

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

École 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

**Etude de l'impact des infections multiples sur la résistance de la
tomate aux maladies.**

Présenté par : Mlle. BELKACEM Lyna Ouissal

Soutenu le: 29 \ 09 \ 2026

Devant le jury composé de

Président :	M. BOUZNAD Z.	Professeur, (ENSA)
Promoteur :	M. TAOUTAOU A.	Professeur, (ENSA)
Co-promotrice :	Mme LAALA S.	MCA (ENSA)
Examineurs :	Mme GHIAT N.	MCB (ENSA)
	M. BENINAL L.	Dr. (CNCC)

Promotion 2021/2026

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a major crop affected by late blight caused by *Phytophthora infestans*, early blight caused by *Alternaria* spp., gray mold caused by *Botrytis cinerea*, and soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum*, diseases that may coexist on the same host. This study aims to evaluate the impact of co-infection on disease development and on the expression of resistance in the tomato variety Marmande. Single and combined infections were carried out on this single variety. The parameters assessed included incubation period, symptom appearance, and lesion development. The results show that co-infection significantly alters disease dynamics. The Marmande variety exhibited a specific response with increased disease severity under combined infections.

Key Words: Tomato, Co-infection, *Phytophthora infestans*, *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Pectobacterium carotovorum*, Marmande variety, Interaction.

RÉSUMÉ

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est une culture majeure affectée par le mildiou (*Phytophthora infestans*), l'alternariose (*Alternaria* spp.), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) et la pourriture molle (*Pectobacterium carotovorum*), des maladies pouvant coexister sur le même hôte. Ce travail vise à évaluer l'impact de la co-infection sur le développement des maladies et sur l'expression de la résistance chez la variété Marmande. Des infections simples et combinées ont été réalisées sur cette unique variété. Les paramètres étudiés incluent le temps d'incubation, l'apparition des symptômes et l'évolution des lésions. Les résultats montrent que la co-infection modifie significativement la dynamique de la maladie. La variété Marmande présente une réponse spécifique marquée par une aggravation des symptômes lors des infections combinées.

Mots clés : Tomate, Co-infection, *Phytophthora infestans*, *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Pectobacterium carotovorum*, Variété Marmande, Interaction.

ملخص

تعد الطماطم من المحاصيل الزراعية الهامة التي تتأثر بمرض اللبحة المتأخرة، ومرض اللبحة المبكرة (الألترناريوز)، ومرض العفن الرمادي، ومرض العفن الطري البكتيري، وهي أمراض يمكن أن تتواجد معاً على نفس النبات. يهدف هذا العمل إلى تقييم تأثير العدوى المشتركة على تطور المرض وعلى تعبير المقاومة لدى صنف مرماند. أجريت إصابات فردية ومشاركة على هذا الصنف الوحيد. وشملت المعايير المدروسة فترة الحضانة، وظهور الأعراض، وتطور الآفات. أظهرت النتائج أن العدوى المشتركة تؤثر بشكل ملحوظ على ديناميكية المرض. فقد سجل صنف مرماند استجابة نوعية تمثلت في زيادة الشدة المرضية وتفاقم الأعراض عند حدوث الإصابات المشتركة.

كلمات مفتاحية: طماطم، عدوى مشتركة، لبحة متأخرة، لبحة مبكرة، عفن رمادي، عفن طري، صنف مرماند، تفاعل

Table des matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Liste Des Annexes	
Introduction	1
Partie 01 : synthèse bibliographique	3
CHAPITRE 1 : Généralités et Principaux Ennemis de la tomate	4
1.1. Origine, classification et importance économique	4
1.2. Morphologie et exigences agronomiques	5
1.3. Menaces phytosanitaires principales de la tomate	5
1.3.1. Maladies fongiques et celles dues aux oomycètes	5
1.3.2. Maladies bactériennes	6
1.3.3. Maladies virales	6
1.3.4. Ravageurs	7
CHAPITRE 2 : Les agents pathogènes de la tomate	7
2.1. <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary	8
2.1.1. Taxonomie	8
2.1.2. Symptômes du mildiou	8
2.1.3. Cycle infectieux de <i>P. infestans</i>	9
2.1.4. Épidémie	11
2.2. <i>Botrytis cinerea</i> (Pers.) Fr	11
2.2.1. Taxonomie	11
2.2.2. Symptômes de la pourriture grise	11
2.2.3. Cycle infectieux de <i>B. cinerea</i>	12
2.2.4. Épidémie	14
2.3. <i>Alternaria</i> spp.	14
2.3.1. Taxonomie	14
2.3.2. Symptômes de l'alternariose	14

2.3.3. Cycle infectieux d' <i>Alternaria</i> spp	15
2.3.4. Épidémie	17
2.4. <i>Pectobacterium carotovorum</i> (Jones) Waldee.....	17
2.4.1. Taxonomie	17
2.4.2. Symptômes de la pourriture molle bactérienne.....	18
2.4.3. Mécanismes de pathogénicité.....	19
2.4.4. Épidémie	19
CHAPITRE 3 : Infection et la résistance de la plante.....	20
3.1. Infection par les pathogènes	20
3.1.1 Infection par <i>Phytophthora infestans</i>	20
3.1.2 Infection par les pathogènes nécrotrophes	21
3.1.3 Infections mixtes et attaque conjointe par plusieurs pathogènes	22
3.2 la résistance de la plante.....	23
3.2.1 Résistance et réponses défensives de la tomate contre <i>P. infestans</i> .	23
3.2.2 Résistance de la tomate contre les pathogènes nécrotrophes	23
Patrie 02 : matériels et méthodes	25
1Matériels biologiques	26
1.1 Matériel végétal.....	26
1.2 Agents Pathogènes utilisés dans cette étude.....	26
1.2.1 <i>Phytophthora infestans</i>	27
1.2.2 <i>Botrytis cinerea</i>	27
1.2.3 <i>Alternaria</i> spp	28
1.2.4 <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp <i>Carotovorum</i>	29
2 Méthodes.....	30
2.1 Obtention des plants de tomate	30
2.2 <i>Test in vitro</i>	31
2.2.1 Confrontation directe sur milieu de culture.....	31
2.3 <i>Test in vivo</i>	32
2.3.1 Évaluation du pouvoir pathogène.....	32

2.3.1.1 Préparation des inoculums	32
2.3.2 Test de pouvoir pathogène sur fruits commerciaux.....	34
2.3.2.1 Paramètres d'évaluation.....	34
2.3.3 Préparation des suspensions et optimisation des concentrations bactériennes.	25
2.3.3.1 Culture bactérienne.....	35
2.3.3.2 Solution mère et dilutions en série	35
2.3.3.3 Inoculation sous serre et concentration optimale	36
2.3.4 Inoculations artificielles sur feuilles détachées	46
2.3.4.1 Validation d'une infection asymptomatique de <i>P. carotovorum</i>	37
2.3.4.2 Préparation des feuilles	37
2.3.4.3 Préparation des suspensions fongiques et oomycète.....	38
2.3.4.4 Modalités d'inoculation	38
2.3.4.5 Paramètres d'évaluation.....	38
2.3.5 Inoculations artificielles sur fruits.....	38
2.3.5.1 Protocole d'inoculation.....	39
2.3.5.2 Paramètres d'évaluation.....	39
2.3.5.3 Quantification bactérienne dans les fruits inoculés.....	39
2.4 Analyse statistique.....	41
 Partie 03 : résultats et discussion	42
 1 Résultats	43
1.1 Confrontations directes binaires sur milieu solide	43
1.1.1 <i>Phytophthora infestans</i> et <i>Alternaria</i> spp	43
1.1.2 <i>Phytophthora infestans</i> et <i>Botrytis cinerea</i>	43
1.1.3 <i>Alternaria</i> spp et <i>Pectobacterium carotovorum</i>	44
1.1.4 <i>Phytophthora infestans</i> et <i>Pectobacterium carotovorum</i> ..	44
1.1.5 Les confrontations ternaires, multiples et les contaminations	45
1.2 Évaluation du pouvoir pathogène	45
1.3 Évaluation du pouvoir pathogène in vivo sous serre et sélection de la concentration optimale	48

1.4	Évaluation in vivo des interactions multipathogènes entre <i>P. infestans</i> , <i>Alternaria</i> spp, <i>B. cinerea</i> et <i>P. carotovorum</i> sur feuilles détachées de tomate	48
1.4.1	Temps d'incubation.....	50
1.4.2	Temps de latence	50
1.4.3	Intensité de la sporulation de <i>P. infestans</i>	51
1.4.4	Intensité de la sporulation d' <i>Alternaria</i> spp.....	52
1.4.5	Intensité de la sporulation de <i>B. cinerea</i>	53
1.4.6	Pourcentage de la surface foliaire lésée	54
1.5	Évaluation in vivo des interactions des pathogènes, de la résistance induite et de la dynamique colonisatrice sur fruits de tomate	55
1.5.1	Temps d'incubation sur fruits	57
1.5.2	Temps de latence sur fruits.....	57
1.5.3	Intensité de la sporulation de <i>P. infestans</i> sur fruits	58
1.5.4	Intensité de la sporulation d' <i>Alternaria</i> spp sur fruits	59
1.5.5	Intensité de la sporulation de <i>B. cinerea</i> sur fruits	60
1.5.6	Pourcentage de la surface du fruit lésée	61
1.5.7	Quantification de la charge bactérienne de <i>P. carotovorum</i> dans les fruits	62
2	Discussion.....	65
	CONCLUSION GÉNÉRALE	74
	PERSPECTIVES DE RECHERCHE.....	76
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	77
	L'ANNEXES	83