



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Botanique

القسم: علم النبات

Spécialité : Interaction plantes-pathogènes et Protection des plantes

التخصص: تفاعل النباتات – ممرضات النباتات و حماية النبات

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THÈME

**Recherche de moyens de lutte chimique et alternatif à l'égard de
l'Anthracnose des Agrumes causée par le genre *Colletotrichum***

Présenté par : MELLOUK Meroua

Soutenu publiquement le : 28/11/2023

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme. GHIAT N.

Maitre assistante à l'ENSA.

Promoteur : M. BOUZNAD Z.

Professeur à l'ENSA.

Co-promoteur : M. TAOUTAOU A.

Professeur à l'ENSA.

Examinatrice : Mme MEAMICHE H.

Maitre de recherche B à l'INRAA.

Promotion : 2018 / 2023

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS.....	I
LISTE DES TABLEAUX.....	II
LISTE DES FIGURES.....	III
INTRODUCTION.....	1
1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1 Origine et distribution.....	4
1.2 Importance économique des agrumes.....	4
1.2.1 Dans le monde.....	4
1.2.2 En Algérie.....	6
1.3 Problèmes phytosanitaires des agrumes.....	6
1.3.1 Ravageurs.....	6
1.3.2 Maladies bactériennes.....	8
1.3.2.1 La bactériose ou le flétrissement des agrumes :.....	8
1.3.2.2 Le chancre bactérien des agrumes.....	8
1.3.3 Maladies virales.....	8
1.3.3.1 Psorose (<i>Citrus Psorosis Virus</i>).....	8
1.3.3.2 Tristeza (<i>Citrus Tristeza Virus</i>) :.....	8
1.3.3.3 Exocortis (<i>Citrus Exocortis Viroid</i>).....	9
1.3.4 Maladies fongiques.....	9
1.3.4.1 Gommose parasitaire (<i>Phytophthora citrophthora</i> Leonian et <i>Phytophthora nicotianae</i> Breda de Haan) :.....	9
1.3.4.2 Alternariose des agrumes (<i>Alternaria alternata</i> Fr. Keissl et <i>Alternaria citri</i> Ellis & N. Pierce) :.....	9
1.3.4.3 Anthracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz. & Sacc) :.....	9
1.3.4.4 Fumagine (<i>Capnodium citri</i> Berk. & Desm):.....	10
1.3.4.5 Pourriture à <i>Penicillium</i> :.....	10
1.3.5 Maladies physiologiques.....	10
1.4 L'anthracnose des agrumes.....	12
1.4.1 Importance de la maladie.....	12
1.4.2 Symptômes de l'anthracnose.....	12
1.4.3 Agents pathogènes responsables de l'anthracnose des agrumes.....	13
1.4.4 Description et taxonomie du genre <i>Colletotrichum</i>	13

1.4.4.1	Description morphologique des principales espèces pathogènes	14
1.4.4.2	Cycle de la maladie et épidémiologie	18
1.5	Les méthodes de lutte contre l'antracnose des agrumes	19
1.5.1	Pratiques culturales	19
1.5.2	Méthodes physiques	19
1.5.3	Méthodes chimiques.....	19
1.5.4	Méthodes biologiques	20
2.	MATERIEL ET METHODES	19
2.1	Matériel fongique	19
2.2	Fongicides testés.....	20
2.3	Huiles essentielles testés.....	20
2.4	Milieu de culture.....	20
2.5	Efficacité des fongicides.....	21
2.5.1	Test <i>in vitro</i> de l'efficacité des fongicides sur l'inhibition de la croissance mycélienne des isolats de <i>Colletotricum</i>	21
2.5.2	Test <i>in vitro</i> d'efficacité des fongicides sur l'inhibition de la germination des conidies de <i>Colletotricum</i> spp	22
2.6	Evaluation <i>in vitro</i> de l'activité antifongique des huiles essentielles	23
2.6.1	Test d'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles sur l'inhibition de la croissance mycélienne des isolats de <i>Colletotricum</i>	23
2.6.2	Test d'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles sur l'inhibition de la germination des conidies des isolats de <i>Colletotricum</i>	24
2.7	Evaluation de l'inhibition des fongicides et des huiles essentielles sur la croissance mycélienne des isolats de <i>Colletotricum</i>	24
2.8	Détermination de la CI50 des fongicides et des huiles essentielles utilisées	25
2.9	Evaluation de l'inhibition des fongicides et des huiles essentielles sur la germination des conidies des espèces de <i>Colletotricum</i>	26
2.10	Analyses statistiques	26
3.	RESULTATS	27
3.1	Efficacité des fongicides.....	27
3.1.1	Efficacité <i>in vitro</i> des trois fongicides sur l'inhibition de la croissance mycélienne des espèces de <i>Colletotricum</i>	27
3.1.1.1	Efficacité <i>in vitro</i> du Difenoconazole	27
3.1.1.2	Efficacité <i>in vitro</i> de l'Azoxystrobine.....	31
3.1.1.3	Efficacité <i>in vitro</i> de l'Azoxystrobine + Difenoconazole	34
3.1.1.4	Détermination de la CI50 des trois fongicides utilisés	38

3.1.1.5	Comparaison de l'efficacité des trois fongicides sur l'inhibition de la croissance mycélienne des espèces de <i>Colletotricum</i>	39
3.1.2	Efficacité <i>in vitro</i> des trois fongicides sur l'inhibition de la germination des conidies des espèces de <i>Colletotricum</i>	40
3.1.2.1	Efficacité <i>in vitro</i> du Difenoconazole	40
3.1.2.2	Efficacité <i>in vitro</i> de l'Azoxystrobine	41
3.1.2.3	Efficacité <i>in vitro</i> de l'Azoxystrobine + Difenoconazole	43
.....	43
3.2	Evaluation <i>in vitro</i> de l'activité antifongiques des huiles essentielles.....	44
3.2.1	Efficacité <i>in vitro</i> des trois huiles essentielles sur l'inhibition de la croissance mycélienne des espèces de <i>Colletotricum</i>	44
3.2.1.1	Efficacité <i>in vitro</i> de l'huile essentielle du clou de girofle	44
3.2.1.2	Efficacité <i>in vitro</i> de l'huile essentielle de la menthe poivrée	48
3.2.1.3	Efficacité <i>in vitro</i> de l'huile essentielle du thym.....	52
3.2.1.4	Détermination de la CI50 des trois huiles essentielles utilisés	55
3.2.1.5	Comparaison de l'activité antifongique des trois huiles essentielles sur l'inhibition de la croissance mycélienne des espèces de <i>Colletotricum</i>	57
3.2.2	Efficacité <i>in vitro</i> de l'activité antifongique des huiles essentielles sur la germination des conidies des espèces de <i>Colletotricum</i>	57
3.2.2.1	Efficacité <i>in vitro</i> de l'huile essentielle du clou de girofle	57
3.2.2.2	Efficacité <i>in vitro</i> de l'huile essentielle de la menthe poivrée	59
1.2.2.3	Efficacité <i>in vitro</i> de l'huile essentielle du thym.....	60
4.	DISCUSSION	62
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	65
	Références bibliographiques	67
	Sites web	78
	ANNEXES	79

Résumé

Les agrumes sont exposés à diverses maladies et parasites, dont l'antracnose, ce qui rend essentiel le développement de mesures de gestion efficaces. Cette étude présente les résultats d'une évaluation *in vitro* visant à trouver des moyens de lutte chimique et alternatif biologiques à l'égard de l'antracnose des agrumes causée par le genre *Colletotrichum*. Le travail s'est déroulé en deux phases. Tout d'abord, étude d'efficacité *in vitro* de trois fongicides contenant l'Azoxystrobine + Difenonazol, la Difenonazol et l'Azoxystrobine à l'égard de quatre souches de *Colletotrichum*, responsables de l'antracnose des agrumes. Les résultats ont montré que le fongicide contenant l'Azoxystrobine + Difenonazol était le plus efficace, suivi de près par la Difenonazol, tandis que l'Azoxystrobine s'est révélé moins efficace à l'égard des espèces de *Colletotrichum*. Dans la seconde phase, l'activité antifongique de trois huiles essentielles, à savoir l'huile essentielle de girofle, de menthe poivrée et de thym, a été évaluée *in vitro* sur ces souches. Les résultats ont montré que ces trois huiles essentielles présentaient une forte activité antifongique contre ces agents pathogènes.

Mots clés : Agrumes, Anthracnose, *Colletotrichum*, efficacité *in vitro*, Azoxystrobine + Difenonazol, Difenonazol, Azoxystrobine, huile essentielle, girofle, menthe poivrée, thym.

Abstract

Citrus fruits are exposed to various diseases and pests, including anthracnose, making it essential to develop effective management measures. This study presents the results of an *in vitro* evaluation aimed at finding chemical and biological alternative methods to combat citrus anthracnose caused by the *Colletotrichum* genus. The study was conducted in two phases. Firstly, an *in vitro* efficacy study of three fungicides containing Azoxystrobin + Difenonazole, Difenonazole, and Azoxystrobin was performed against four species of *Colletotrichum* responsible for citrus anthracnose. The results demonstrated that the fungicide containing Azoxystrobin + Difenonazole was the most effective, followed closely by Difenonazole, while Azoxystrobin proved ineffective against the *Colletotrichum* species. In the second phase, the antifungal activity of three essential oils, namely clove essential oil, peppermint essential oil, and thyme essential oil, was evaluated *in vitro* on these species. The results showed that these three essential oils exhibited strong antifungal activity against these pathogens.

Keywords : Citrus, Anthracnose, *Colletotrichum*, *in vitro* efficacy, Azoxystrobin + Difenonazole, Difenonazole, Azoxystrobin, essential oil, clove, peppermint, thyme.

ملخص

الحمضيات عرضة للعديد من الأمراض والآفات، بما في ذلك الأنتراكنوز، مما يجعل تطوير تدابير الإدارة الفعالة أمرًا أساسيًا. تهدف هذه الدراسة إلى العثور على وسائل لمكافحة الأنتراكنوز للحمضيات الناجمة عن الجنس *Colletotrichum*. جرى العمل على مرحلتين. أولاً، تم دراسة فعالية مكونات ثلاثة مبيدات فطرية تحتوي على Azoxystrobin + Difenonazole و Azoxystrobin و Difenonazole فيما يتعلق بأربع سلالات من *Colletotrichum* المسؤولة عن الأنتراكنوز للحمضيات. أظهرت النتائج أن مبيد الفطري الذي يحتوي على Azoxystrobin + Difenonazole كان الأكثر فعالية، تليه بالقرب مبيد الفطري الذي يحتوي على Difenonazole، بينما أظهر Azoxystrobin عدم فعالية تجاه سلالات *Colletotrichum*. في المرحلة الثانية، تم تقييم النشاط المضاد للفطريات لثلاث زيوت أساسية وهي زيت القرنفل وزيت النعناع وزيت الزعتر على هذه السلالات. أظهرت النتائج أن هذه الزيوت الأساسية الثلاثة كانت لها نشاط مضاد قوي للفطريات ضد هذه الكائنات الممرضة.

الكلمات المفتاحية: الحمضيات، الأنتراكنوز، *Colletotrichum*، الفعالية المخبرية، Azoxystrobin + Difenonazole، Azoxystrobin Difenonazole، زيت أساسي، قرنفل، نعناع، زعتر.