).

Par ailleurs, Niemes et al. (2020) GTD externe (chanceres) de deux vignobles australiens pour la caractérisation des communautés endophytes du raisin par séquençage à haut débit des gènes ARNr 16S (341F/806R) et de la région ITS Échantillons de billes de raisin avec et sans symptômes (1F et 2R). Ils ont découvert que les agents pathogènes importants de la GTD comprenaient les espèces *Phaeomoniarachlamydospora* et *Phaeoacremonium*, ainsi que les régions 41F/806R et ITS (1F/2R). Ils ont constaté que parmi les agents pathogènes importants de la GTD, les espèces *Phaeomonierachlamydospora* et *Phaeoacremonium*, et les espèces *Diplodya* étaient courantes dans les vignes symptomatiques et asymptomatiques des deux vignobles découverts (Niem et al., 2020).

Ont également utilisé cette technique pour l'analyse génomique comparative de trois souches de *Dactyonectriatresensis*, l'agent causal du pied noir dans le raisin, isolé de la vigne, du sol et des mauvaises herbes, afin de démontrer la pathogénicité et un éventuel mécanisme du mode de vie endophytique. En conséquence, il a été révélé que les souches de *D. tresensis* ont plusieurs groupes de gènes qui peuvent être liés à la pathogénicité et au mode de vie de la dégradation des tissus végétaux(Gramaje et al., 2020).

VI. MÉTHODES DE LUTTE

La diversité des sources d'inoculum et le développement très lent et invisible des champignons dans le bois compliquent grandement la mise en œuvre des méthodes de lutte . Néanmoins, des solutions préventives émergent pour limiter la propagation des agents pathogènes et les épidémies dans les pépinières et les vignobles(Bertsch et al., 2009).

VI.1.Méthodes préventives et prophylaxie

La première mesure préventive consisterait à cultiver du matériel non contaminé. En effet, nous avons constaté que certains champignons (principalement des *Botryosphaeraceae*) peuvent facilement se propager lors de diverses opérations d'élevage (bains d'hydratation, finition de table, stratification) et affecter un grand nombre de plantes. De nombreuses études ont montré (Larignon et Yobregat , 2019 ; Gramaje et Armengol, 2011).

Malgré de nombreux tests de fongicides et de désinfectants à large spectre, aucune technologie ne peut garantir l'absence totale de champignons dans les jeunes plants. Des plantes issues d'un procédé impliquant de multiples opérations de prévention et de désinfection pour minimiser le nombre de champignons au sein de la plante sont désormais commercialisées par les pépinières

(Larignon et Yobregat, 2019 ; Waite et al. 2018)

Des précautions visant à limiter les sources d'inoculum au sein des vignobles par la collecte et la destruction des bois sciés et des organes contaminés ont été proposées (Waite et al., 2018).

Le but de cette méthode est de minimiser le temps pendant lequel la plaie près du tronc est exposée à l'inoculum. La première coupe longue se fait en fin d'hiver et la deuxième coupe sélective se fait au début de la saison de végétation (coupe verte). En plus de ces amputations, l'utilisation de désinfectants en spray en combinaison avec cette méthode d'amputation semble contrôler efficacement l'ulcération (Gubler et al., 2010).

Il est important d'adapter la conduite de la vigne (couverture, taille, etc.) et la fertilisation pour éviter la prolifération. Pour les nouvelles plantations, la sélection de PG doit être justifiée autant que possible et l'excès de vigueur doit être limité. En plus des problèmes de déséquilibre qui peuvent causer un stress excessif aux plantes, les vignes trop productives sont généralement plus sensibles aux maladies du bois. En particulier, les rendements élevés des jeunes vignes peuvent avoir un impact très négatif sur leur durabilité et favoriser le développement de symptômes précoces de MTG (Larignon et Yobregat., 2019).

VI.2. Agents de biocontrôle

Agents de lutte biologique Dans ce contexte, la lutte biologique, aussi appelée *voicontrol*, est en plein essor et représente un moyen de minimiser les nuisances ci-dessus. La lutte biologique est un ensemble de méthodes de protection des cultures qui favorisent l'utilisation de mécanismes et d'interactions pour contrôler les relations interspèces dans le milieu naturel. Il existe quatre types de produits de lutte biologique : macromicrobiens supplémentaires, microbes, produits naturels et médiateurs chimiques (Laquitaine et al., 2006). Le concept de lutte biologique est devenu un enjeu technique, économique et politique important pour développer une agriculture durable à moindre coût environnemental. L'utilisation d'agents de lutte biologique (BCA) contre les agents pathogènes du sol est à la pointe de la recherche (Martínez-Diz et al., 2020).

Cependant, la plupart des expériences sont réalisées à l'échelle du laboratoire. Par conséquent, les essais de contrôle des maladies sont menés dans des environnements simplifiés tels que des chambres de croissance ou des serres expérimentales pour éviter les risques des essais au champ (Martinez-Diz et al., 2020).

En effet, les champignons du genre *Trichoderma* sont utilisés en pépinière. Cela se traduit par une réduction significative de l'infection au niveau des racines, des talons et des sites de fusion entre les PG et les greffes, stimulant davantage la croissance des racines (Fourie et al., 2001).

Protection des lacérations contre *P.chlamydospora* par *T. harzianum* et *T.longibrachiatum* *Chlamydospora*, et ceux de *T. atroviride* et *T. harzianum* contre *P. Chlamydospora* et *Botryosphaeriaceae* ont également été étudiés (Ouadi, 2019 ; Di Marco et al., 2004).

VI.3. Lutte chimique

Ces dernières années, la protection des coupes dans les vignes par l'utilisation de fongicides a été particulièrement étudiée. Dans les vignes, le bénomyl et le flusilazole semblent influencer le taux de contamination en Pa. Infection à *Chlamydospora* (Halleen et al., 2010). Ces fongicides se sont également révélés efficaces pour protéger les plaies contre diverses espèces des familles *Botryosphaeriaceae* et *Eutypalata* (Bester et al., 2007).

Le contrôle chimique des maladies dans les pépinières est également problématique car les techniques conventionnelles de pulvérisation et de trempage pour la décontamination des surfaces ne permettent pas une pénétration suffisante des fongicides pour contrôler les agents pathogènes dans le xylème et le phloème. (Waite et al., 2018 ; Gramaje et Armengol., 2011).

L'ajout de produits fongicides aux bains d'hydratation, qui apparaît comme une étape stratégique pour lutter contre les agents pathogènes, entraîne une réduction significative du taux d'isolement de *P-chlamydospora* et de *Phaeoacremonium*. On le trouve dans les talons et les points sudoripares des jeunes plants (Gramaje et al., 2009 ; Fourie et Halleen., 2004).

VI.4.Méthodes curatives

La seule méthode curative actuellement disponible est le traitement hydrothermique (TEC) des cornes d'élevage. Il s'agit d'un protocole standard consistant à immerger des sarments de vigne dans un bain-marie à 50°C pendant 30 minutes (Eichmeier et al., 2018. Wait et al., 2018).

Cette méthode peut être plus efficace sur les pousses de vigne avant le greffage ou sur les plants greffés au repos après le greffage (Gramaje et Armengol, 2011). L'équilibre optimal entre le temps de traitement et la température a été largement étudié en termes de contrôle des agents pathogènes et de taux de récupération des plantes. Cependant, plusieurs observations suggèrent que les protocoles standard sont susceptibles de réduire considérablement les taux de récupération des plantes (Gramaje et al., 2018) et ne sont pas efficaces pour contrôler les pathogènes (Serra et al., 2009).

D'autres études récentes appliquant des traitements au-dessus de 50 °C (53 °C) pendant 30 minutes suggèrent que ce dernier traitement est plus efficace, mais n'entraîne pas de réduction des taux de récupération des plantes (Gramaje et al., 2009).

De manière générale, les vignes comme les pépinières restent difficiles à combattre ces maladies. A ce jour, il n'existe pas de méthodes de gestion efficaces pour lutter contre la GTD dans les vignobles. L'arsénite de sodium était utilisé en Europe jusqu'à son retrait progressif en 2001 en raison de ses effets cancérigènes et de son écotoxicité aiguë (Gramaje et al., 2018 ; Wait et al., 2018). Plusieurs fongicides ont été testés dans les pépinières et les vignobles sous diverses formes de pulvérisation des vignobles avec un succès limité (Péros et al., 2008).

Chapitre II : **Matériel et Méthodes**

II. Échantillonnage

Les échantillons ont été prélevés durant le mois de Février 2023, à partir des arbres de vignes de divers cépages cultivés dans la région (Rode globe, Cardinal , Grand noire) , exposant des symptômes variables de pathologie sur les différentes parties de l'arbre (flétrissement de grappe , feuilles présentant des nécroses internervaires).

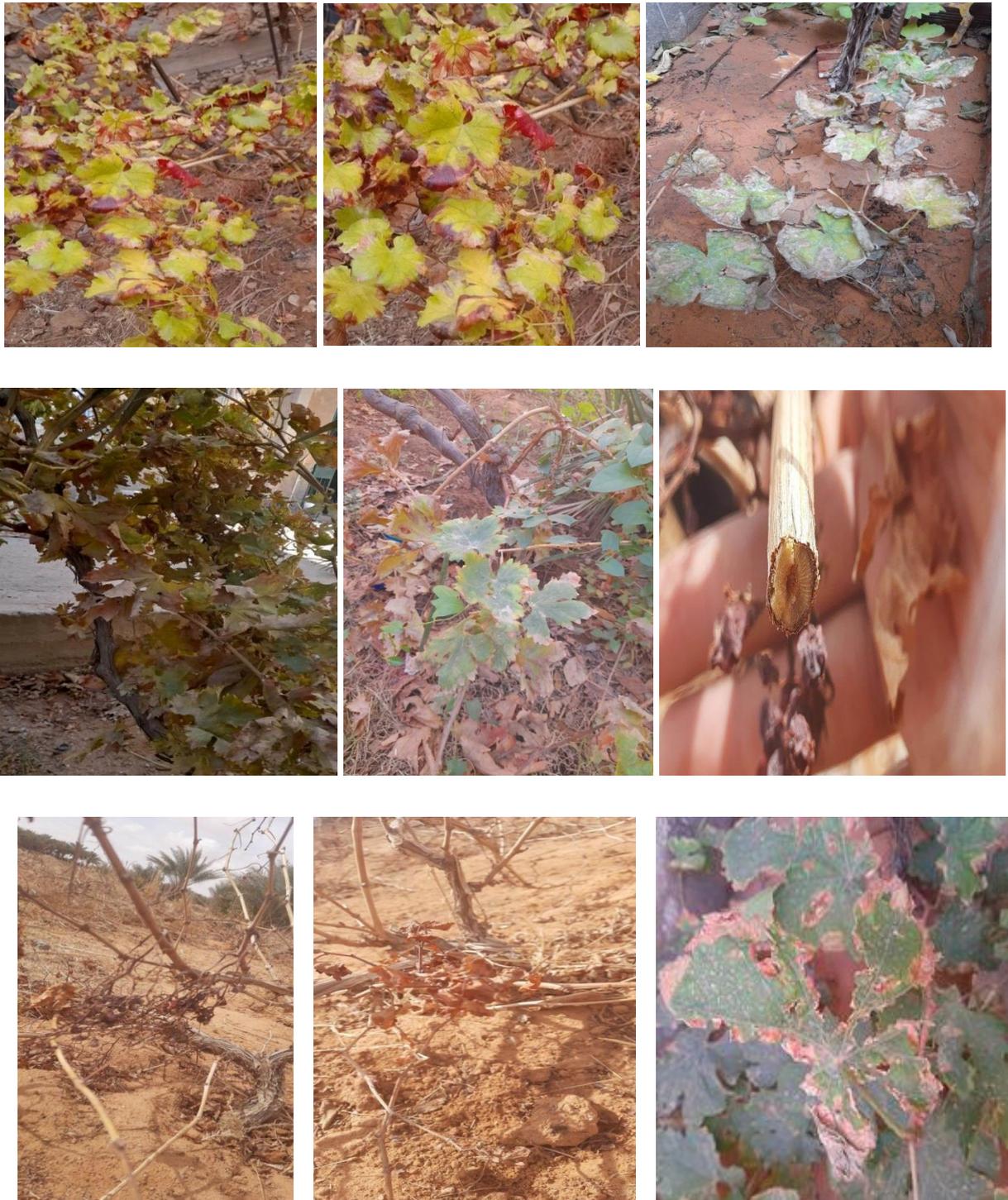


Figure 17. Divers symptômes observés aux sites d'échantillonnage(Originale)

Un total de 54 d'échantillons ont été prélevés à partir de 20 arbres distribués sur sept (07) sites dans la région de Ghardaïa (Mansourah, Metlili, Nomieret, Hassi eL fhal, Attef, Zelfana et Daya Ben Dahoua) ; afin de rechercher les agents pathogènes incriminés dans les divers symptômes enregistrés.

Les échantillons ont été amenés au laboratoire de Mycologie de l'université de Ghardaïa, pour l'isolement de la flore fongique responsable de ces signes de dépérissement, ainsi que pour des analyses complémentaires incluses dans notre recherche.

II.1.Nécroses observées

Les nécroses internes observées ont été classifiées suivant leur couleur, leur taille et leur position au niveau du bois.

Chaque type de nécrose fait le sujet d'un isolement de champignons en vue d'établir le lien entre les diverses nécrose et les groupes fongiques incriminés.

III Isolement et identification des champignons

III.1. Préparation des échantillons

Les échantillons sont préparés selon le protocole décrit par Berraf et Peros, (2005) :

- Préparation de petites buchettes (3 à 4 mm) dans des conditions aseptiques, avec un scalpel stérile, ensuite la désinfection des buchettes dans l'eau de javel 5 % pendant 3 minutes, puis Rinçage dans de l'eau stérile (deux fois pendant 2 minutes),et le rafraichissement des buchettes pour permettre le contact entre les champignons dans la nécrose et le milieu de culture.

III.2. Isolement des champignons

Les isolements a été réalisé sous une hotte à flux laminaire, en transférant un petit morceau de tissu ligneux contenant des nécroses et du bois sain dans une boites de Pétri contenant de la gélose Potato Dextrose Agar (PDA) , Ensuite, les boites ont été incubées à 25°C dans l'obscurité et examinées quotidiennement.

III.3.Purification des isolats

La purification a été effectuée par repiquage des différents isolats sur gélose PDA. Les boites sont placées dans l'incubateur à 25°C à l'obscurité pendant 5 à 7 jours puis stockées au réfrigérateur à 4°C, pour de

III.4. Identification des isolats

L'identification des isolats obtenus a été réalisée par l'observation macroscopique (aspect des colonies) et microscopique (aspect du mycélium et des spores).

➤ **-Observations macroscopique**

L'examen des boites a été effectué à l'œil nu, en observant l'aspect du champignon, et en vérifiant que toutes les colonies soient identiques, dont les paramètres notés sont:

- La consistance de la colonie (duveteuse, laineuse, cotonneuse, floconneuse), Vitesse de croissance, La couleur (du recto et du verso de la boîte de pétrie), La taille (en mesurant le diamètre de la colonie), La pigmentation (présence ou absence d'un pigment dans le milieu), La forme du contour (régulier, irrégulier, lobé, dentelé, filamenteux), La surface (plane, plissée, cérébriforme), et l'exsudat (présence ou absence de gouttelettes).

➤ **Observations microscopique**

Cette identification est fondée essentiellement sur l'étude morphologique du mycélium et des conidies sous microscope.

Les frottis ont été préparés, sur lames contenant de l'acide lactique ; à partir des bordures de différentes colonies des champignons, car les structures fertiles sont jeunes et le nombre de spores n'est pas excessif. La microscopie a été faite sous une microscopie optique au niveau de laboratoire de mycologie de l'université de Ghardaïa.

Le protocole d'isolement et d'identification appliqué est schématisé dans la figure 18

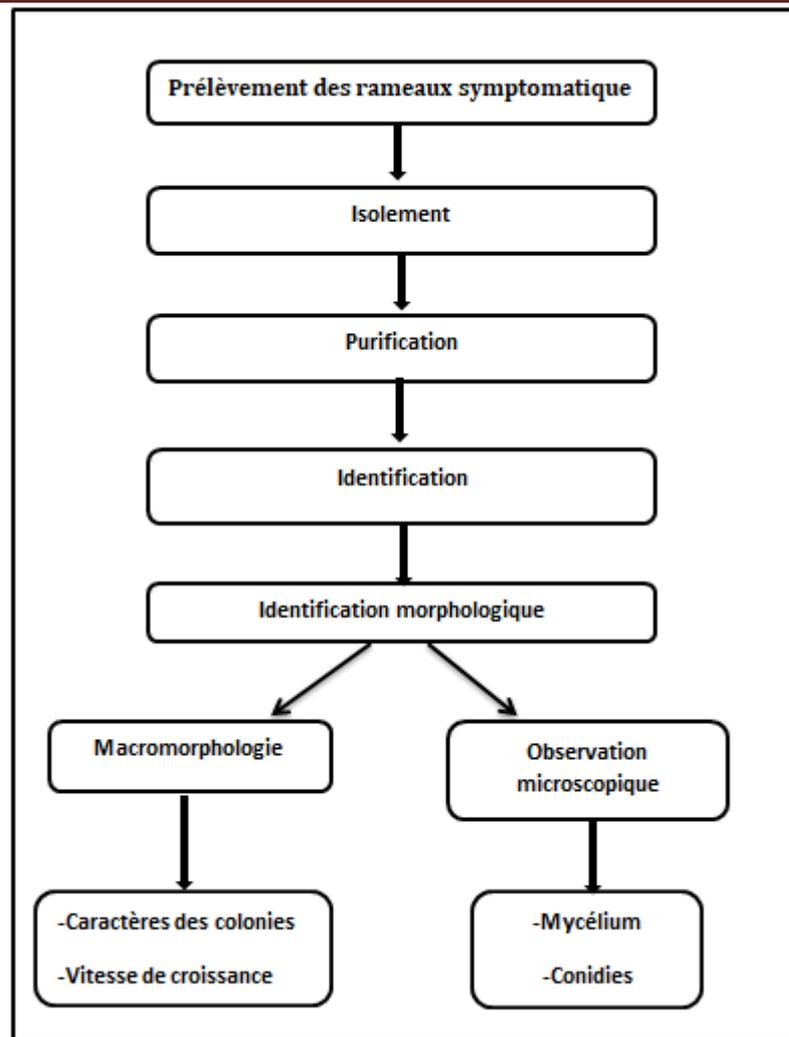


Figure 18. Protocole expérimental adopté.

IV. Essais de Bio-contrôle

Des isolats représentant les des différents groupes fongiques obtenus font le sujet des essais de bio-contrôle contre une souche d'actinobactéries de l'espèce *Saccharotrixlopnuriensis* ; fournie par Dr. DJEMOUAI.N enseignante au département de biologie à l'université de Ghardaïa.

En vue de rechercher des agents biologiques ayant une activité antifongique qui peut remplacer les substances chimiques utilisée actuellement pour la lutte contre ces pathogènes fongiques ; avec tous ces problèmes qui posent sur le plan environnemental et sanitaire.

Les souches d'actinomycètes ont été ensemencées sur gélose nutritive (GN) en un seul trait en bordure de la boîte de pétri .Cette dernière est incubée a une température à 30°C, pendant 10 jours pour permettre à l'actinomycète de croitre et de sécréter ses antibiotiques. Par la suite les micro-organismes ciblent (champignon), sont ensemencés sur le même milieu de culture([Fontanay et al, 2015](#)).

La lecture des résultats se fait après 24 h (pour les bactéries et les levures) et 36 à 48 h (pour les champignons filamenteux) en mesurant les zones d'inhibition (en millimètre) entre la bordure de l'actinomycète et celle du microorganisme-cible. La mesure est prise lorsque le champignon pathogène atteignait le bord de la boîte .

V. Test d'activité antifongique de quelques huiles essentielles

Cette partie de l'étude est réalisée en collaboration (huiles essentielles) avec un groupe d'étudiants de Master de la faculté des Sciences et de Technologie de l'université de Ghardaïa.

Toujours de le contexte de trouver des substances antifongiques d'origine biologique ; l'objectif de cette partie est de tester *in vitro* l'activité antifongique de quelques huiles essentielles extraites à partir d'une plante spontanée de la région de Ghardaïa de l'espèce *Artemisia Herba Alba*, envers des représentants de nos isolats.

Le protocole adopté est celui décrit par Chemloul (2014) :

Dans chaque boîte de PDA, préalablementensemencée aseptiquement avec un disque de champignon, et à l'aide d'une pince stérile, des disques de papier Wathman (3 disque / boîte) sont déposés à 2 cm du champignon et chargés avec 10 µl de l'huile essentielle (solution mère, dilution 1 /4) l'aide d'une micropipette stérile ; les boîtes sont incubées à 25°C pendant sept (07) jours, et les résultats sont lus en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition de la croissance de la souche fongique . (Chemloul., 2014 ; Lakhdar., 2015).

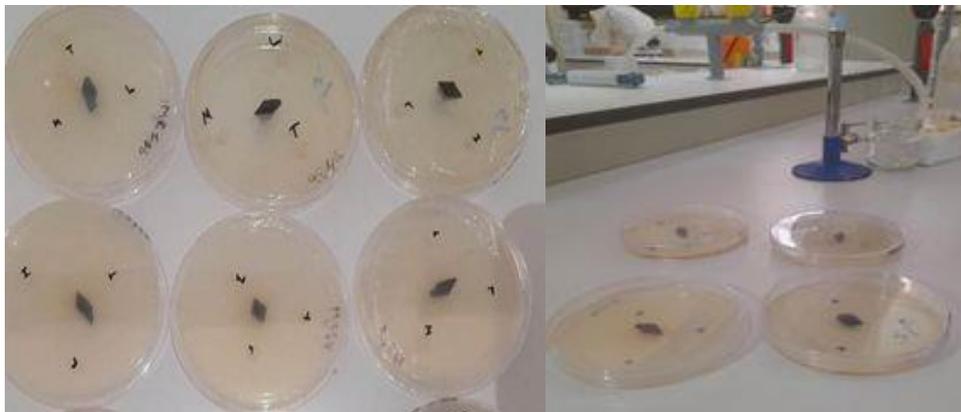


Figure 19. Application de la méthode sur le gélose PDA (Originale).

VI. Pathogénicité des espèces identifiées**VI.1. Prélèvement et préparation des rameaux**

Le test de pathogénicité a été réalisé sur 39 rameaux asymptomatiques de la vigne, de 20 à 25cm de longueur ; provenant de la pépinière de Mansoura de la Wilaya de Ghardaïa.

Le protocole suivi dans ce test est celui présenté par (Arkam ;2015) :

Après le prélèvement, les branches sont désinfectées avec de l'éthanol à 70 % et scellées au Parafilm aux deux extrémités pour réduire la perte d'eau et prévenir la déshydratation. À l'aide d'un scalpel stérile, faire une incision à mi-chemin entre les deux entre-nœuds sur chaque plan de coupe. Ces derniers sont inoculés avec des tranches mycéliennes de nos isolats . Trois répétitions ont été réalisées pour chaque isolat. Le site de inoculation est ensuite enroulé dans du coton imbibé d'eau stérile et recouvert de Parafilm, pour maintenir une humidité adéquate. Les témoins ont également été inoculés avec du milieu PDA seul pour assurer l'intégrité de la coupe.

Un ré-isolement à partir des rameaux inoculés a été effectué pour satisfaire le postulat de Koch.



Figure 20 l'application des champignons sur les rameaux asymptotique(Originale).

VI.2. Mesure de la nécrose

Après 14 jours, les boutures contaminées et les écorces témoins sont décapées et la nécrose causée par la colonisation fongique du bois sain est déterminée. La valeur moyenne, l'écart type, la longueur maximale et la longueur minimale de décoloration sont mesurées(Arkam ;2015)

Chapitre III : **Résultats et Discussion**

CHAPITRE III : RESULTATS**I. Diagnostic sur le terrain****I.1. Description des symptômes externes**

Différents symptômes externes caractéristiques des maladies du bois de la vigne ont été observés sur la partie herbacée au niveau des jeunes vignobles (figure 21).

Parmi les symptômes observés on note le retard de croissance, la réduction de la vigueur (figure 21A), des pâleur et feuillage clairsemé et chlorotique avec des marges nécrotiques (figure 20B), la mortalité des bourgeons, la pourriture, dessèchement et flétrissement du fruit (figure 20D).



Figure 21 Symptômes externes observés sur les plants de la vigne (original)

A : Retard de croissance et rabougrissement du plant ; B : pâleur de feuillage clairsemé et chlorotique avec des marges nécrotiques; C : dessèchement de rameaux, D : dessèchement des fruits .

I.2. DESCRIPTION DES NECROSES

Une variabilité notable des nécroses est notée quant à leur localisation, forme, couleur et texture.

Les diverses nécroses observées sont présentées dans le tableau 03 et figure 22 :

Tableau 3. Description des nécroses observées.

Nécrose	Position	Couleur	forme	Variété	Région
1	Centrale	Marron clair.	Circulaire.	Rode globe	Mansoura
2	Centrale	Marron fonce, Vert à noire.	Circulaire.	Rode globe	Mansoura
3	Centrale	Marron clair.	Circulaire.	Cardinal	Hassi el fhal
4	Centrale	Marron clair.	Circulaire.	Rode globe.	Nomieret
5	Centrale	Jaune claire.	Circulaire a petite taille.	Grand noire.	Mansoura
6	Centrale	Marron fonce, Vert à noire.	Ovale, a grand taille.	Cardinal	Nomieret
7	Centrale	Vert pistache.	Carre a grand taille.	Grande noire.	Mansoura
8	Centrale	Marron clair.	Ovale	Rode globe	Metlili
9	Centrale	Marron clair.	Ovale.	cardinal.	Metlili
10	Centrale	Marron clair.	Ovale.	Cardinal	Hassi el fhal
11	Centrale	Marron fonce, Vert à noire.	Circulaire.	Grand noire.	Mansoura
12	Centrale	Marron clair.	Circulaire.	cardinal.	Nomieret
13	Centrale	Marron clair.	Circulaire.	Rode globe	Metlili
14	Centrale	Marron	Circulaire.	cardinal.	Hassi el fhal

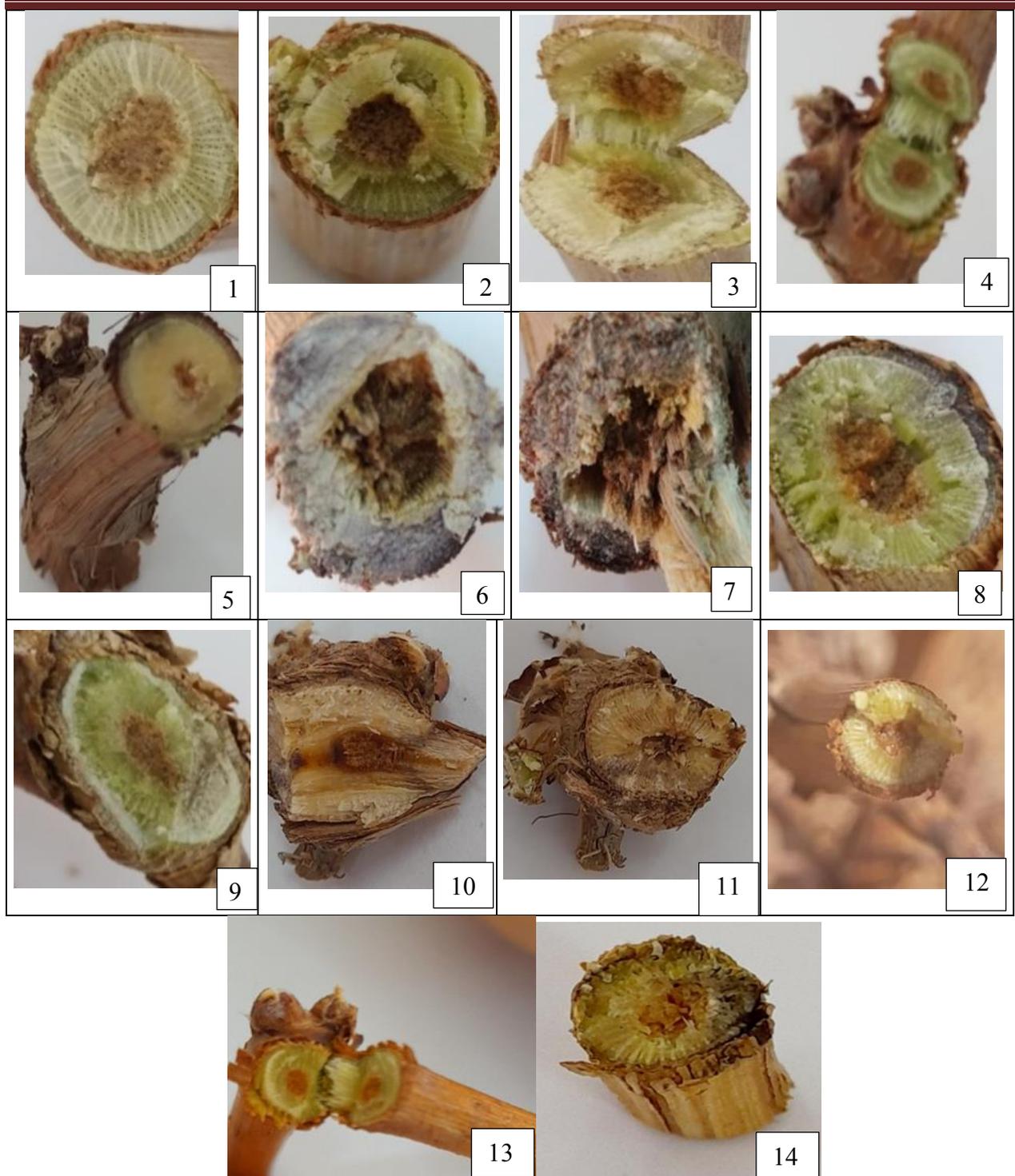


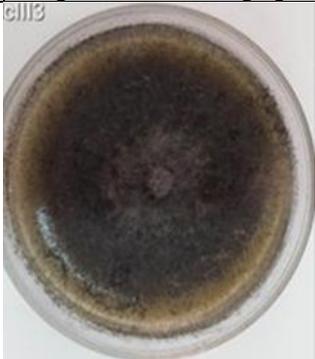
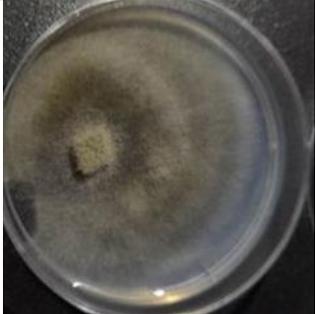
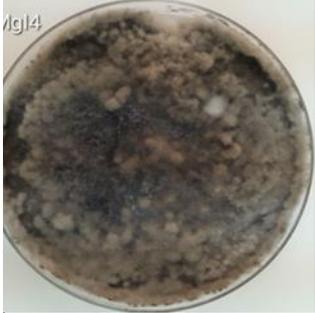
Figure 22. Diverses nécroses observées(Original).

Différentes nécroses ont été obtenues à partir des rameaux examinés dont le type de nécrose le plus fréquent est la nécrose brune et dure en position centrale. Cela ce coïncide avec les résultats mentionnés par Aigoun et al. (2021) et Berraf-Tebbal (2013).

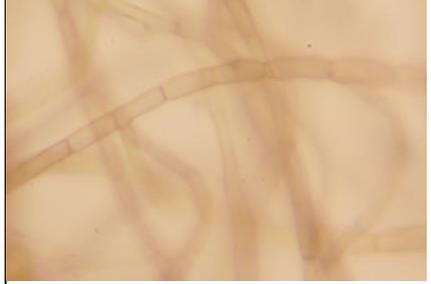
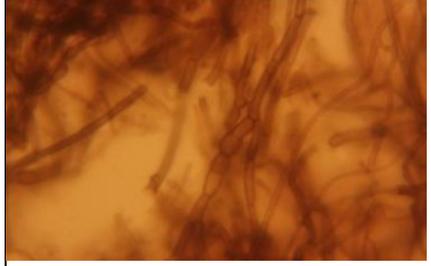
II Identification des isolâtes

L'identification des isolats fongiques a été réalisés en se basant sur les caractères macroscopiques, concernant l'aspect des colonies (couleur, contours, texture...) et les caractères microscopique des mycéliums et des conidies, cela nous a permit d'identifier les groupes fongiques associés au différents singes de dépérissement de la vigne :

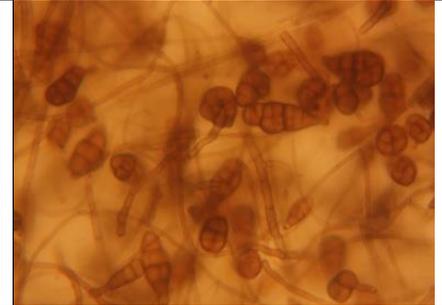
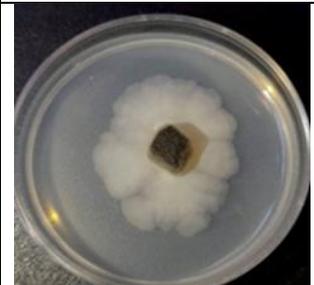
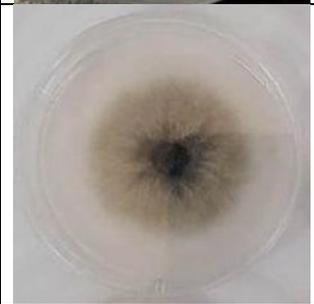
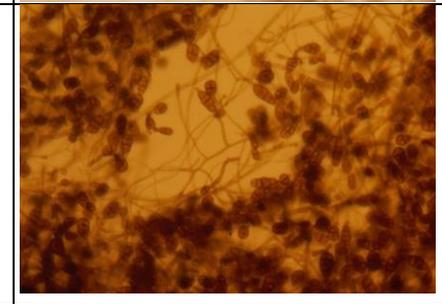
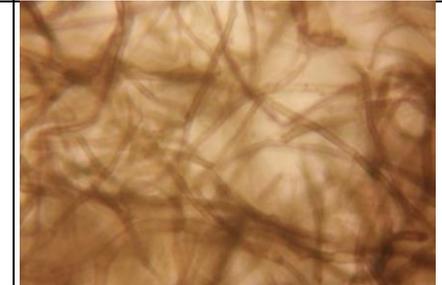
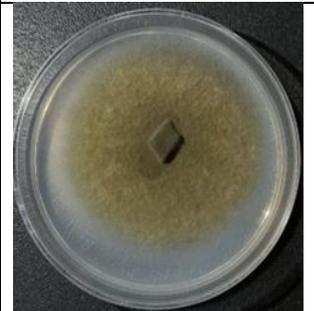
Tableau 4. Les isolats fongiques obtenus

Code d'isolats	Aspect macroscopique	Aspect microscopique
McIII3		
MgI3		
DI3a Ulocladium		
MgI4 Alternaria		

- Suivre : Les isolats fongiques obtenus

<p>MC3I3 Alternaria</p>		
<p>MMSI3</p>	<p>MMSI₃</p> 	
<p>MgI2 Aureobasidium</p>		
<p>NoII3a</p>	<p>NoII 3a</p> 	
<p>MRI1 Alternaria</p>		
<p>MgIII3</p>		

- Suivre : Les isolats fongiques obtenus

<p>MgII3 Alternaria</p>		
<p>MMsI3a Alternaria</p>		
<p>DIc3 Alternaria</p>		
<p>MgII2</p>		
<p>MRI1b Alternaria</p>		
<p>DI3b</p>		

- Suivre Les isolats fongiques obtenus:



L'étude macro et microscopique suivant le manuel d'identification de Dufresne et St-Germain (2021) nous a conduit à identifier 17 isolats fongiques, appartenant au genres *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Ulocladium*, et *Penicillium*. Tandis que le reste des isolas nécessite des méthodes d'identification plus approfondies pour les classifier.

Ces résultats se concordent avec ceux signalé par plusieurs auteurs (Berra-Tebbal, 2004 ; Pasco, et Cottral, 2000 ; Larignon et Dubos, 1997) ; dont selon l'INRA *Alternariaalternata* est reconnue comme l'espèce à l'origine d'une pourriture brune à noire touchant les grappes.

De même, Coarer et De Loire (2008) ont rapporté la présence du genre *Aureobasidium* sur les grappes de raisins.

L'INRA rapport qu'une mycoflore assez diversifiée est retrouvée sur les raisins saines et pourries appartenant principalement aux genres *Alternaria*, *Stemphylium*, *Ulocladium*, *Epicoccum*, *Aureobasidium* et *Penicillium*.

II.1.Fréquence d'apparition des champignons dans la région de Ghardaïa

La totalité des souches fongiques isolées est présentée dans le (tableau 5) ; dont le genre *Alternaria* est le plus rencontré avec une fréquence de 41,17% , suivis par *Ulocladium* *Aureobasidium* et *Penicillium* avec une fréquence de 5.8 % chacun et d'autres champignons dont l'étude morphologique macro et microscopique s'avéré insuffisante pour une identification convenable et des méthodes d'identification moléculaire sont recommandées.

Tableau 5 Fréquence d'apparition des champignons.

Champignons	Nombre d'apparitions	Fréquence
<i>Alternaria</i>	7	41,17%
<i>Ulocladium</i>	1	5,8%
<i>Aureobasidium</i>	1	5,8%
<i>Penicillium</i>	1	5,8%
Autre champignons	7	41%
Total	17	100 %

Nos résultats coïncident avec ceux rapportés par Olsen et al., (2000) qui a mentionné que les spores d'*Alternaria* sont présentes toute l'année dans les vergers, c'est un pathogène de blessures (grattages d'épiderme, plaie de coupe du pédoncule), cependant il pénètre surtout dans les fruits par les ouvertures naturelles (ombilic, cicatrice stylaire, craquelures de base du pédoncule).

De même ,Lepoivre (2003) a noté quelles champignons filamenteux sont les pathogènes les plus importants des plantes devant les virus et les bactéries.

Les résultats de notre étude sont très proches à ceux trouvés lors d'une investigation des maladies fongiques dans les agrumes dans la région de Ghardaïa, dont *Alternaria* été par les groupes dominants avec 31%. Agoun et Attia (2020).

En effet ,*Alternaria* sont des champignons très cosmopolites, fréquemment isolés sur les plantes, dans le sol et divers substrats ; dont plusieurs espèces sont pathogènes sur un grand nombre de plantes, d'autres sont plutôt saprophytes ou parasites opportunistes.

II.2.Fréquence d'apparition des champignons par variété

Les nombres d'apparition des isolats pour chaque variété ainsi que les fréquences d'apparition sont consignés dans le (la figure 23). Comme il est clairement illustré, la variété Red globe s'avère la plus touchée par les champignons avec 47.05% de la flore isolée, suivie par Cardinal avec 35,29% ; tandis que la variété Grande Noire s'avéré la moins touchée avec 17,64%.

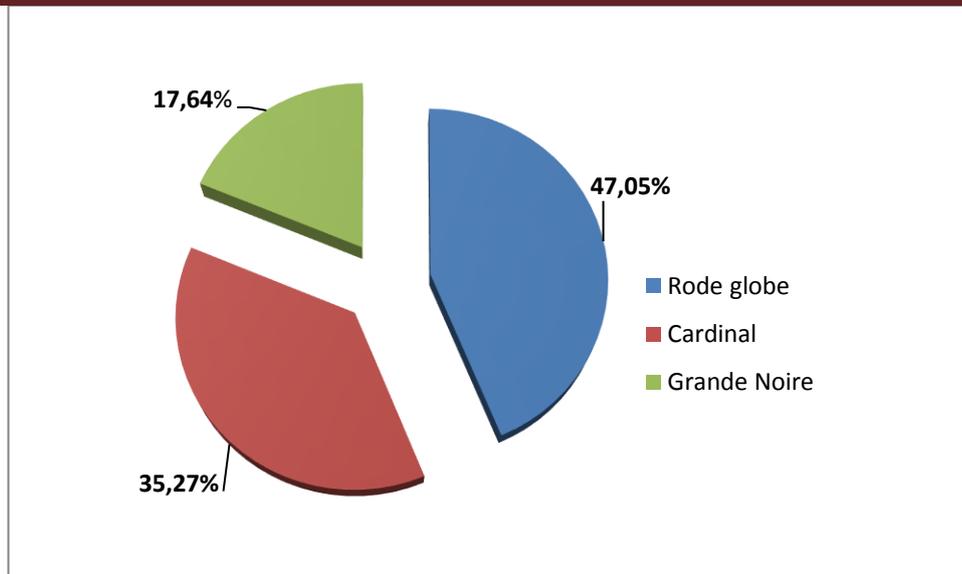


Figure 23. fréquence d'apparition des champignons par variété

III. Test de pathogénicité

Les résultats du test de pathogénicité de quelques isolats sur de rameaux sains de vigne sont présentés dans les figures 26 et 27.



Figure 24 : Pathogénicité des isolats et les nécroses observent sur les plantes des vignes(Originale).

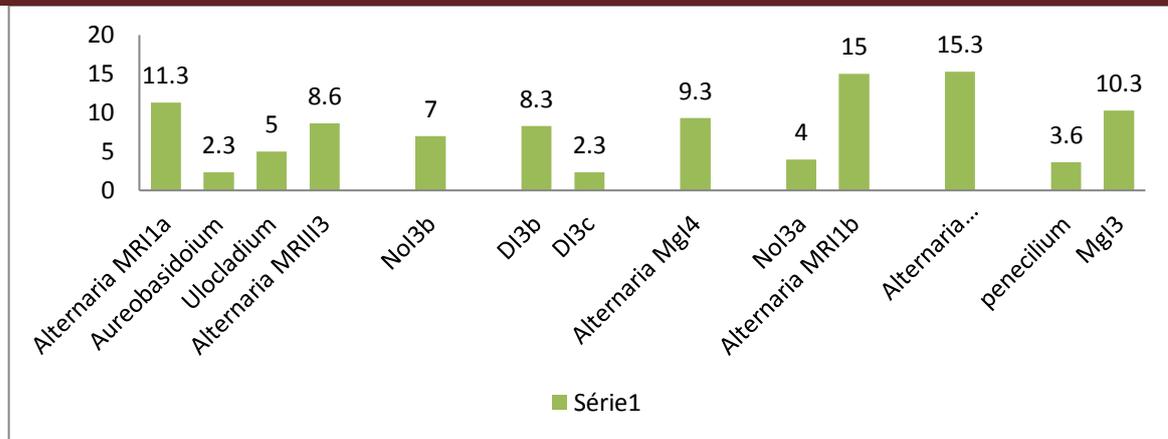


Figure 25 Evaluation de pathogénicité des isolats sur les rameaux des vignes.

Comme il est bien clair, nos isolats ont montré une pathogénicité variable sur les rameaux ; qui apparaisse sous forme de nécroses noires de différentes tailles ; où les isolat les plus pathogènes appartiennent au genre *Alternaria* à savoir MMsI3a et MRI1b avec des lésions de 15.3mm et 15 respectivement. Néanmoins *Aureobasidium* été le moins pathogène avec une lésion de 2.3mm seulement. Dans ce contexte Arkam (2015), le pouvoir pathogène varie entre les champignons et l'arbre hôte.

Cette variation peut indiquer des différences dans l'hôte, qui rendent certaines espèces fongiques plus adaptées aux conditions de l'hôtes . Comme elle peut être expliquée par le fait que certaines espèces auraient besoin de plus un temps pour exercer leur effet phytopathogène, ou encore par une aberration individuelle des boutures utilisées ou par des erreurs lors du test, bien que cette méthode a été utilisée par plusieurs chercheurs (Damm et al., 2007, Urbez-Torres et al., 2006). Toutes fois, ces résultats devraient être considérés comme indicatif de pathogénicité potentiel des espèces identifiées (Cloete, 2010).

De ce contexte la variété Rode globe est reconnue par sa sensibilité au maladies fongiques notamment le mildiou, l'oïdium et l'excoriose (Plant grappe.,2023).

Pareillement, la variété Cardinal est sensible aux maladies cryptogamiques, notamment à l'approche de la maturité, où les baies éclatent et favorisent la sensibilité du fruit à ce genre de maladies, particulièrement la pourriture grise (Sbaghi, 2014).

IV. Essais de Bio-contrôle

Les résultats du test de bio-contrôle des quelques isolats contre une souche d'actinobactéries de l'espèce *Saccharotrix lopnuriensis* sont présentés dans la figure 24.

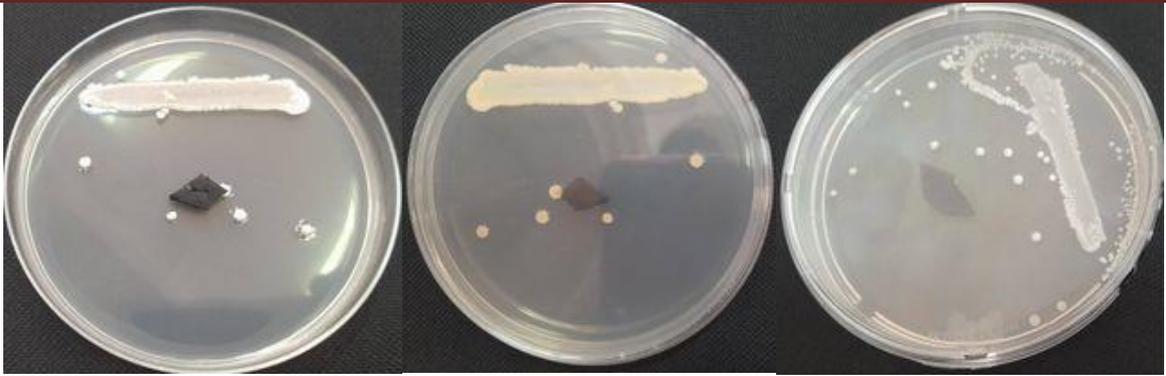


Figure 26. Essai de bio-contrôle avec la souche de *Saccharotrix lopnuriensis* (Original)

Comme il est clair sur la figure, on a noté une croissance très faible du mycélium, cela est probablement dû à la forte activité antifongique de la souche d'actinobactéries utilisée ; dont des travaux additionnels sont nécessaires pour confirmer cette activité.

En effet les espèces du genre *Saccharotrix* sont reconnues par l'élaboration d'une large gamme de métabolites secondaires à effet antibactérien et antifongique (Aouiche et al, 2014).

V. Activité antifongique des huiles essentielles

Les résultats de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la plante spontanée *Artemisia Herba Alba* sont présentés sur les figures 25 et 26.

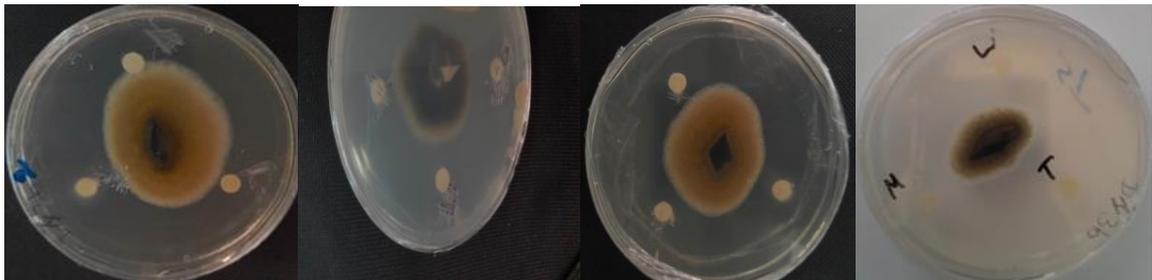


Figure 27. résultats des essais d'activité antifongique des huiles d'*Artemisia*(Originale)

Selon le test ANOVA à un seul facteur, les différences enregistrées en termes de zone d'inhibition entre les différentes régions, n'ont pas été significatives ($F= 1.651$; $P > 0.05$).

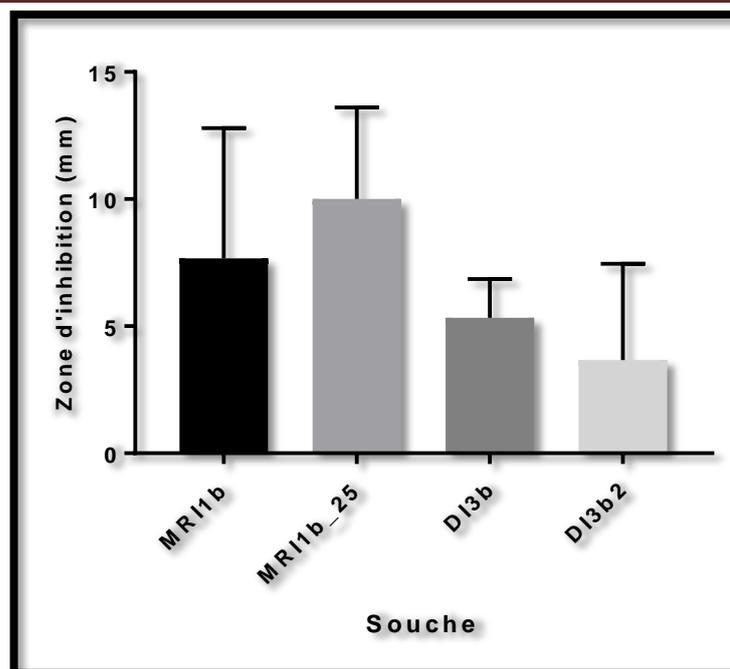


Figure 28 mensurations des zones d'inhibitions

La zone d'inhibition maximale est enregistré chez l'isolat MRI1b25 (*Alternaria*) avec 14 mm, suivie par MRI1b (*Alternaria*) avec 12mm, puis l'isolat DI3b avec 7 mm et en dernier lieu l'isolat DI3b2 avec seulement 2 mm de zone d'inhibition.

Les résultats obtenus sont en harmonie avec ceux enregistrés dans plusieurs études, qui mettent le point sur l'effet antifongique des huiles essentielles contre les champignons responsables de la détérioration des aliments Tels que : *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Microsporoum*, *Penicillium*, *Eurotuim*, *Deberyomyces*, *Pichia*, *Zygosaccharomyces* et *Candida* (Hallak et al., 2022 ; Cosentiro, et al., 2003). Selon Hallak et al (2022), l'activité antifongique des huiles essentielles d'*A. herba alba* est due à sa richesse en polyphénols.

Dans la nature; les huiles essentielles jouent un rôle important dans la protection des plantes comme antibactérienne, antivirale, antifongique et anti-insecticide (Bakkali et al., 2008)

Conclusion et perspectives

Conclusion et Perspectives

Notre étude visant à isoler et identifier des souches fongiques responsables des différents symptômes de dépérissements de la vigne dans la région de Ghardaïa et application de Biocontrôle et testes avec quelques huiles essentielles .

L'identification des champignons est basée sur une étude morphologique (macroscopique et microscopique), dont elle a révélé la présence d'une diversité des groupes fongiques isolés appartenant aux genres : *Alternaria* qui est le groupe le plus fréquent suivi par *Ulocladium*, *Aureobasidium* et *penicillium* ; en plus à d'autres champignons qui nécessitent une identification plus précise.

Red globe est la variété la plus touchée par les champignons avec la moitié des isolats obtenus.

Les résultats de test de pathogénicité des espèces identifiées sur les bois de la vigne confirment que nos isolats ont un pouvoir phytopathogène.

Les résultats du test de bio-contrôle de quelques isolats contre une souche d'actinobactéries de l'espèce *Saccharotrix lopnuriensis* montrent une activité antifongique remarquable de cette souche envers nos isolats.

Les résultats de l'activité antifongique de l'huile essentielle de la plante spontanée *Artemisia Herba Alba* ont montré une activité notable en réduisant la croissance mycélienne.

Notre étude mérite d'être complétée par :

- Identification moléculaire et phylogénie des isolats fongiques obtenus par séquençage d'ADN ;
- Etendre l'étude sur une surface plus large au Sud Algérien ;
- Des travaux additionnels sont nécessaires pour confirmer l'activité antifongique de la souche *Saccharotrix lopnuriensis* et même de l'huile essentielle d'*Artemisia Herba Alba* .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Agusti-Brisach, C., & Armengol, J. (2013). Black-foot disease of grapevine: an update on taxonomy, epidemiology and management strategies. *Phytopathologia Mediterranea*, 245-261.
- Aigoun-Mouhous, W., Mahamedi, A. E., León, M., Chaouia, C., Zitouni, A., Barankova, K., ... & Berraf-Tebbal, A. (2021). *Cadophora sabaouae* sp. nov. and *Phaeoacremonium* species associated with Petri disease on grapevine propagation material and young grapevines in Algeria. *Plant Disease*, 105(11), 3657-3668.
- Aouiche A., Bijani C., Zitouni A., Mathieu F., Sabaou N. (2014). Antimicrobial activity of saquayamycins produced by *Streptomyces* sp. PAL114 isolated from Saharan soil. *J Myc Med.*, 24:17–24.
- ARKAM, M. 2015. RECHERCHE ET IDENTIFICATION MORPHOLOGIQUE ET MOLECULAIRE DES BOTRYOSPHAERIAE ASSOCIEES AU DEPERISSEMENT DES AGRUMES ET DE QUELQUES ROSACEAE DANS LA PLAINE DE LA MITIDJA.
- ARKAM, M. *Taxonomie, phylogénie et distribution spatiale des Botryosph aeriaceae associées aux maladies du bois de la vigne (GTD) dans les régions viticoles de L'Algérie* (Doctoral dissertation, Ecole normale supérieure de Kouba-Mohamed Bachir El Ibrahimi-).
- Armengol, J., Vicent, A., García-Jiménez, J., García-Figueres, F., & Torné, L. (2001). Fungi associated with esca and grapevine declines in Spain: a three-year survey. *Fungi Associated with Esca and Grapevine Declines in Spain*, 1000-1005.
- ATTIA, F., & AGOUN, O. S. (2020). Isolement et caractérisation des champignons associés au dépérissement des arbres fruitiers dans la région de Ghardaïa.
- Babaz,A,&.,Hadj Said,M ; (2021) Enquête sur les pratiques phytosanitaires dans la viticulture de la région de Ghardaïa.
- Bakkali, F., Avertebeck, S., Avertebeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bendjilali, D. (1980). PLACE DE LA TOXICOMANIE DANS LA DEPRESSION MASQUEE. VALEUR DEPRESSIVE DE CERTAINES CONDUITES PATHOLOGIQUES.
- Berlanas, C., Berbegal, M., Elena, G., Laidani, M., Cibriain, J. F., Sagües, A., & Gramaje, D. (2019). The fungal and bacterial rhizosphere microbiome associated with grapevine rootstock genotypes in mature and young vineyards. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1142.
- Berraf-Tebbal A. 2012. Dynamique spatio-temporelle de l'eutypiose et l'Esca de la vigne dans le sahel algérois. Taxonomie et phylogénie des agents pathogènes associés. Pp :1-180.
- Berraf-Tebbal, A. (2004). *Incidence de l'esca et de l'eutypiose dans quelques vignobles algériens et identification des champignons pathogènes associés* (Doctoral dissertation, Blida).
- Bertsch C., Ramírez-Suero M., Magnin-Robert M., Larignon P., Chong J., AbouMansour E., Spagnolo A., Clément C. & Fontaine F., 2013. Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathology* 62, 243–265
- Bordiec S. (2010). Interaction entre la vigne et une bactérie PGPR ; mécanismes de défense impliqués lors de la perception de la bactérie par la plante et lors de l'établissement de la protection contre le froid et la pourriture grise. Thèse Doctorat, Univ. Reims, 161 p.
- Bouby, L., Terral, J. F., Figueiral, I., Ivorra, S., Lacombe, T., Pastor, T., ... & Tardy, C. (2010).

Références bibliographiques

La vigne sauvage (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*): Une plante cultivée dans les établissements viticoles de la Narbonnaise. *Des Hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire nos jours. XXXe rencontres internationales l'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes*, 129-139.

- Calonnec, A., Cartolaro, P., Poupot, C., Dubourdieu, D., Darriet, P., 2004. Effects of *Uncinulanecator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. *Plant. Pathol.* 53, 434-445.
- Carlucci A., Francesco L, Mostert L., Halleen F & Raimondo M. L. 2017. Occurrence fungi causing black foot on young grapevines and nursery rootstock plants in Italy. *Phytopathol. Mediterr.* 56(1): 10-39.
- Chaverri P., Salgado C., Hirooka Y., Rossman A & Samuels G. 2011. Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (Nectriaceae, Hypocreales, Ascomycota) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. *Studies in Mycology*, 68, 57 -78.
- Chemloul F., 2014. Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* de la région de Tlemcen. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Agronomie, option amélioration végétale Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen : 35 p.
- COARER, M., & de Loire, I. V. (2008). Flores et fermentations spontanées. *Micro-organismes Gestion thermique*, 10.
- Cosentiro, S., Barra, A., Pisano, B., Cabizza, M., Pirisi, F. M., & Palnas, F. (2003). Composition and antimicrobial properties of Sardinian *Juniperus* essential oils against food borne pathogens and spoilage microorganisms. *Food Protect*, 66, 1288- 1291.
- DARRIET, Frédéric, *et al.* Combined pyrethroid and carbamate 'two-in-one' treated mosquito nets: field efficacy against pyrethroid-resistant *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 2001, vol. 15, no 1, p. 105-112.
- Delière, L., Miclot, A.S., Rey, P., Calonnec, A., 2010. Efficacy of fungicides with various modes of action in controlling the early stages of an *Erysiphe necator*-induced epidemic. *Pest. Manag. Sci.* 66, 1367-1373.
- Dufresne, P. (2021). Identification des champignons d'importance médicale-Stage de laboratoire Philippe Dufresne.
- Dufresne, P., & Guy, S. G. (2018). Identification des champignons d'importance médicale. *Institut National de santé publique. Québec*, 1-64.
- Eskalen A., Feliciano A. J. & Gubler W. D., 2007. Susceptibility of grapevine pruning wounds and symptom development in response to infection by *Phaeoacremonium aleophilum* and

Références bibliographiques

Phaeomoniellachlamydospora. Plant Disease 91, 1100–1104.

- FODIL, O. (1989). Les cépages autochtones en Algérie.
- Fontaine F., Gramaje D., Armengol J., Smart R., Nagy Z. A., Borgo M., Rego C & CorioCostet M. F. 2016.
- Fontanay, S., Mougenot, M. E., & Duval, R. E. (2015). Évaluation des activités antibactériennes des huiles essentielles et/ou de leurs composants majoritaires. *Hegel*, (2), 109-118.
- Fourie P & Halleen F. 2001. Diagnosis of fungal diseases and their involvement in dieback disease of young vines. *Wynboer*, 149, 19-23.
- Galet P. (2001). Dictionnaire encyclopédique des cépages. Edit. Hachette, 18-40 p.
- Galet, P., 1999. Précis de pathologie viticole. 3ème édition, pp.7-1.
- Gramaje D., Úrbez-Torres J. R & Sosnowski M. R. 2018. Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects. *Plant Dis.* 102(4):12-39.
- Halleen F., Crous R & Pétrin O. 2003. Fungi associated with healthy grapevine cuttings in nurseries, with special reference to pathogens involved in the decline of young vines. *Australasian Plant Pathology*, 32(1), 47- 52.
- Halleen, F., Schroers, H. J., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2004). Novel species of *Cylindrocarpon* (*Neonectria*) and *Campylocarpon* gen. nov. associated with black foot disease of grapevines (*Vitis* spp.). *Studies in mycology*, 50(2), 431-455.
- Hamrit S. et Messoudi F. (2007). Contribution à l'étude de la germination de graines de vigne (*Vitis vinifera* L.), mémoire DES., université de M'sila., p 2
- <http://ephytia.inra.fr/fr/C/6096/Vigne-Pourriture-a-Alternaria> (31.05.2023).
- <http://plantgrape.plantnet-project.org> (visité 01/06/2023)
- <https://rhinotenders.com/companies/company/dsa-direction-des-services-agricoles-de-la-wilaya-de-ghardaia-4> (31.05.2023)
- <https://www.oiv.int/fr/what-we-do/global-report?oiv> 05- 05- 2023
- I.N.R.A.F., 2009- Entav-Inrainfos. La lettre d'information de la marque Entav-Inra Ed. Institut franç. vulg., Paris, 2 p.
- INRA (2000) Botanique de la vigne: position taxonomique, présentation de la biodiversité des Vitacées et de *Vitis vinifera*, Ed INRA. INRA Montpellier.
- Isnard, H. (1947, September). IV. Vigne et colonisation en Algérie (1880-1947). In *Annales. Histoire, Sciences Sociales* (Vol. 2, No. 3, pp. 288-300). Cambridge University Press.
- ITAFV. 2023 : <http://www.itafv.dz/mildiou-de-la-vigne-> 11-04-2023/ .
- Lakhdar L., 2015. Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur

Références bibliographiques

Aggregatibacteractinomycetemcomitans : étude in vitro, Thèse de Doctorat en biologie, option Sciences odontologiques, Université de Mohammed V de Rabat, 124 p.

- Landmann, G. (1994). Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers. *Revue forestière française*, 46(5), 405-415.
- Laquitaine, L., Gomès, E., François, J., Marchive, C., Pascal, S., Hamdi, S., Atanassova, R., Delrot, S., Coutos-Thévenot, P., 2006. Molecular basis of ergosterol-induced protection of grape against *Botrytis cinerea*: induction of type I LTP promoter activity, WRKY, and stilbene synthase gene expression. *Mol. Plant. Microbe. Interact.*19, 1103-1112.
- Larignon P & Yobrégat O. 2019. Comment lutter contre les maladies du bois de la vigne. Cahier pratique, IFV, pp : 1-7.
- Larignon P. & Dubos B., 1997. Fungi associated with esca disease in grapevine. *European Journal of Plant Pathology* 103, 147–157.
- Leca, J., & Jobert, B. (1980). LE DÉPÉRISSEMENT DE L'ÉTAT: A propos de «L'acteur et le système» de Michel Crozier et Ehrard Friedberg. *Revue française de science politique*, 1125-1170.
- Lepoivre, P. (2003). *Phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte*. Ed De Boeck Supérieur.311-312pp.
- Li X. 2015. Modélisation spatio-temporelle pour l'Esca de la vigne à l'échelle de la parcelle, pp : 9-17.
- MADR.2023 <https://madr.gov.dz/> 06-05-2023
- Martelli G. P. 1997. Infectious diseases and certification of grapevine. *Options. Mediterr. Ser. B* 29: 47-64.
- Martínez-Diz M. P., Díaz-Losada E., Díaz-Fernández A., Bouzas-Cid Y & Gramaje D. 2020b. Protection of grapevine pruning wounds against *Phaeomoniella chlamydospora* and *Diplodiaseriata* by commercial biological and chemical methods, *Crop Protection*. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105465>.
- Mugnai L., Graniti A. & Surico G., 1999. Esca (black measles) and brown woodstreaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease* 83 (5), 404–418.
- Mullins M. G., Bouquet A & Williams L.A. 1992. *Biology of the grapevine*. M, G Mullins, ed. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Nivault A. 2017. Diversité et traits d'histoire de vie des Botryosphaeriaceae et évaluation du potentiel de défense de différents cultivars de *Vitis*. Pp 5-51.
- Ouadi L. 2019. Impacts écophysiologicals de l'Esca : résilience des ceps et effet des modes de taille. Pp 11-75.
- Ouadi L. 2019. Impacts écophysiologicals de l'Esca : résilience des ceps et effet des modes de

Références bibliographiques

taille. Pp 11-75.

- Pasco, I. G. and Cottral, E.; 2000: Development of grapevine trunk diseases research in Australia. *Phytopath. Médit.* 39, 68-75.
- Plant Grape, Le catalogue des vignes cultivées en France ; © UMT Géno-Vigne® INRA - IFV - Montpellier SupAgro
- Pouzoulet J. 2012. Développement d'une méthodologie PCR en temps réel pour la détection et la quantification in planta des principaux champignons pathogènes associés aux maladies du bois de la vigne. Pp. 15-148.
- Reis P., Gaspar, A.; Alves A., Fontaine F., Lourenço I., Saramago J., Mota M. & Rego C. 2020. Symptômes de début de saison sur la tige, les inflorescences et les fleurs de la vigne associée aux espèces de Botryosphaeriaceae. *Plantes* 2020, 9, 1427.
- Rowley, A., & Ribaut, J. C. (2003). *Le vin: une histoire de goût. (No Title)*.
- SBAGHI M., 2014. PRINCIPALES MALADIES CRYPTOGAMIQUE DE LA VIGNE : Le mildiou, l'oïdium . 219p . Maroc :Edition de INRA Division de l'information et de la communication . [10 /04 /2022]. Disponible à l'adresse :<https://www.inra.org.ma/fr/content/guide-pratique-du-viticulteur>.
- Scheck, H., Vasquez, S., Fogle, D., & Gubler, W. (1998). Grape growers report losses to black-foot and grapevine decline. *California Agriculture*, 52(4), 19-23.
- Surico G., Mugnai L. & Marchi G., 2006. Older and more recent observations on esca: a critical overview. *Phytopathologia Mediterranea* 45, 68–86
- Surico G., Mugnai L. & Marchi G., 2006. Older and more recent observations on Esca: a critical overview. *Phytopathologia Mediterranea* 45, S68–S86.
- The plant liste. 2013. Version 1.1. retrieved 15 January 2017 from [http:// Home — The Plant List](http://Home—The Plant List)
- Úrbez-Torres, J. R., & Gubler, W. D. (2011). Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Plant Pathology*, 60(2), 261-270.
- Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Voegel, T.M. and Gubler, W.D. 2006. Identification and distribution of *Botryosphaeria* spp. associated with grapevine cankers in California. *Plant Disease* 90 (12): 1490- 1503.
- Van Niekerk JMFPHH, F.; Crous P.W. (2004) *Botryosphaeria* spp. as grapevine trunk disease pathogens. *PhytopatholMediterr* 45 : S43-S54.
- Viret O. & Gindro K., 2014. *La Vigne*, vol. 1. Maladies fongiques. Editions AMTRA, Nyon, 255 p.
- Viret, O., Bloesh, B., Taillens, J., Siegfried, W., Dupuis, D., 2001. Préviation et gestion des infections du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) à l'aide d'une station d'avertissement.

Références bibliographiques

Revue. Suisse. Vitic. Arboric. Hortic. 33, I-XII.

- Walters J. Campbell A. Kellogg A. Steyn P. (2002). Botanique systématique, une perspective phylogénétique. 1ère édition., Paris. pp 238, 239.
- YOBREGAT, O. L. I. V. I. E. R., LARIGNON, P., Mille, B., Bloy, P. A. S. C. A. L., Carcenac, D. O. R. I. A. N., & Charlot, S. (2018). Etude de la cinétique de contamination de jeunes plants par les champignons responsables des maladies du bois. *VinnoDAY*, 21-25.

Annexes

Annexes

Milieux de cultures

PDA.

- ❖ Dextrose 20g
- ❖ Pomme de terre 200 g
- ❖ Agar- Agar 15 g
- ❖ L'eau distillé 1000 ml
- ❖ PH 5.6 ± 0.2 à 25°C.

GN.

- ❖ Peptone 6 g/ litre
- ❖ Extrait de œuf 1 g/ litres
- ❖ Extrait de levures 2 g/ litres
- ❖ Chlorures de sodium 5 g /litres
- ❖ Agar 14 g/ litres