



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

التخصص : تفاعل النباتات-ممرضات النباتات و حماية النبات

Protection des plantes.

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme de Master

THEME

**Recherche sur les agents de pourriture des fruits après la récolte  
et moyens biologiques de lutte.**

Présenté Par : Mlle. MESSIBAH Halima  
Mlle. RAHMOUNI Leila Mariah

Soutenu publiquement le 29/11/2020

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

M. BOUZNAD Z.

Professeur à l'ENSA

Présidente :

Mme. LOUANCHI M.

Professeur à l'ENSA

Examinatrice :

Mme. BOUREGHDA H.

Professeur à l'ENSA

Promotion : 2015/2020

## Table des matières

Liste des figures .....	V
Liste des tableaux .....	VII
Liste des abréviations.....	VIII
INTRODUCTION.....	1

### CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Généralités sur les agrumes .....	4
1.1.1 Origine et distribution géographique.....	4
1.1.2 Origine génétique.....	5
1.1.3 Taxonomie des agrumes .....	5
1.1.4 Morphologie botanique des agrumes.....	7
1.1.5 Importance économique.....	10
1.1.5.1 A l'échelle mondiale .....	10
1.1.5.2 En Algérie.....	10
1.1.6 Exigences culturelles .....	11
1.1.7 Variétés des agrumes .....	12
1.2 Généralités sur le pommier .....	17
1.2.1 Origine et distribution géographique.....	17
1.2.2 Taxonomie de pommier .....	17
1.2.3 Morphologie botanique .....	18
1.2.4 Importance économique.....	19
1.2.4.1 A l'échelle mondiale .....	19
1.2.4.2 En Algérie.....	21
1.2.5 Exigences culturelles .....	21
1.2.6 Variétés de pommiers .....	24
1.3 Maladies post-récolte des fruits.....	24

1.3.1	Définition d'une pourriture post récolte.....	24
1.3.2	Principaux agents causant les pourritures .....	24
1.3.3	Présentation des pourritures les plus dommageables sur agrumes.....	26
1.3.3.1	Pourriture à <i>Penicillium</i> .....	26
1.3.3.2	Pourriture à <i>Alternaria</i> .....	26
1.3.3.3	Pourriture à <i>Rhizopus</i> .....	26
1.3.3.4	Pourriture à <i>Botrytis</i> .....	26
1.3.3.5	Pourriture à <i>Colletotrichum</i> .....	26
1.3.3.6	Pourriture à <i>Geotrichum</i> .....	27
1.3.3.7	Pourriture à <i>Phytophthora</i> .....	27
1.3.3.8	Pourriture à <i>Fusarium</i> .....	27
1.3.3.9	Pourriture à <i>Phomopsis</i> .....	27
1.3.3.10	Pourriture à <i>Trichoderma</i> .....	28
1.3.3.11	Pourriture à <i>Aspergillus</i> .....	28
1.3.4	Présentation des pourritures les plus dommageables sur pommes .....	28
1.3.4.1	Pourriture à <i>Penicillium</i> .....	28
1.3.4.2	Pourriture à <i>Alternaria</i> .....	28
1.3.4.3	Pourriture à <i>Botrytis</i> .....	29
1.3.4.4	Pourriture à <i>Colletotrichum</i> .....	29
1.3.4.5	<i>Sphaeropsis malorum</i> .....	29
1.3.4.6	Pourriture à <i>Fusarium</i> .....	29
1.3.4.7	Pourriture à <i>Phomopsis</i> .....	29
1.3.4.8	Pourriture à <i>Stemphylium</i> .....	30
1.3.4.9	Pourriture à <i>Phytophthora</i> .....	30
1.3.4.10	Pourriture à <i>Cladosporium</i> .....	30
1.4	La conservation des fruits après la récolte .....	33

1.4.1	Etapas de conditionnement .....	33
1.4.2	Les méthodes de conservation des fruits .....	33
1.4.2.1	Le traitement par la chaleur .....	33
1.4.2.2	Le séchage.....	34
1.4.2.3	Le froid .....	34
1.4.2.4	Conservation sous atmosphère contrôlée .....	34
1.4.2.5	Conservation par le sucre .....	35
1.5	Méthodes de lutte contre les maladies post récolte .....	35
1.5.1	Méthodes de lutte chimique.....	35
1.5.2	Méthodes de lutte physique .....	35
1.5.3	Méthodes de lutte biologique.....	36
1.5.4	Les microorganismes bénéfiques, cas des <i>Trichoderma</i> spp. ....	36
1.5.4.1	Le genre <i>Trichoderma</i> , concepts généraux .....	36
1.5.4.2	<i>Trichoderma</i> spp. comme agents potentiels de bio-contrôle .....	37

## CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1	Obtention des échantillons de fruits d'agrumes et de pommes après la récolte.....	38
2.2	Méthodes d'isolement des agents de pourriture.....	39
2.2.1	Techniques d'isolement .....	39
2.2.1.1	Sur milieu PDA .....	39
2.2.1.2	Incubation des échantillons en chambre humide .....	40
2.2.2	Purification des isolats .....	40
2.2.3	Identification des agents pathogènes.....	40
2.2.3.1	Observation macroscopique.....	40
2.2.3.2	Observation microscopique.....	40
2.3	Effet de l'antagonisme de <i>Trichoderma</i> sp.....	43
2.3.1	Matériel végétal .....	43

2.3.2	Matériel fongique.....	43
2.3.2.1	Les souches pathogènes.....	43
2.3.2.2	Les souches antagonistes.....	43
2.3.3	La mise en culture.....	43
2.3.4	Techniques de mise en évidence de l'effet antagoniste des <i>Trichoderma</i> spp. sur la croissance de <i>Penicillium</i> spp.....	44
2.3.4.1	Confrontation directe <i>in vitro</i> .....	44
2.3.4.2	Confrontation indirecte <i>in vitro</i> .....	44
2.3.4.3	Evaluation de la croissance mycélienne au cours de la confrontation.....	45
2.3.4.4	Evaluation de l'inhibition exercée par les souches de <i>Trichoderma</i> sp.....	45
2.3.4.5	Essai <i>in vivo</i> :.....	45
2.3.4.5.1	Préparation des échantillons.....	45
2.3.4.5.2	Technique d'inoculation.....	45
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION</b>		
3.1	Description des principaux types de pourriture des fruits après la récolte.....	47
3.1.1	Caractérisation et identification des agents pathogènes.....	47
3.1.2	Fréquence des principales espèces fongiques responsables des pourritures...	59
3.2	Recherche sur les moyens biologiques de lutte contre les agents de pourritures post-récolte.....	64
3.2.1	Activités d'antagonisme mises en évidence dans le monde des souches de <i>Trichoderma</i> sur la croissance de <i>Penicillium</i> sp.....	64
3.2.1.1	En condition <i>in vitro</i> :.....	64
3.2.1.2	En condition <i>in vivo</i> :.....	64
3.3	Discussion.....	66
<b>CONCLUSION.....</b>		<b>69</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>		<b>72</b>
<b>ANNEXES</b>		

**Résumé :** L'arboriculture fruitière a une importance majeure à l'échelle mondiale. Cependant, elle est confrontée à un ensemble de contraintes notamment la flore fongique post-récolte. Le but de notre travail était d'isoler et d'identifier les agents fongiques responsables de pourritures post-récolte d'agrumes et de pommes, et de tester l'effet antagoniste de *Trichoderma* spp. vis-à-vis les espèces de *Penicillium*. Parmi 153 échantillons de fruits malades, 143 isolats de *Penicillium*, 40 isolats d'*Alternaria*, 31 isolats de *Stemphylium*, 14 isolats de *Rhizopus*, 13 isolats d'*Aspergillus*, 6 isolats de *Botrytis* et *Cladosporium* chacun, 3 isolats de *Fusarium*, 2 isolats de *Epicoccum* et *Phoma* chacun, un isolat de *Colletotrichum*, *Sclerotinia* et *Trichoderma* chacun, ont pu être identifiés. La dominance de genre *Penicillium* peut être due à sa grande dissémination et à son pouvoir concurrentiel sur d'autres champignons. Selon les données bibliographiques rapportées, *Trichoderma* spp. sont très efficaces, elles peuvent être utilisées comme des agents de lutte biologique contre les pourritures verte et bleue sur agrumes ainsi que sur la pourriture bleue sur pommes.

Mots clés : Pourritures post-récolte, Champignons, Agrumes, Pommes, Isolement, Identification, *Trichoderma* spp., Lutte biologique.

**Abstract:** Fruit arboriculture has a major importance on a global scale. However, it faces a set of constraints including post-harvest fungal flora. The purpose of our work was to isolate and identify the fungal agents responsible for post-harvest rot of *Citrus* and apples, and to test the antagonistic effect of *Trichoderma* spp. against *Penicillium* species. Among 153 samples of diseased fruits, 143 isolates of *Penicillium*, 40 isolates of *Alternaria*, 31 isolates of *Stemphylium*, 14 isolates of *Rhizopus*, 13 isolates of *Aspergillus*, 6 isolates of *Botrytis* and *Cladosporium* each, 3 isolates of *Fusarium*, 2 isolates of *Epicoccum* and *Phoma* each, one isolate of *Colletotrichum*, *Sclerotinia* and *Trichoderma* each, could be identified. The dominance of the genus *Penicillium* may be due to its great dissemination and its competitive power over other fungi. According to the reported bibliographic data, *Trichoderma* spp. are very effective, they can be used as biological control agents against green and blue mold on *Citrus* fruits as well as blue mold on apples.

Keywords: Post-harvest rot, Fungi, *Citrus*, Apples, Isolation, Identification, *Trichoderma* spp., Biological control.

**ملخص:** تعتبر زراعة الفواكه ذات أهمية كبيرة على نطاق عالمي. ومع ذلك فهي تواجه مجموعة من القيود من بينها الأمراض الفطرية بعد الحصاد. كان الغرض من عملنا هو عزل وتحديد العوامل الفطرية المسؤولة عن تعفن الحمضيات والتفاح بعد الحصاد، واختبار التأثير العدائي لـ *Trichoderma* spp. اتجاه مختلف أنواع *Penicillium*، من بين 153 عينة من الفواكه المريضة تمكنا من تحديد 143 عزلات من *Penicillium*، 40 عزلات من *Alternaria*، 31 عزلات من *Stemphylium*، 14 عزلات من *Rhizopus*، 13 عزلات من *Aspergillus*، 6 عزلات لكل من *Botrytis* و *Cladosporium*، 3 عزلات من *Fusarium*، عزلتين لكل من *Epicoccum* و *Phoma*، وعزلة واحدة لكل من *Colletotrichum*، *Sclerotinia* و *Trichoderma*. إن هيمنة جنس *Penicillium* يمكن أن تكون بسبب انتشاره الكبير وقوته التنافسية على الفطريات الأخرى. وفقا للبيانات البيولوجية المبلغ عنها، *Trichoderma* spp. فعالة جدا، ويمكن استخدامها كعوامل للمكافحة البيولوجية ضد العفن الأخضر والأزرق على الحمضيات وكذلك العفن الأزرق على التفاح.

كلمات مفتاحية: تعفن ما بعد الحصاد، الفطريات، الحمضيات، التفاح، العزل، تحديد الهوية، *Trichoderma* spp، مكافحة البيولوجية.