

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

التخصص : تفاعل النباتات-ممرضات النباتات وحماية النبات

Et Protection des plantes

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme Master

THÈME

Contribution à l'étude de *Colletotrichum* sp., agent de l'anthracnose des agrumes : évaluation du pouvoir pathogène sur quelques plantes hôtes et recherche de moyens de lutte chimiques et alternatifs.

Présenté Par : Mlle DJEDDIS MELISSA

Soutenu Publiquement le : 18/12/2025

Devant le jury composé de :

Présidente : **Mme. BOUREGHDA H.**

Professeur, l'ENSA.

Promotrice : **Mme. GHIAT N.**

Maitre assistante A, l'ENSA.

Co-promoteur : **M. BOUZNAD Z.**

Professeur, l'ENSA.

Examinatrice : **Mme. MEAMICHE H.**

Maitre de recherche B, l'INRA

Promotion : 2020/2025

Table des matières

LISTE DES FIGURES.....	i
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTES DES ANNEXES	v
LISTE DES ABREVIATION	vi
INTRODUCTION.....	1
1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1. Les agrumes.....	4
1.1.1. Origine et répartition géographique des agrumes dans le monde	4
1.1.2. Production des agrumes	6
1.1.2.1. À l'échelle mondiale	6
1.1.2.2. En Algérie.....	6
1.1.3. Problèmes phytosanitaires des agrumes	8
1.1.3.1. Ravageurs des agrumes	8
1.1.3.2. Les maladies abiotiques (maladies physiologiques)	9
1.1.3.4. Les maladies biotiques	9
1.2. L'antracnose des agrumes.....	11
1.2.1. Importance économique de la maladie.....	11
1.2.2. Symptômes de l'antracnose.....	11
1.2.3. Agents pathogènes responsables de l'antracnose des agrumes et taxonomie du genre <i>Colletotrichum</i>	12
1.2.3.1. Agents pathogènes responsables	12
1.2.3.2. Systématique et caractères du genre <i>Colletotrichum</i>	14
1.2.4. Cycle biologique de la maladie et facteurs épidémiologiques	16
1.2.5. Moyens de contrôle de l'antracnose.....	17
1.2.5.1. Lutte culturale et variétale.....	17
1.2.5.2. Lutte physique	17
1.2.5.3. Moyens de contrôle chimique (fongicides).....	17
1.2.5.4. Lutte alternative : biopesticides.....	19
1.2.5.4.1. Définition des huiles essentielles	20
1.2.5.4.2. Composition chimique et principales molécules actives.....	20
1.2.5.4.3. Mécanismes d'action des huiles essentielles	21

1.2.5.4.4. Avantages et limites des huiles essentielles.....	23
2. MATERIEL ET METHODES	24
2.1. Test de pathogénicité	24
2.1.1. Préparation du matériel végétal.....	24
2.1.2. Matériel fongique et préparation de l'inoculum.....	24
2.1.3. Inoculation des fruits	27
2.1.4. Dispositif expérimental	27
2.1.5. Évaluation de la maladie sur fruits	27
2.1.5.1. Incidence de la maladie	29
2.1.5.2. Progression de la maladie.....	29
2.2. Évaluation de l'efficacité d'un traitement : fongicide et l'huile essentielle, contre l'isolat S1Cg.....	29
2.2.1. Fongicide	29
2.2.2. L'huile essentielle	30
2.2.3. Dispositif expérimental	30
2.2.4. Évaluation de taux d'inhibition des traitements sur le développement de la nécrose et la sporulation :	32
2.2.5. Détermination de la CI ₅₀ des fongicides et de l'huile essentielle.....	32
2.3. Analyse statistique.....	33
3. RESULTATS ET DISCUSSION	34
3.1. Pathogénicité de l'isolat	34
3.1.1. Description des symptômes.....	34
3.1.3. Incidence de la maladie	38
3.1.3. Évaluation de la progression de la maladie par l'AUDPC.....	38
3.2. Efficacité des traitements sur le développement de la maladie (Diamètre et sporulation)	45
3.2.1. Chez l'orange :.....	45
3.2.2. Chez le citron	45
3.2.3. Chez la pomme.....	51
3.2.3. Chez la tomate	57
3.2.4. Efficacité comparative du fongicide et de l'huile essentielle sur la réduction du diamètre de la lésion sur fruits des trois espèces testés.....	60
3.3. Taux d'inhibition et profils dose-réponse du fongicide et de l'huile essentielle sur trois espèces fruitières	61
3.3.1. Fongicide.....	61

3.3.2. Huile essentielle	64
3.4. Détermination de la CI ₅₀ du fongicide et de l'huile essentielle	64
3.5. Discussion	66
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	70
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	74
ANNEXES	88

Résumé

L'antracnose des agrumes, causée par des espèces du genre *Colletotrichum*, constitue une menace importante pour la qualité, la conservation et la valeur commerciale des fruits. Cette étude *in vivo* évalue la pathogénicité d'un isolat de *Colletotrichum sp.* sur trois hôtes (citron, pomme et tomate), ainsi que l'efficacité d'un fongicide (Azoxystrobine + Difénoconazole) et d'une huile essentielle de girofle. Les essais *in vivo* ont montré une sensibilité variable selon l'hôte : le citron a présenté les lésions les plus rapides et les plus étendues, tandis que la pomme a révélé la progression la plus faible. L'analyse de l'AUDPC confirme ces différences en identifiant trois profils distincts de développement de la maladie. Concernant les moyens de lutte, le fongicide s'est révélé très efficace sur tous les hôtes et dans les deux modalités d'application. À l'inverse, l'huile essentielle n'a exercé qu'un effet antifongique faible, limité au citron, avec un taux d'inhibition inférieur à 30 %. Sur pomme et tomate, l'huile essentielle a provoqué un effet stimulant, caractérisé par une augmentation de la sporulation du pathogène, accompagnée d'un accroissement léger de la sévérité des lésions. Ces résultats confirment que, dans les conditions *in vivo* testées, le fongicide demeure la méthode la plus efficace, tandis que l'huile essentielle présente une activité faible, dépendante de l'hôte, et peut même stimuler la sporulation fongique.

Mots-clés : Anthracnose, *Colletotrichum*, agrumes, lutte *in vivo*, Azoxystrobine Difénoconazole, huile essentielle de girofle.

Abstract

Citrus anthracnose, caused by species of the genus *Colletotrichum*, poses a significant threat to fruit quality, storability, and commercial value. This *in vivo* study evaluated the pathogenicity of a *Colletotrichum sp.* isolate on three hosts (lemon, apple, and tomato), as well as the efficacy of a fungicide (Azoxystrobin + Difenoconazole) and clove essential oil. The *in vivo* assays revealed variable susceptibility depending on the host : lemon developed the most rapid and extensive lesions, while apple showed the lowest disease progression. Analysis of the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC) confirmed these differences by identifying three distinct disease development profiles. Regarding control methods, the fungicide proved highly effective on all hosts and in both application modalities. Conversely, the essential oil exhibited only a weak antifungal effect, limited to lemon, with an inhibition rate below 30%. On apple and tomato, the essential oil had a stimulatory effect, characterized by an increase in pathogen sporulation, accompanied by a slight increase in lesion severity. These results confirm that, under the tested *in vivo* conditions, the fungicide remains the most effective method, while the essential oil shows weak, host-dependent activity and may even stimulate fungal sporulation.

Keywords: Anthracnose, *Colletotrichum*, citrus, *in vivo* control, Azoxystrobin-Difenoconazole, clove essential oil.

المخلص

يشكل مرض أنثراكنوز الحمضيات، الذي تسببه أنواع من جنس *Colletotrichum*، تهديدًا كبيرًا لجودة الفاكهة وقابليتها للتخزين وقيمتها التجارية. قيمت هذه الدراسة الحية مسببات الأمراض لعزلة *Colletotrichum sp.* على ثلاثة أنواع مستهدفة (الليمون والتفاح والطماطم)، بالإضافة إلى فعالية مبيد فطري (أزوكسيستروبين + ديفينوكونازول) وزيت القرنفل العطري. كشفت الاختبارات الحية *in vivo* عن قابلية متفاوتة للإصابة اعتمادًا على النوع: فقد ظهرت الآفات بشكل أسرع

وأكثر انتشارًا على الليمون، بينما أظهر التفاح أقل تقدم للمرض. أكد تحليل المساحة تحت منحنى تطور المرض هذه الاختلافات من خلال تحديد ثلاثة أنماط مختلفة لتطور المرض. فيما يتعلق بطرق المكافحة، أثبت مبيد الفطريات فعاليته العالية على جميع العوائل وفي كلا طريقتي الاستخدام. على العكس من ذلك، أظهر الزيت العطري تأثيرًا مضافًا للفطريات ضعيفًا، يقتصر على الليمون، بمعدل تثبيط أقل من 30%. على التفاح والطماطم، كان للزيت العطري تأثير محفز، يتميز بزيادة في تكاثر الجراثيم المسببة للأمراض، مصحوبًا بزيادة طفيفة في شدة الآفات. تؤكد هذه النتائج أنه في ظل الظروف الحية التي تم اختبارها، يظل مبيد الفطريات هو الطريقة الأكثر فعالية، بينما يظهر الزيت العطري نشاطًا ضعيفًا يعتمد على العائل وقد يحفز تكاثر الجراثيم الفطرية.

الكلمات المفتاحية: أنثراكنوز، *Colletotrichum*، الحمضيات، المكافحة *in vivo*، أزوكسيستروبين-ديفينوكونازول، زيت القرنفل العطري.