

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

Université de Jijel
Faculté de sciences exactes et de la nature et la vie
Département d'écologie & Environnement

جامعة جيجل
كلية العلوم الدقيقة و الطبيعية و الحياة
قسم علم البيئة النباتية و المحيط



E.C.O. 27/09
1/2

Mémoire de fin d'étude supérieure en biologie (D.E.S)
En vue de l'obtention du diplôme

Option : Biologie et physiologie végétale

Thème

La lutte Biologique de *Trichoderma viride*
contre les phytopathogènes des céréales

Jury :

- ❖ Président : M^r BOULDJEDRIÉ M.
- ❖ Examinatrice : M^{me} BENABDELKADER M.
- ❖ Encadreur : M^{me} BOUZIANE Z.

Présenté par :

- ❖ BOUSKIA Ratiba
- ❖ BOUCHELIF Manel



Session : juin 2009

Numéro d'Ordre

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail,

A mon père MOHAMED, dont il

m'a toujours accompagné et soutenu durant toute ma formation.

Quand il a placé en moi beaucoup d'espoirs

Je le dédie également à ma très chère maman LOUIZA qui m'a enseigné

Le sens du devoir et de la responsabilité, je ne pourrais jamais

*Lui compenser les sacrifices qu'elle a consentis pour moi et qui m'ont permis
d'atteindre ce niveau d'études.*

*Que dieu la Protège et la préserve pour qu'elle soit toujours à nos côtés afin qu'on
bénéficie de ses précieux conseils et de sa largesse d'esprit.*

A ma plus belle fleur NADIRA

A mes très chères sœurs ; ELzaghda, Assia, Radia, Akila. Sakina

*A mes chers frères ; Massoud, Toufik, El yazid et son famille,
Kamel et son famille.*

A la petite AYA MALAK

A mes très chers amis qui j'aime beaucoup Roukia et Djamil

Ama très chère binôme Manel qui a été toujours Présent pour moi.

*A tous mes amis en particulier ; Madiha, Amel, Dounia, Ghalia, Rabiha, Zahra,
Sihem, Imane, Widad, Fatima, son oublier mon oncle Abd elnour,*

Boujem3a, Mohamed, Fateh, Farid, Karem, Khir el dine, Moha, Yazid,

Et tous ceux que j'aime.

Et qui m'aiment.

RATIBA

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail,
A la mémoire de ma mère Dalila dont le
Souvenir m'a toujours accompagné
Et soutenu durant toute ma formation.
De son vivant elle a placé en moi beaucoup d'espoirs,
J'espère de tout mon cœur ne point le décevoir par ce
Travail qui constitue la consécration de ma scolarité pour*

Faire honneur à son âme

Son oublier ma grande mère.

A mes très chères sœurs Maha, Hiba

A mes chères frères Housseem, Ziad, Mehdi

A tous mes oncles paternels et maternels ainsi que leurs femmes et enfants

A mes tantes Najet, Soumia et leurs enfants et ma petite tante

Meriem

*A mon binôme Ratiba. Pour les merveilleux moments passés ensemble, et
à sa famille.*

A tous mes amis en particulier Wiam, Widad, Imen, Hayet, Moufida,

Luiza

Et tous ceux que j'aime. Et qui m'aiment.

MANEL

Sommaire

Sommaire

| | |
|---------------------------|----|
| Introduction | 01 |
|---------------------------|----|

Chapitre I : Généralités sur le *Trichoderma*

| | |
|---|----|
| 1. Définition de <i>Trichoderma</i> | 03 |
| 1.1. Habitat | 03 |
| 1.2. Caractères généraux | 04 |
| 1.3. Morphologie | 04 |
| 1.3.1. Aspect macroscopique | 04 |
| 1.3.2. Aspect microscopique | 05 |
| 2. Cycle de vie | 05 |
| 3. Utilisation de <i>Trichoderma</i> | 06 |
| 3.1. Les aliments et textiles | 06 |
| 4. Les avantages de <i>Trichoderma</i> | 06 |

Chapitre II : Généralités sur le *Trichoderma viride*

| | |
|--|----|
| 1. Définition de <i>Trichoderma viride</i> | 07 |
| 1.1 Habitat | 07 |
| 1.2. Taxonomie | 08 |
| 2. Description et croissance sur différents milieux | 09 |
| 2.1. Milieu Czapek | 09 |
| 2.2. Milieu CYA | 10 |
| 2.3. Milieu Malt – Agar (M A) | 10 |
| 2.4. Courbe de croissance sur différents milieux | 11 |
| 3. Biologie de <i>Trichoderma viride</i> | 11 |
| 4. Biochimie de <i>Trichoderma viride</i> | 12 |
| 5. Cycle de vie | 12 |
| 6. Mode d'action | 13 |
| 7. Utilisation de <i>Trichoderma viride</i> | 13 |

| | |
|---|----|
| 7.1. Promotion de la croissance des plantes..... | 13 |
| 7.2. Agent de bio-contrôle..... | 13 |
| 7.2.1. Les avantages de bio-contrôle..... | 13 |
| 8. Métabolisme de <i>Trichoderma viride</i> | 14 |

Chapitre III : Les maladies fongiques des céréales

| | |
|---|----|
| 1. La phytopathologie | 15 |
| 2. Les maladies cryptogamiques et quelques exemples de champignons parasites..... | 15 |
| 2.1. Les pathogènes fongiques de l'Avoine | 16 |
| 2.1.1. Tache ovoïde | 16 |
| 2.1.2. Fusariose..... | 16 |
| 2.1.3. Charbon :(Charbon nu, Charbon couvert) | 16 |
| 2.2. Les pathogènes fongiques du Blé | 17 |
| 2.2.1. Tache auréolée | 17 |
| 2.2.2. Tache septorienne | 17 |
| 2.2.3. Fusariose | 18 |
| 2.2.4. Tache des glumes | 19 |
| 2.2.5. Charbon foliaire | 20 |
| 2.2.6. Les rouilles du Blé | 20 |
| 2.2.7. La carie | 21 |
| 2.2.8. La tache bronzée ou helminthosporienne | 21 |
| 2.3. Les pathogènes fongiques de Maïs..... | 21 |
| 2.3.1. Maladies de l'épi | 22 |
| 2.3.1.a. Le charbon | 22 |
| 2.3.1.b. Pourriture sèche de l'épi | 22 |
| 2.3.3. Maladies de la tige | 22 |
| 2.3.3.a. Rhizoctone | 22 |
| 2.3.3.b. Fusariose de la tige | 23 |
| 2.3.3.c. Anthracnose par la pourriture de la tige | 23 |

| | |
|---|----|
| 2.3.3.d. Piétin brun | 23 |
| 2.3.2. Maladie de feuilles..... | 23 |
| 2.3.2. a. Helminthosporioses | 23 |
| 2.4. Les pathogènes fongiques de l'Orge | 24 |
| 2.4.1. Tache helminthosporienne | 24 |
| 2.4.2. Rayure réticulée | 24 |
| 2.4.3. Phynchosporiose | 24 |
| 2.4.4. Fusariose | 24 |
| 2.5. Les pathogènes fongiques de Riz | 25 |
| 2.5.1. Helminthosporiose | 25 |
| 2.5.2. Helminthosporium | 25 |
| 2.5.3. Pyriculariose du Riz | 25 |
| 3. Rotation des cultures | 27 |

Chapitre IV : La lutte biologique de *Trichoderma viride*

| | |
|---|----|
| 1. Définition de la lutte biologique | 28 |
| 1.1. Importance de la lutte biologique..... | 28 |
| 1.2. Mécanismes de la lutte biologique | 29 |
| 2. Le pouvoir d'antagonisme de <i>Trichoderma viride</i> | 29 |
| 2.1. La compétition | 30 |
| 2.2. L'antibiose | 30 |
| 2.3. L'antagonismes | 30 |
| 2.3.1. Rôles de l'antagonismes | 31 |
| 2.4. Parasitisme | 31 |
| 3. Mécanismes d'agression | 33 |
| 4. Modes d'action des agents de lutte biologiques | 33 |
| 5. Mécanismes de contrôle des maladies des plantes par <i>Trichoderma viride</i> | 33 |
| 5.1. Les propriétés d'antagonisme de <i>Trichoderma viride</i> sur la récolte des racines de pathogène : <i>helminthosporium ryzae</i> | 35 |

| | |
|---|----|
| 6. L'activité de la lutte biologique..... | 35 |
| 7. Les différents types de lutte..... | 37 |
| 7.1. La lutte physique | 37 |
| 7.2. La lutte chimique | 37 |
| 7.3. La lutte intégrée | 38 |
| 7.3.1. L'utilisation de la lutte intégrée dans les cultures annuelles | 38 |
| 7.3.2. L'importance de la lutte intégrée | 39 |
| Conclusion | 40 |

Référence

Résumé

233

J.R.

Liste des tableaux

Tableau I. Quelques exemples des maladies propagées aux céréales par la culture précédente dans le cadre d'une rotation.....25

Tableau II. Calendrier de dépistage des maladies des céréales en fonction des stades de croissance.....28

Tableau III. Traitements des quelques maladies des céréales par contrôle biologique.37

Résumé:

Résumé:

Résumé:

Résumé:

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 01. <i>Trichoderma</i> sur le bois mort..... | 3 |
| Figure 02. Aspect macroscopique de <i>Trichoderma</i> | 4 |
| Figure 03. Aspect microscopique de <i>Trichoderma</i> | 5 |
| Figure 04. <i>Trichoderma viride</i> sur le bois mort | 8 |
| Figure 05. <i>Trichoderma viride</i> sur le sol | 8 |
| Figure 06. Aspect générale de <i>Trichoderma viride</i> | 9 |
| Figure 07. Colonies de <i>Trichoderma viride</i> sur milieu CZAPEK (recto)..... | 10 |
| Figure 08. Colonies de <i>Trichoderma viride</i> sur milieu CZAPEK (verso)..... | 10 |
| Figure 09. Colonies de <i>Trichoderma viride</i> sur milieu CYA (recto)..... | 11 |
| Figure 10. Colonies de <i>Trichoderma viride</i> sur milieu CYA (verso)..... | 11 |
| Figure 11. Courbe de croissance de <i>Trichoderma viride</i> | 12 |
| Figure 12. Le charbon couvert sur l’Avoine..... | 18 |
| Figure 13. Début et l’attaque généralisée de septoriose des feuilles et épis | 19 |
| Figure 14. Taches de septoriose sur feuilles..... | 19 |
| Figure 15. Fusariose de l’épi du Blé..... | 19 |
| Figure 16. Symptômes du charbon nu sur l’épi du Blé..... | 20 |
| Figure 17. Rouille brune sur Blé | 21 |
| Figure 18. Rouille noire sur tige | 21 |
| Figure 19. Rouille jaune sur feuilles | 21 |
| Figure 20. Taches bronzées ou helminthosporiennes..... | 22 |

| | |
|--|----|
| Figure 21. Le charbon sur l'épi de maïs..... | 23 |
| Figure 22. L'helminthosporiose sur les feuilles de maïs..... | 24 |
| Figure 23. La fusariose sur l'orge..... | 25 |
| Figure 24. Pyriculariose sur la feuille du riz..... | 27 |
| Figure 25. Un mode d'action des agents de lutte biologique..... | 34 |

in

Fig

);

(r

Introduction

Introduction :

Les céréales ont constitué la base de l'alimentation humaine depuis la découverte de l'agriculture. Le rôle des céréales fut tel dans l'histoire qu'il y eut une concordance entre le développement de certaine civilisation et la culture des céréales.

La consommation mondiale de céréales qui est un indicateur de croissance économique, dépasse désormais deux milliards de tonnes par ans (Anonyme, 2005).

Les céréales sont infectées par plusieurs maladies fongiques à différents stades de ses développements, ces maladies sont parmi les contraintes biotiques sur le rendement des céréales.

La plupart des agents pathogènes sont capables de provoquer de sévères dégâts en plein champ après le semis. Certaines d'entre eux affectent la qualité des semences.

La santé de la plante dépend dans une large mesure de la fertilité du sol. Quand la nutrition est bien équilibrée, la plante devient plus forte est donc moins vulnérable à l'infection. Les conditions climatiques, telles que les températures appropriées sont une alimentation suffisante en eau. Si l'une de ces conditions vient à manquer, la plante peut en être stressée. Le stress affaiblit les systèmes de défense la plante et fait d'elle une proie facile pour les maladies.

Plusieurs techniques ont été appliquées pour lutter contre les maladies cryptogamiques, parmi ces techniques, la lutte biologique.

La lutte biologique contre les cryptogamiques phytopathogènes en agriculture pourra peut être dans un future proche, présenter une alternative respectueuse de l'environnement à l'emploi de fongicides.

Trichoderma viride présente de nombreuses caractéristiques intéressantes pour un agent de lutte biologique. Il est connu pour réduire la sévérité de la maladie de culture. *Trichoderma viride* peut entrer en compétition pour l'espace et les nutriments avec la flore endogène, et présente aussi un fort effet antagoniste contre toute une série de cryptogames phytopathogènes.



Introduction

Nous avons suggéré ce travail bibliographique qui présente comme suite :

Dans le premier chapitre, nous donnons un aperçu général sur le genre *Trichoderma*, notamment leur définition, Taxonomie, en présentant leur utilisation, ainsi que leur importance.

Le deuxième chapitre est consacré au champignon *Trichoderma viride* (morphologie, milieux de croissance....etc.).

Nous avons étudiés dans le troisième chapitre les principales maladies des céréales, Notamment : l'avoine, le blé, maïs, l'orge et le riz par les moisissures pathogènes.

Dans le dernier chapitre, nous avons démontré les différents mécanismes biologiques de *Trichoderma viride* contre les phytopathogènes des céréales.

Chapitre I

Généralités sur le Trichoderma

1. Définition de *Trichoderma* :

Le genre : *Trichoderma* regroupe un ensemble de champignons imparfaits saprophytes qui se retrouvent couramment dans le sol, sur le bois mort, les débris végétaux et les organes aériens des plantes. On le reconnaît facilement en culture grâce à la couleur généralement verdâtre de ses spores et le port typique de ses phialides (en forme de quilles).

Trichoderma, possède une batterie de mécanismes d'attaque potentiellement utilisables mais qui demeurent toute fois complexes. Il peut employer un ou plusieurs modes d'action en même temps pour maîtriser un agent pathogène. Le déploiement des modes présence et les conditions physico-chimiques du milieu (températures, humidité, etc....). *Trichoderma* est efficace lorsqu'on lui permet de s'installer avant l'arrivée des champignons pathogènes. Son action est donc préventive, il permet au niveau des racines de créer un manchon protecteur autour de celles –ci et ainsi centrer l'entrée des agents pathogènes à l'intérieur des racines. Le même effet est observé lorsqu'il est utilisé en pulvérisation aérienne. Une fois installée, *Trichoderma* peut avoir un effet stimulant pour la plante en absence de champignons pathogènes (Johanne, 2002).

1.1. Habitat :

Trichoderma est un champignon filamenteux cosmopolite très abondant dans les sols, les humus et sur les débris végétaux en décomposition et la matière organique, sur le bois mort. *Trichoderma* peut être induites dans les milieux de culture ou de plantes ligneuses (Harman, 2000).



Figure 01. *Trichoderma* sur le bois mort (Harman, 2000).

1.2. Caractères généraux :

Les cultures à croissance rapide sont généralement à (25°-30°), colonies en première transparent sur des rapports tels que ; la Semoule de Maïs D'extrorse agar (SMD) ou blanc sur les médias riche tels que la Pomme de terre D'extrorse Agar (PDA).

La formation des conidies après une semaine apparaissent en touffes compactes. Peignent jaune mais d'être sécrétée dans l'agar –agar, en particulier sur le milieu (PDA). Conidiophores sont très ramifiés et donc difficile a définir ou à mesurer, souvent formés dans des anneaux concentriques distincts le long de la charge ou le peu d'hyphe aériennes les principales branches de la production conidiophores côté des branches latérales qui être lié ou non, le plus long des branches éloignées de la pointe et souvent phialides découlant directement de l'axe principal près de la pointe. Les branches primaires et secondaires surviennent dans ou près de 90° par rapport à l'axe principal, le conidiophores typique avec des branches jumelle suppose un aspect pyramidale (Gary et al., 2004) .

1.3. Morphologie de *Trichoderma* : selon (Harman et al, 1998) :

1.3.1. Aspect macroscopique :

Les colonies de *Trichoderma* ont une croissance très rapide et envahissent facilement les milieux de culture. Elles ont l'aspect caractéristique d'un enduit verdâtre pulvérulent.

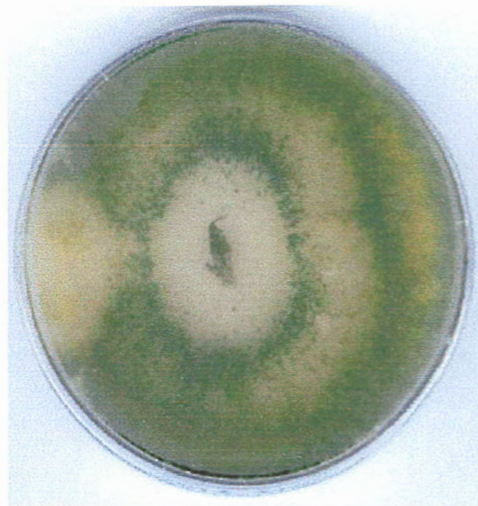


Figure 02. Aspect macroscopique de *Trichoderma* (Harman et al, 1998)

1.3.2. Aspect microscopique :

Les hyphes sont pestés. Les conidiophores sont ramifiés et peuvent parfois prendre l'aspect de pyramides. Les phialides ont la forme de bouteilles renflées à la base, et sont directement insérées sur les conidiospores. Les phialides peuvent être isolées ou en grappes (3 le plus souvent), les conidies sont de couleur verte.

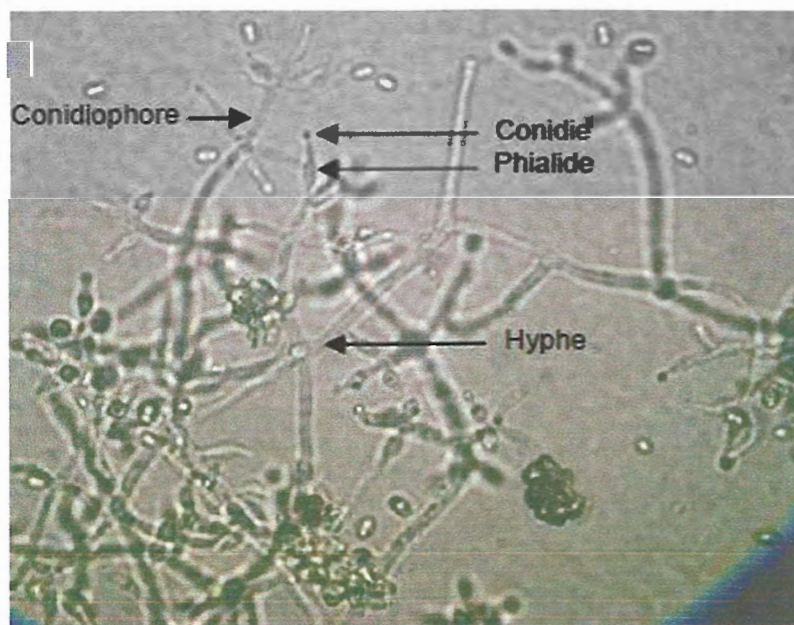


Figure 03. Aspect microscopique de *Trichoderma* (Harman et al, 1998)

2. Cycle de vie :

Trichoderma croît et ramifie ses hyphes fongiques comme typique de 5 à 10 µm de diamètre. La sporulation asexuée se produit comme une seule cellule habituellement conidie verte (généralement 3 à 5 µm de diamètre). Les chlamydospores intercalaires de repos sont également formés, ces également sont des cellules, même si deux ou plusieurs chlamydospores mais être fusionnés ensemble (Kubicek et al., 1998).

3. Utilisation de *Trichoderma* :

D'après Weeden et al., (2008) *Trichoderma* espèce a été reconnue depuis longtemps comme agent pour le contrôle de l'usine maladie et pour leur capacité à augmenter la croissance de la plante et le développement.

Il est devenu largement utilisé dans l'horticulture et la plus utile souche montrant une propriété est connue comme la rhizosphère compétence, c'est-à-dire la capacité à coloniser et à croître en association avec des plantes. Ce champignon est polyvalent utilisé dans le commerce de diverses façons, y compris les suivantes :

3.1. Les aliments et textiles :

Trichoderma est un champignon qui décompose naturellement la cellulose et a un degré moindre la lignine c'est également un des agents de lutte biologique le plus connu dans le monde, et utilisé pour le contrôle des maladies des plantes.

Trichoderma est très efficace producteur de nombreux enzymes extracellulaires il est utilisé commercialement pour la production de cellulases et d'autres enzymes qui dégradent des polysaccharides complexes.

Il est fréquemment utilisé dans les denrées alimentaires et du textile industrie. Le mycélium de ce champignon peut produire une grande variété d'enzymes, y compris les cellulases (dégradant la cellulose) et chitinase (Thomas et al., 2004).

4. Avantage de *Trichoderma* :

- Il agit contre une large gamme de champignons pathogènes.
- Il utilise divers modes d'action :
 - Elle perpétue elle-même en produisant suffisamment de spores.
 - Il se développe très rapidement et colonise rapidement le sol.
 - Il peut favoriser l'absorption des éléments nutritifs et d'améliorer la croissance des plantes (Elly et al. 2001).

Chapitre II

Généralités sur le *Trichoderma viride*

1. définition de *Trichoderma viride* :

Trichoderma viride est l'une des champignons du sol, où ils se développent à l'état saprophyte, mais ils s'attaquent aussi certains mycéliums (Guy, 1993).

Trichoderrma viride est une espèce cosmopolite très répandue (extrême nord, zones alpines, régions tropicales) et très résistante. Cette espèce a été isolée de substrats habitats divers, entres autres :

- algues, bois (sain en décomposition), papier, sol.
- matières synthétiques (plastique) produits.
- Alimentaires (céréales, tomates), textile (coton) (Thomas, 2004).

1.1. Habitat :

Se sont des moisissures qui vivent de matières organiques mortes même si un certain nombre d'entre eux sont des agents pathogènes des plantes (Thomas, 2004).

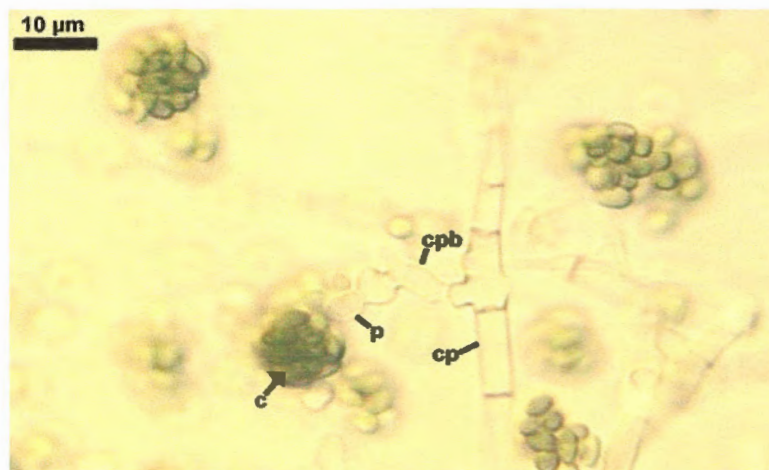
Selon, Dennis et Webster (1971) : quand les hyphes de *Trichoderma viride* arrivent au contact de celles d'une espèce sensible, elles s'enroulent de façon plus ou moins serrées autour du mycélium « proie ».



Figure 04. *Trichoderma viride*
Sur le bois mort (Thomas, 2004).



Figure 05. *Trichoderma viride*
sur le sol (Thomas, 2004).

1.1.1. La morphologie de *Trichoderma viride* : selon, (Harman et al., 1998) :Figure 06. Morphologie de *Trichoderma viride* (Harman et al., 1998)1.2. Taxonomie de *Tichoderma viride* : selon, pers (1794) :

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Règne | Fungi |
| Division | Ascomycota. |
| Calasse | Sordariomycetes |
| Sous classe | Hypocreomycetidae |
| Ordre | <i>Hypocreales</i> |
| Famille | <i>Hypocreaceae</i> |
| Genre | <i>Trichoderma</i> |
| Espèce | <i>Trichoderma viride</i> |

2. Description et croissance sur les différents milieux :

Quand il s'agit d'un pathogène saprophyte (ou parasite facultatif) on peut prélever celui-ci en le mettre en culture sur un milieu artificiel tel que Potato – Dextrose – Agar (PDA) au laboratoire.

Mais si la maladie est provoquée par un parasite obligatoire (rouille...) le champignon doit être maintenu sur la plante vivante car il est difficile de la cultiver sur un milieu artificiel (prabhu et al., 1992).

Il est à noter ici que Morrison, en 1960 (cité in alexopoulos, 1962) à réussi à inoculer et conserver des champignons parasites obligatoire sur des disques des feuille saines et fraîches de la plante flottant sur une solution nutritive.

Selon (Donsh ,1993 ; flieder, 1994 ; gallo 1994.et cahagnier, 1998) présentent l'aspect des colonies de *Trichoderma viride* après 21 jours de croissance :

2.1. Milieu Czapek : (pH initial 6) :

Colonies à croissance un peu plus lente que sur les autres milieux, d'aspect gélatineux presque transparent (légèrement blanche). Le revers est de couleur crème. La croissance de l'espèce basidifie pH du milieu (pH final 9).

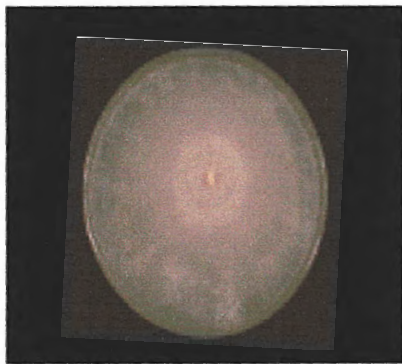


Figure 07. Colonies de *Trichoderma viride* sur milieu Czapek (recto) (Donsh, 1993).

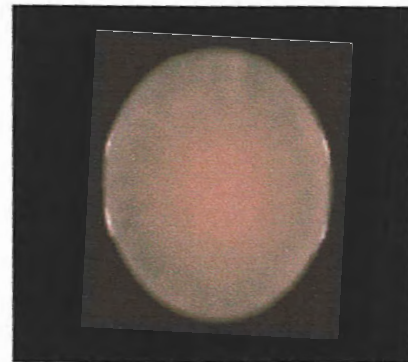


Figure 08. Colonies de *Trichoderma viride* sur milieu Czapek (verso) (Donsh, 1993).

2.2. Milieu C Y A : (pH initial 6) :

Colonies à croissance rapide d'aspect grumeleux, de couleur blanche et verte par endroit réparti de façon hétérogène. Le revers est de couleur crème. La croissance de l'espèce basidifie le milieu (pH final 9).

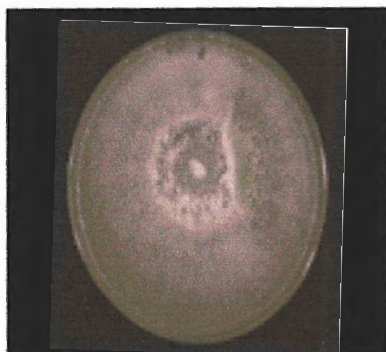


Figure 09. Colonies de *Trichoderma viride* sur milieu CYA (recto)
(Donsh, 1993).

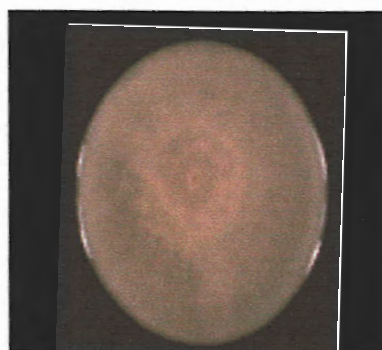


Figure 10. Colonies de *Trichoderma viride* sur milieu CYA (verso)
(Donsh, 1993).

2.3. Milieu Malt – Agar (MA) : (pH initial 5) :

Colonies à croissance rapide l'aspect grumeleux de couleur blanche au départ et devenant vert foncé par endroit. La moisissure se répartit de façon hétérogène sur la boîte de pétri. Le revers est jaune – orange. Les phialides sont groupées par 2 ou 4 et de taille 8-14, 2-3 μ m, les conidies globuleuses et granuleuses ont un diamètre de : 3,5 - 4,5 μ m la présence de chlamydo-spore est possible et leur taille peut aller jusqu'à 14 μ m. Le pH du milieu augmente légèrement mais reste acide (pH final 6).



2.4. Courbe de croissance sur différents milieux :

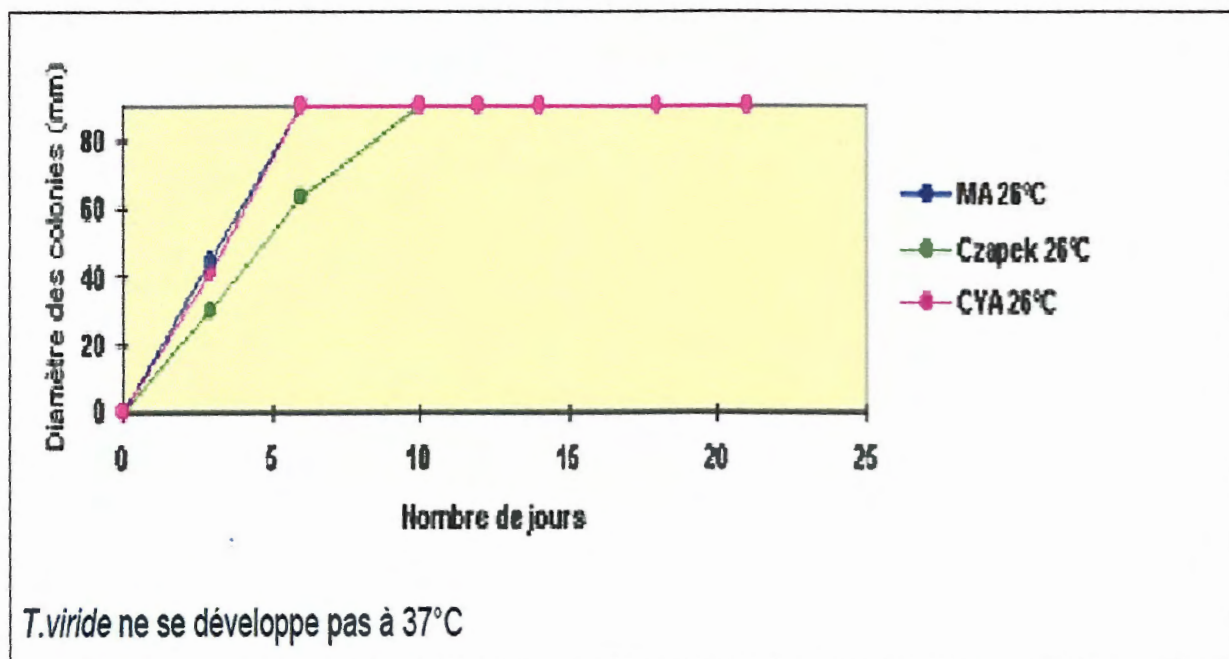


Figure 11. Courbe de croissance de *Trichoderma viride* sur différents milieux. (Flieder, 1994).

3. Biologie de *Trichoderma viride* : selon, Flieder (1994).

La température optimale de croissance est comprise entre 20°C et 28°C. Une bonne croissance est également observée pour des températures de : 6°C et 32°C. Quelques cas exceptionnels de croissance ont été observés à 37°C, mais aucune à 0°C. Le point thermique de mortalité dans le sol est de 49°C à 55°C pendant 30 minutes.

Le pH doit être compris entre 1,5 et 9, le pH optimum étant de 4,5 - 5,5.

L'analyse de l'ADN montre que *Trichoderma viride* est constituée de 49,5 - 51% G C. Une longueur d'onde comprise entre 430 et 490 et /ou 320 et 380 nm favorise la sporulation.

Les ions cuivre permettent le développement de structures colorées.

Une concentration élevée de sel dans le support inhibe la germination des conidies, mais pas la croissance du mycélium.

Plusieurs insecticides sont efficaces contre *Trichoderma viride* :

- Aldrine.
- Dieldrine.
- Endrine.
- Carbaryl.

4. Biochimie de *Trichoderma vivide* : selon, Gallo (1994).

Trichoderma viride a un pouvoir cellulolytique assez important.

Quelques composés synthétisés :

- Amylases.
- Cellobiases.
- Emodine.
- Protéases.
- Polypeptide cyclique (antibiotique).
- Trichothecine (antibiotique).
- Trichodermine.
- Gliotoxine.

La plupart des sucres sont de bonnes sources de carbone à l'exception du D- arabinose qui moins favorable.

5. Cycle de vie :

Trichoderma viride est un champignon asexuée conidiospores représentent la principale phase de multiplication. Dans des conditions appropriées, les spores germent, le tube de germination développe dans un mycélium, composé de manière irrégulier de branches hyphes, nouvelle conidiospores sont formés dans phialide. Paroi épaisse chlamyospores de l'hyphe. Elles sont résistantes aux conditions défavorables. Les hyphes colonisent la rhizosphère et ont la capacité de la bobine autour de champignons parasites des plantes (Rifai, 2004).

6. Mode d'action :

Plusieurs modes d'action ont été décrites pour *Trichoderma viride* :

Concurrence avec les agents pathogènes des plantes dans la rhizosphère, mycoparasitisme sécrétion d'enzymes dégradant la paroi cellulaire, la production de substances antifongiques, de promotion de la croissance, la solubilisation des éléments nutritifs inorganiques, et de l'induction de résistance systémique (Rifai, 2004).

7. Utilisation de *Trichoderma viride* :

7.1. Promotion de la croissance des plantes :

Pendant de nombreuses années la capacité de ce champignon pour augmenter le taux de croissance de la plante et développement, y compris notamment leur capacité à cause de la production de plus vigoureuse des racines a été connue. Le mécanisme de ces capacités ne sont vient de se faire connaître.

Certaines de ces capacités sont susceptibles d'être très profond. Les récents travaux de recherche montrent que le maïs dont les racines sont colonisées par *Trichoderma viride* d'environ 40% moins d'azote, engrais que le maïs dans les racines n'ont pas champignon (Altomare et al. ,1999).

7.2. Agent de bio- contrôle :

Le contrôle biologique met de différentes manières.

Le mode d'action d'agent du contrôle, (le bénéficiaire de *Trichoderma viride*) peut être par exemple :

- la concurrence pour les éléments nutritifs.
- La compétition pour l'espace ou de l'infection des sites sur les racines (les blessures).
- Micro- parasitisme (un organisme d'invasion d'un autre) (Postma, 1996).

7.2.1. Avantages de la bio de contrôle :

- les agents pathogènes ne se développent pas de résistance contre un produit bio-contrôle.
- bio- agents de contrôle ne posent pas de risques pour la santé.
- Ils ne posent pas de risques environnementaux.
- Ils ne laissent pas de résidus chimiques sur les produits (Elly et al. 2001).

8. Métabolisme de *Trichoderma viride* dans des conditions de la restriction de processus de l'oxydation :

Trichoderma viride est capable de croître et d'effectuer, une conidiation en présence de concentration élevées du découpleur : 3,3, 4,5- Tétra Chloro Salicylanilide (T C S) (jusqu'à 100 $\mu\text{mol l}^{-1}$) et de l'inhibiteur de respiration mucidine (jusqu'à 100 $\mu\text{mol l}^{-1}$) dans des cultures submergées ou en surface.

Lorsque des mycéliums végétatifs furent cultivés sur le milieu solide : Czapek- Dox comprenant de l'autolysat de levures dans une atmosphère anaérobie et contenant du CO_2 , la croissance ne fut observée que rarement mais le microorganisme a survécu jusqu'à 3 mois dans ces conditions. Les produits majeurs excrétés dans le milieu dans des conditions anaérobies étaient : les acides succiniques et citriques.

Les métabolites majeurs présents dans les mycéliums submergés étaient : les acides γ -aminobutyriques (et glutamiques) et l'alanine .Dans des conditions anaérobies, l'acide citrique ne fut pas excrété dans le milieu mais l'éthanol est apparu. Nous avons constaté que l'apparition de métabolites secondaires était modifiée par la disponibilité de l'oxygène lors de la croissance des mycéliums. Les résultats indiquent que la forme végétative de *Trichoderma viride* est capable de pratiquer un métabolisme fermentatif caractérisé par la production d'éthanol et de succinate est que l'épuisement des acides carboxylique est régulé au niveau de développement et modifié par la disponibilité de l'oxygène (Chovanec et al . , 2005).

Chapitre III

Les maladies fongiques des céréales

1. La phytopathologie :

Les agents pathogènes vivants sont très variés et appartiennent à de nombreux groupes systématiques, des virus aux angiospermes parasites, en faisant une place important aux bactéries et aux champignons pathogènes.

Il convient de rappeler, cependant, qu'il y a également, dans ces groupes, des éléments qui participent à des associations symbiotiques particulièrement bénéfiques pour le monde végétal.

2. Les maladies cryptogamiques et quelques exemples de champignons parasites :

On rassemble sous le terme : « cryptogamique » toutes les maladies des plantes provoquées par des Mycophyte et individu apparentés parasites quelle que soit l'étendue de l'invasion, l'importance des dégâts et la sévérité du pronostic. Ces agents pathogènes sont omniprésents dans les sols et sur pratiquement tous les plantes. Ils appartiennent à tous les groupes, considérés comme des plus primitifs (groupe des Myxomycètes) aux plus évolués (Ascomycètes et surtout Basidiomycètes).

Ils sont très nombreux et l'étude détaillée de leur biologie, de leur identification, du diagnostic et du pronostic de leur virulence ainsi que des traitements appropriés, fait l'objet de nombreux traités spécialisés. Est une discipline majeure des études d'agronomie (Yves et *al.*, 2005).

Une maladie de plante peut être définie par une succession de réponses invisible et visible des cellules et des tissus d'une plante, suite à l'attaque d'un micro- organisme où à la modification d'un facteur environnemental qui provoque de bouleverse mental de forme, de fonction d'intégrité de la plante.

Des milliers de maladies affectent les plants, chaque type de plante peut être affectée par une certaine de maladies.

Avant d'envisager une lutte contre une maladie de plante, il est nécessaire d'identifier le pathogène responsable et de connaître son écologie, son cycle de développement et ces modes de dissémination et de maintient dans l'environnement.

Les maladies affectant les céréales peuvent être regroupées selon le symptôme qu'elles induisent et les parties affectées de la plante. Les maladies des céréales sont présentées ainsi :

- Maladie causant des symptômes localisés sur les feuilles (tache foliaires).
- Maladie causant des symptômes systémique sur le feuillage (faible croissance, anomalie de coloration et dépérissement du feuillage).
- maladies causant des symptômes sur les épis et les grains (**Lacroix, 2002**).

2.1. Les pathogènes fongiques de l'avoine :

2.1.1. Tache ovoïde : causée par « *Septoria avenae blotti* », « *Stagonospora venae* *F.sp. avenaria* »

Symptôme :

Petites taches brun foncé, rondes à elliptiques, Lesquelles deviennent brunes à grisâtres. Elles peuvent atteindre une longueur de 10 mm. Les taches sont bordées d'un halo jaune (**Martens et al. , 1984**).

2.1.2. Fusariose: l'agent causal « *Fusarium graminearum* ».

Symptôme:

Les symptômes sur le terrain souvent discrets et peuvent être confondus avec ceux d'autres maladies. Une coloration de rose à orangée peut apparaître sur des épillets infectés, surtout durant des périodes d'humidité prolongées. Le grain infecté peut prendre une teinte plus foncée tirant sur le rose. (**Richard, 2004**).

2.1.3 Charbon nu : causée par « *Ustilago avenae* », et le **charbon couvert** causée par : « *Ustilago segetum* ».

Symptôme :

Les graines dans les épis affectés par le charbon sont remplacées par des masses de spores ayant une apparence poudreuse et noire. Le charbon est qualifié de charbon couvert lorsque la glume n'est pas entièrement détruite et qu'une fine membrane blanchâtre non opaque laisse entrevoir la masse de spores noires. Quand au charbon nu, tout le grain est complètement détruit et la masse de spores noires n'est pas enveloppée par une membrane (**Martens, 1984**).



Figure 12. Le charbon couvert sur l'Avoine (Martens, 1984).

2.2. Les pathogènes fongiques du blé :

On distingue les maladies transmises par les semences et les maladies foliaires, dont les substrats de conservation sont variables (sol, chaumes à la surface du sol...).

Les maladies transmises par les semences sont essentiellement les charbons et les caries, le degré d'infestation d'un champ par ces agents pathogènes est directement lié à l'état sanitaire de la semence.

2.2.1. Tache auréolée : l'agent causal : « *Drechslera trici-repentis* »

Symptôme :

Petites taches brunes, ovales et entourées d'un évident halo jaune caractéristique. Ces taches deviennent ovales, beige, 5 à 13 mm de longueur et bordées d'un halo jaune. Contrairement aux lésions causées par *Septoria tritici*, la tache auréolée est ovale à lenticulaire, un point brun foncé est souvent présent au centre des taches (Michel, 2002).

2.2.2. Tache Septorienne : l'agent causal : « *Septoria tritici*, *Stagonospora nodosum* ».

Symptôme :

Tache jaunes à brun rougeâtre au début devenant brun grisâtre, 5 à 15 mm de longueur et bordées d'un halo jaune. Les taches ont tendance à se développer longitudinalement tout en étant limitées par les nervures (**Lacroix, 2002**).

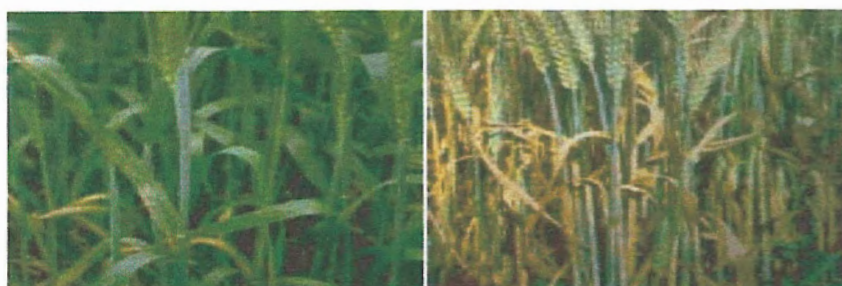


Figure 13. Début et l'attaque généralisée de Septoriose
Des feuilles et épis (**Lacroix, 2002**).

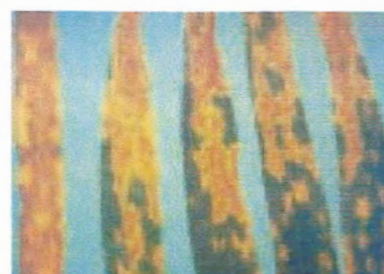


Figure 14. Taches de
Septoriose sur feuilles
(**Lacroix 2002**).

2.2.3. Fusariose : l'agent causal : « *Fusarium graminearum* ».

Symptôme :

Les symptômes sont très visibles dans le champ car ils se manifestent par un blanchiment prématuré d'une partie ou de la totalité de l'épie. Les premiers symptômes apparaissent souvent au Centre de l'épi d'où ils progressent ensuite vers le haut vers le bas (**Richard, 2004**).



Figure 15. La fusariose de l'épi du blé : épi montrant plus au moins d'épillets affectés (**Richard, 2004**).

2.2.4. Tache des glumes : Causée par « *Stagonospora nodorum* ».

Est présente chez le blé, à l'extrémité des glumes, des taches pourpres à brunâtres apparaissent lesquelles progressent par la suite vers la base.

De minuscules Ponctuations noires (fructifications du champignon) se développent sur les taches (Martens et al. , 2004).

2.2.5. Charbon nu : causée par « *Ustilago segetum* var. *tritici* »

Les épis charbonnés de blé sont généralement plus hauts que ceux sains. Ils sont totalement (épillets, glumes, glumelles et grains) transformés en masse poudreuse noire qui est au début couverte d'une délicate membrane puis, rapidement après éclate et libéré la poudre noire. Cette poudre est finalement emportée par le vent, laissant uniquement le rachis.

Le champignon se conserve sous forme de mycélium dicaryotique dormant à l'intérieur du grain qui garde une apparence normale. Ce mycélium croit intercellulairement à travers les tissus de la plantule jusqu'à atteindre le point végétatif. Pendant la formation de l'épi, le mycélium envahit tous les jeunes épillets et détruit la plupart des tissus de l'épi, à l'exception du rachis (Bouزيد ,2006).



Figure 16. Symptômes du charbon nu sur l'épi du Blé (Bouزيد ,2006).

(Ezzahiri ,2001) a été signalé :

2.2.6. Le charbon foliaire : agent causal : « *Urocystis agropyri* » Le charbon foliaire se développe plus particulièrement sur le blé dur. Les plantes atteintes

Manifestent des stries longitudinales le long des feuilles tordues, des masses sporifères noirâtres apparaissent au niveau des stries entre les nerves de la feuille.

Les conditions favorables à l'infection sont une humidité du sol faible (10-15%) et des températures de 1°C à 20°C.

2.2.7. Les rouilles du Blé : les agents pathogènes responsables des rouilles du blé sont :

Puccinia recondita f .sp .tritici : agent de la rouille brune.

Puccinia graminis f .sp .tritici : agent de la rouille noire.

Puccinia striiformis : agent de la rouille jaune.

Les trois espèces de rouille s'attaquent aussi bien au blé tendre qu'au blé dur concernant leur importance relative , la rouille brune est la plus répandue dans sa distribution , alors que la rouille noire est la plus dévastatrice quand elle se développe . La rouille jaune est limitée au climat tempéré froid et aux zones d'altitude.

L'identification des rouilles est facile du fait qu'elles forment des pustules caractéristiques. Les pustules correspondent à une déchirure de l'épiderme et l'apparition d'une poudre (orange, brunâtre, rouge brique, marron foncé ou jaunâtre en fonction des espèces) composée uniquement de spores facilement transportées par le vent. La rouille brune se développe à des températures de (10C° à 30°C) ; la rouille noire est favorisée par des conditions humides et des températures élevées (15C° à 35°C) et la rouille jaune se développe entre 2C° et 15°C.

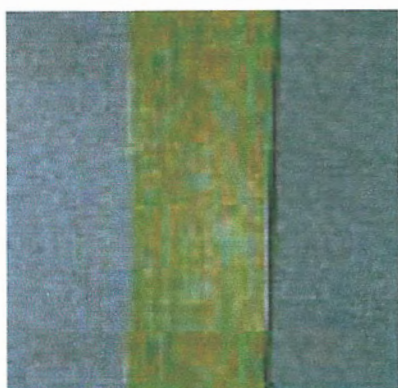


Figure 17. La rouille brune sur le Blé (Ezzahiri, 2001).



Figure 18. La rouille noire sur le Blé (Ezzahiri, 2001).



Figure 19. La rouille Jaune sur le Blé (Ezzahiri, 2001).

2.2.7. La carie : agents pathogènes : *Tilletia caries*, *Tilletia foetida*

La carie est traditionnellement présente dans les zones de production extensive ce pendant, des dégâts importants ont été signalés sur les nouvelles variétés de blé tendre. Les symptômes n'apparaissent qu'au moment du remplissage des grains. Seul le contenu du grain est transformé en une masse poudreuse noirâtre.

Parmi les signes indiquant la présence des épis cariés dans un champ au moment du remplissage des grains, on peut citer la couleur vert foncée des glumes et des glumelles et les épillets qui s'écartent du rachis.

L'infection des jeunes plantes du blé se fait à des températures de 5°C à 15°C.

2.2.8. La tache bronzée ou helminthosporienne :

Agent pathogène : « *Pyrenophora tritici – repentis* »

La maladie se manifeste sur les feuilles et les gains foliaires sous forme de tache losangique ou allongées de couleur brune violacée.

Les pertes de rendement causées par cette maladie varient avec les conditions climatiques, la sensibilité de la variété et le stade de la culture au moment de l'attaque.



Figure 20. Les taches bronzées ou helminthosporiennes (Ezzahiri, 2001).



2.3. Les pathogènes fongiques de maïs :

2.3.1. Les maladies de l'épi :

2.3.1. a. Le charbon : causé par la moisissure : «*Ustilago maydis*».

Ce dernier est manifeste par l'apparition de grosses masses noirâtres prenant la place de certains grains dans les épis de maïs mûrs en fait, d'énormes quantités de spores.

La maladie a débuté plusieurs mois auparavant mais est demeurée très discrète pendant toute la phase d'invasion des tissus végétatifs avant de véritablement « explorer » lors de la maturation de l'épi (yves et al. ,2005).



Figure 21. Le charbon sur l'épi de maïs (yves et al. ,2005).

2.3.1. b. Pourriture sèche de l'épi : causé par « *Diplodia maydis* ».

Qui favorisée dans des conditions fraîches et pluvieuse. Le symptôme est une moisissure blanche qui commence à la base de l'épi, et qui finit par couvrir et faire pourrir complet de l'épi. (Martin, 2004).

2.3.3. Les maladies de la tige :

2.3.3. a. Rhizoctone : causé par : *Rhizctonia solani*.

Il s'attaque à la plupart des cultures et pratiquement maïs. L'apparition des lésions sur les grains foliaires, développe des taches claires de formes variées. Bien délimitées

Par une bordure festonnée brun foncé, et des taches claires parfois ocellées sur les tiges, situées le plus souvent sur le première entre nœud et typiquement à la base du nœud

Les sols sablonneux et secs, températures fraîches et un climat humide favorisent la propagation de la maladie (Zillinsky et al. ,1983).

2.3.3.b. Fusarioses de la tige : (*Fusarium nivale*, *Fusarium roseum*)

Le symptôme visible sur graines, tige, nœud et épis, mais rarement sur feuilles, des taches brunes à la base de l'épi, la transmission de la maladie se fait par les semences et par le sol lorsqu'il y a une humidité à la base des tiges. (Laffont ,1985)

2.3.3. c. Anthracnose par la pourriture de la tige :

Des plaques ou des stries étendues et brillantes de brun foncé à noire à la surface de la tige, de symptôme est le dépérissement du sommet de plante qui apparaît fin août, début septembre (Lurent et al. ,1988).

2.3.3. d. Piétin brun : cassée par *Pythium*, des tissus infectés par le piétin brun paraissent mouillés et spongieux et se désintègrent à la base des racines il s'agit une « pourriture aqueuse » (Pellegrin et al. , 1988).

2.3.2. Maladie de feuilles :

2.3.2.a. Helminthosporioses: causé par *Helminthosporium turcicum*, *Helminthosporium carbonum*.

Provoque des petites taches irrégulières ou oblongues, jaunâtres à brunes, qui apparée sur les feuilles dont elles provoquent la nécrose (Boiron ,1996).



Figure 22. L'helminthosporioses sur les feuilles de Maïs (Boiron ,1996).

2.4. Les pathogènes fongiques de l'orge :

Lacroix, (2002) a été signalé:

2.4.1. Tache helminthosporienne: l'agent causal « *Bipolaris sorokiniana* ».

Symptôme :

Taches elliptiques, uniformément brune foncé, 2 à 10 mm de longueur et pouvant être bordées d'un halo jaune. Les taches s'allongent et sont délimitées par les nervures mais les lésions n'auront jamais l'apparence de longues stries étroites comme la rayure réticulée.

2.4.2. Rayure réticulée : l'agent causé par « *Drechslera teres* ».

Symptôme :

Taches elliptiques, brun foncé s'allongeant pour former des stries étroites et longues (5 mm et plus) se développant le long des nervures. À l'intérieur de ces lésions, de minuscules lignes horizontales plus foncées sont présentes donnant l'apparence d'un réseau. Un jaunissement peut se développer entre les stries.

2.4.3. Phynchosporiose: l'agent causal « *Rhynchosporium secalis* ».

Symptôme :

Taches elliptiques, grisâtres avec une marge brune foncée dont la longueur varie entre 10 et 15 mm le tissu au centre de la tache se dessèche et blanchit.

2.4.4. Fusariose: l'agent causal « *Fusarium graminearum* ».

Symptôme :

L'infection peut donner aux épillets une coloration foncée et être confinée à quelques groupes d'épillets sur certains épis, les surfaces infectées peuvent présenter la coloration de rose à orangée les grains infectés que l'on récolte peuvent être de couleur foncée ou rose ou porter des organes fongiques noirs (Richard, 2004).



Figure 23. La fusariose sur l'Orge (Richard, 2004).

2.5. Les pathogènes fongique du riz :

2.5.1. L'helminthosporiose : Causé par la moisissure : « *Helminthosporium oryzae* ».

Ce champignon apparaissent comme les infections fongiques prédominantes sur les tiges, les feuilles (El oirdi et al. ,1995) ;(bouslim at al. ,1997) ;(Serghat et al. ,2005) et les grains (Benkirame et al. , 1999 ; Gnancadja et al.,;2005). Les spores de ce parasite peuvent rester viable pendant quatre années aussi bien sur les grains infectés que sur les grains apparemment sains. Il peut suivre dans différentes parties de la plante du riz (Ou, 1985) dans le sol (Lucas et al. ,1985) et sur les restes des cultures (Nyvall, 1979) constituant ainsi un inoculum primaire pouvant induire l'infection et initier la maladie.

2.5.2. Helminthosporium: L'agent causal, « *Helminthosporium spiciferum* ».

Des résultats montre que ce champignon est capable de sporuler les lésions des feuilles conservées pendant une année. A partir de la deuxième année, le mycélium de ce pathogène est toujours présent sur les lésions des feuilles, tandis que le nombre de conidies produites. En revanche, une réduction des conidies de ce champignon est observée sur les feuilles conservées pendant 3 années. Une durée qui s'avère plus ou moins longue pour que le champignon reste en activité et produise de nouvelles conidies lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables. (Ou, 1985).

2.5.3. Pyriculariose du riz : Causé par « *Pyricularia oryzae* ».

Cette maladie Se manifeste par deux faciès :

- Les symptômes apparaissent sur les feuilles, les nœuds, les glumes et rarement sur les gaines foliaires. Les caractéristiques des lésions dépendent des conditions et de la tolérance des plantes. La tache foliaires sont petite (1à 3 mm) et de couleur blanche à gris-vert, ou même bleuâtre pourvues d'une bordure vert foncé.

Les lésions plus développées sont généralement blanchâtre à grises ou gris verdâtre, d'aspect humide, délimitées par une bordure brune foncée. Enfin le centre peut devenir de couleur paille. Elles ont souvent la forme caractéristique de diamant, mais peuvent aussi être elliptique à fusiformes. Les lésions mesurent, selon l'âge de la plante et sa résistance, jusqu'à 5à6 cm de long sur 1 cm de large (Bouslim et al., 1997).

- Le pathogène peut également attaquer la base de la panicule. Ce dernier faciès de la maladie, très nuisible, est appelé « neck blast ». Toute la panicule, qui s'incline, est alors perdue. la maladie peut aussi s'attaquer à d'autres noeuds surtout à ceux de la moitié supérieure de la tige (Bahous et al., 2003)

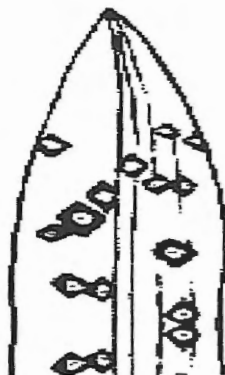
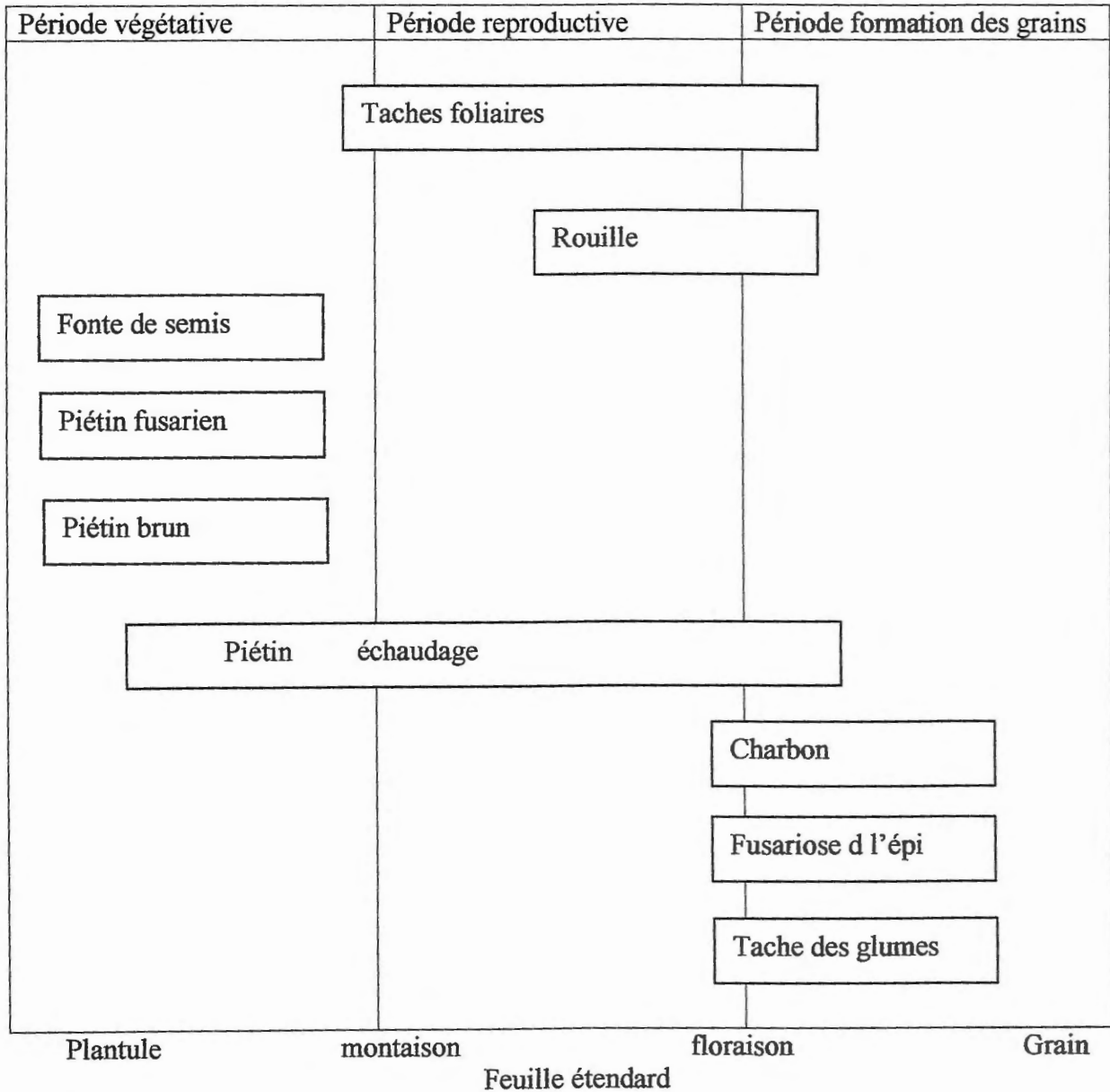


Figure 24 : Pyriculariose sur la feuille du riz
(Bahous et al., 2003)

Tableau I : Quelques exemples des maladies propagées aux céréales par la culture précédente dans le cadre d'une rotation (Lacroix, 2002).

| Culture Précédent | Maladie transmise sur : | | |
|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|
| | Avoine | Orge | Blé |
| Avoine | Tache septorienne | — | — |
| Orge | — | Tache helminthosporienne Oidium | Tache helminthosporienne |
| Blé | — | Tache helminthosporienne | -tache helminthosporienne - fusariose Piétin échaudage - oidium |
| Maïs | — | — | Fusariose |

Tableau II: Calendrier de dépistage des maladies des céréales en fonction des stades de croissance : selon, (Lacroix, 2002).



3. Rotation des cultures :

Vise à diminuer la quantité de champignon phytopathogènes dans le sol ce qui aura un effet positif sur la diminution du risque d'une infection hâtive. Evite les cultures avoine sur avoine, blé sur blé et orge sur orge. La tache helminthosporienne. La rynchosporiose Peuvent passer l'hiver dans les résidus de cultures (Lacroix, 2002).

Chapitre IV

La lutte biologique de *Trichoderma viride*

Chapitre IV
*La lutte biologique de *Trichoderma viride**

1. Définition de la Lutte biologique :

la lutte biologique est une approche qui semble rallier de plus en plus de producteurs et de chercheurs scientifiques. Bien que la lutte biologique soit une solution relativement récente (1980), de nombreuses études antérieures ont établi les bases indispensables à la mise en place de ce concept. Il est intéressant de noter que l'évolution de la lutte biologique suit de près celle de l'écologie (Vincent et Coderre, 1992).

La lutte biologique recouvre différents concepts selon les disciplines impliquées dans la protection des cultures. La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivantes pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs .l 'agent de lutte peut être un parasitoïde, un prédateur un agent pathogène (champignon, bactérie, virus, où protozoaire) (Nordland ,1996).

Les pathologistes forestiers sont en droit de fonder dès à présent les plus grands espoirs sur la lutte biologique, bien que les succès dans ce domaine soient encore très peu nombreux.

On entend par lutte biologique, tout procédé de limitation des effets d'un parasite, limitation obtenu en faisant agir contre lui un ou plusieurs organismes vivants.

En matière de champignons phytopathogènes, on peut faire appelle à quatre propriétés principales que possèdent certains êtres vivants :

- Utilisation du phénomène fréquent d'antibiose.
- Lyse mycélienne ou mycoparasitisme.
- Exercice de la compétition entre microorganismes.
- Déterminisme de la résistance (action sur le parasite ou sur l'hôte)

(Lanier et al . ,1976).

1.1. Importance de la lutte biologique :

Si les études concernant les introductions sont nombreuses (300 cas étudiés dans le monde) selon, Van (1983) un nombre limité seulement à abouti à des résultats agronomiques acceptables.

1.2. Mécanismes de la lutte biologique :

En plus de la colonisation de racines, *Trichoderma spp* attaque, et parasite autrement gain nutrition des autres champignons. *Trichoderma spp* croître et multiplier les meilleurs quand il ya abondance des racines sains, ils ont de nombreux mécanismes ont évolué à la fois pour l'attaque de champignons et d'autres pour améliorer la croissance des racines et de plantes.

Plusieurs nouvelles méthodes générales pourtant pour la lutte biologique et provoquant la mise en valeur de la croissance des plantes ont récemment été démontrée et il est maintenant clair qu'il doit y avoir des certaines de gènes distincts et produit de gènes impliqués dans ces processus. Une liste récente des mécanismes suivants :

- Mycoparasitisme.
- Antibiose.
- La compétition pour les nutriments ou de l'espaces.
- La tolérance au stress grâce à l'amélioration et le développement de la racine.
- Solubilisation et la séquestration des éléments nutritifs inorganiques.
- Résistance induite.
- Inactivation des enzymes de l'agent pathogène (Harman, 2000).

2. Le pouvoir d'antagonisme de *Trichoderma* :

Les propriétés antagonistes des *Trichoderma* sont connues depuis longtemps puisque la première publication qui en fait mention date de 1887. Cependant, l'étude approfondie du phénomène d'antagoniste et de son application comme moyen de lutte à l'égard des parasites des plantes cultivées n'a débuté qu'entre les deux guerres mondiales. Les modèles étudiés s'intéressaient essentiellement aux parasites du sol mais déjà en 1952, Wood signalait l'efficacité de *Trichoderma viride* pour contrôler *Botrytis cinerea* sur la Laitue.

Trichoderma a la capacité d'attaquer les agents pathogènes via différents modes d'action. Il peut utiliser :

2.1. La compétition :

Qui se manifeste par l'aptitude de *Trichoderma* à utiliser les mêmes ressources du milieu (aires d'alimentation site de développement) que les champignons pathogènes mais *Trichoderma* emploie ce mode d'action surtout pour occuper les lieux avant l'arrivée des indésirables (**Johanne, 2002**).

Des interactions hyphales ont été observées entre certains champignons et des antagonistes du genre *Trichoderma* fréquemment rencontrés dans les lésions foliaires du riz (**Gnancadja et al. ,2005**). Ces interactions entraînent une vacuolisation du cytoplasme des hyphes du champignon parasite et par conséquent la mort ou l'inactivation de ces hyphes (**Hmouni et al. ,1999 et 2006, Mouria et al. ,2003**).

2.2. L'antibiose :

La majorité des antibiotiques naturels trouvent leur origine dans le sol, où ils sont synthétisés par certains groupes de champignons. Les *Penicilliums* les *Trichoderma* les *Streptomyces* en sont des exemples.

Aussi, les méthodes qui auront pour effet de favoriser le développement de ces champignons pourront être considérées comme des applications indirectes de l'antibiose.

Elles ont été évoquées dans l'étude des moyens de lutte contre les fontes de semis, par exemple ; il est probable que le phénomène d'antibiose, considéré comme l'action inhibitrice par diffusion de substances solubles, est fréquent entre champignons, ainsi qu'on peut l'observer dans les expériences de confrontations en boîte de pétri (**Pelhate, 1968 ; Lanier, 1969**).

2.3. L'antagonisme :

Certains microorganismes exercent une action marquée sur d'autre soit en modifiant le milieu, soit par l'émission de substance nocives. Les espèces antagonistes n'entrent pas en contact. En milieu de culture, les colonies actives sont entourées d'une couronne qui n'est franchie par aucune des espèces sur les quelles elles agissent (**Lanier et al. ,1976**).

2.3.1. Rôles d'antagonisme :

Les phénomènes d'antagonisme entre organismes jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre de la flore. L'action inhibitrice du *Trichoderma viride* a fait l'objet de nombreux travaux.

Michno (1960) avait signalé l'action antagoniste du *Trichoderma viride* sur le « *Streureum purpureum* ».

De plus (**Grosclaude et al ., 1974**) ont établie que les spores de *Trichoderma viride* tuée par la chaleur exerçait sur le « *Streureum purpureum* » une action inhibitrice croissant avec la concentration des spores et devenant totale à 2.6×10^8 s / ml . Et (**Dubos et Ricard, 1974**) ont obtenu des résultats positifs dans la lutte contre le plomb des feuilles de pêcher causé par ce champignon en pratiquant des injections de suspensions de spores de *Trichoderma viride*.

2.4. Parasitisme :

La très grande majorité des espèces fongiques sont strictement saprophytes et dégradent la matière organique morte pour l'utiliser comme source nutritive, seulement 8000 sont des espèces phytopathogènes et moins de 300 peuvent infecter l'homme et les animaux. La différence entre les espèces saprophytes et les espèces pathogénicité résident uniquement chez les espèces infectieuses, ou de gènes portés par les deux groupes de champignons, mais régulés différemment selon le potentiel de virulence du champignon. (**Boiron, 1996**).

Guy (1993) mené que certains champignons se comportent en biotrophes , c'est-à-dire qu'ils ne provoquent pas la mort immédiate du champignon , hôte sur lequel ils s'installent à l'occasion de rencontrer des bolets , souvent *Boletus (xerocomus) chrysenteron* , couverts d'une poussière dorée . Il s'agit de la forme conidienne, *Sepedonium chrysospemum*, de l'ascomycète *Hypomyces chrysospermus* spécialisé sur les carpophores de ces champignons. D'autres espèces encore se rencontrent sur des champignons sauvages, comme *Hypomyces aurantius* sur divers polypores, *Peckiella viridis* sur des *Russula* etc.

Plusieurs champignons mènent une vie vis-à-vis des substances organique (Florent, 1999). Le parasitisme est généralement nuisible et souvent nocif (Guiraud, 2003).

3. Mécanismes d'agression :

Guy (1993) distingue l'agression de la simple compétition entre espèces plus ou moins aptes à coloniser un milieu. Ici le champignon se débarrasse de ses concurrents par une action destructive, souvent de nature chimique. Il se comporte comme un nécrotrophe, tuant d'abord les cellules avant de s'en nourrir.

Les mieux connus sont certainement quelques espèces du genre *Trichoderma*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma harzianum* en particulier. Ce sont des champignons du sol, où ils se développent à l'état saprophyte, mais ils s'attaquent aussi à certains mycéliums. Quand leurs hyphes arrivent au contact de celles d'une espèce sensible, elles s'enroulent de façons plus ou moins serrées autour du mycélium « proie». (Dennis et Webster, 1971).

Par fois il ya même pénétration de ce mycélium .les filaments ainsi attaqués cessent de croître, et meurent dans un délai plus ou moins rapide, par fois très vite dans le cas où la souche de *Trichoderma* est productrice d'antibiotiques. De toute façon la sécrétion d'enzymes permet la digestion du contenu cellulaire. (Guy, 1993).

Cook et Baker (1983) ils ont trouvés des comportements assez comparable chez d'autres espèces d'hyphales telluriques, *Gliocladium*, *Cephalosporium*, *Fusarium* . . . ces propriétés font des *Trichoderma* de précieux agents de lutte biologique contre les pathogènes du sol, mais aussi contre des parasites aériens, *Botrytis cinerea* sur la vigne (Dubos et al. ,1983), ou la maladie du plomb des arbres fruitiers due à *Chondrostereum purpureum*. (Ricard, 1983).

Risbeth (1950) observé une autre espèce domestiquée dans un but analogue est la *Cotriciacée peniophora gigantea*, ce champignon était un concurrent particulièrement compétitif dans la colonisation des souches de pins fraîchement abattus. En particulier, il empêche l'installation d'*Heterbasidion annosum* parasite dangereux des plantations de conifères.

A partir de ces observations, **Risbeth (1979)** a mis au point une méthode de lutte biologique très efficace. En fait, son efficacité résulte non pas d'une simple concurrence mais d'une agression.

Ikeduigwn et al (1970) constatés quand deux cellules mycéliennes de l'un et l'autre champignon arrivent en contact, celle de *Heterobasidium* est rapidement tuée, son contenu devient granuleux puis disparaît.

4. Mode d'action des agents de lutte biologiques:

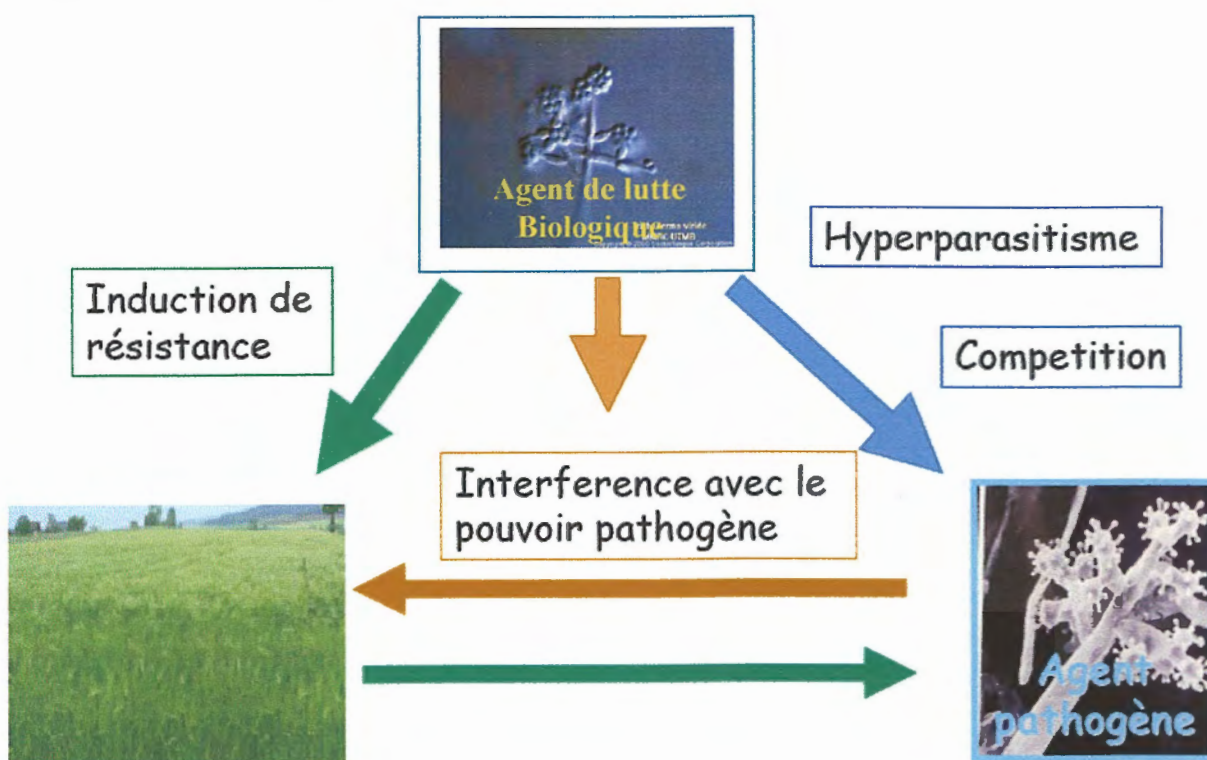


Figure 25 : Un mode d'action des agents de lutte biologique

5. Mécanismes de contrôle des maladies des plantes par *Trichoderma viride* :

Plusieurs mécanismes existent également, notamment l'inhibition des enzymes d'agents pathogènes qui sont nécessaires pour les feuilles de la pénétration et la concurrence pour les semences de nutriments qui sont nécessaires pour la germination des agents pathogènes dans le sol.

Les spores de *Trichoderma* peuvent être ajoutées au sol par une variété de méthodes. Si la souche rhizosphère est compétente, il colonise les surfaces et les racines (les couches extérieures de cortex). Cela crée une zone d'interaction dans lequel la souche de *Trichoderma* rejets des molécules bioactives.

Les champignons produisent également des enzymes qui libèrent des fragments de paroi cellulaire qui a également de renforcer la résistance des plantes repense.

Les agents pathogènes peuvent attaquer les racines, mais en présence de *Trichoderma*, l'infection est réduite par les mêmes molécules et les modifications de paroi cellulaire qui en résultent dans l'virulence des souches de *Trichoderma*. En outre, plusieurs souches systémique induire la résistance des plantes, même si elles sont localisées sur les racines, probablement par l'action d'un composé de signalisation puis, lorsque les agents pathogènes attaquent les feuilles ou les tiges des plantes, l'usine est de répondre rapidement potentialisé par la production liées à la défense des enzymes et des composées antimicrobiens.

En outre, les souches de *Trichoderma viride* peuvent attaquer les agents pathogènes dans le sol par une variété de mécanismes. L'interaction commence avant que les deux organismes sont en contact.

Le *Trichoderma viride* produit de détection d'enzymes qui libérant des fragments de paroi cellulaire de l'hyphe de la cible d'agent pathogènes, qui augmente la libération d'autres enzymes. Des antibiotiques peuvent être également produits. La prochaine étape de l'interaction est le parasitisme (qui se traduit souvent par l'enroulement du champignon *Trichoderma viride* autour de pathogène) et la production d'un certains nombre de synergies paroi cellulaire des enzymes de dégradation et d'autres substances, suivie par l'infection et la mort de la cible champignon.

En conséquence, les interactions entre les plantes et le champignon *Trichoderma viride*, une variété d'agents pathogènes des racines et de la au-dessus du sol de parties de plantes causent des maladies dont les racines sont colonisées par *Trichoderma viride* (Harman, 2000).

5.1. Propriétés d'antagonisme de *Trichoderma viride* sur la récolte des racines infectée par *Helminthosporium oryzae* :

L'efficacité des tests de dépistage in vitro de *Trichoderma viride* l'antagonisme contre la post-récolte agents pathogènes des racines des céréales.

En collaboration avec la pourriture et de sa compétitivité Mycoparasitisme informe ses capacités de sélection que les candidats les plus prometteurs pour la lutte biologique de la récolte des racines, le pourcentage de pourriture enregistré parmi les racines non traitées ont varié de 4% (*Helminthosporium oryzae*).

Le traitement avec l'antagoniste durant le stockage conduit à une remarquable réduction de la fréquence d'apparition de l'agent pathogène sur la surface normal des racines. *Helminthosporium oryzae* ont été isolés que dans la première semaine de stockage et à une fréquence de 2% de pourriture, et 3% de pourriture sur la troisième semaine, Les résultats observés suggèrent que *Tricoderma viride* sur les surfaces des racines compétents et hautement antagonistes.

6. L'activité de la lutte biologique :

Le développement des connaissances en écologie microbienne, en particulier sur les relations antagonistes entre les microorganismes du sol (Tims, 1932 ; Meredith, 1944 ; Waksman, 1948 ; Cooper et al., 1950 ; Carter et al., 1957 in AMIR, 1981) a fait naître l'idée d'utiliser ces antagonistes pour lutter contre les maladies des plantes d'origine tellurique (Gagne et al., 1985). Très tôt l'imprégnation des graines par des germes antagonistes du parasite a donné des résultats satisfaisants. (Beresova et al., 1939 ; Tveit et al., 1955 ; Wright, 1956 ; Konnedhal et al., 1966 ; Chang et al., 1968), (in Amir, 1981).

D'autre part, l'étude des transformations de l'équilibre microbien du sol après traitement chimique a permis de comprendre l'intérêt de cette forme de lutte. C'est ainsi qu'en 1951, Bliss (in Djerbi 1988) a été constate que la fumigation d'un sol infesté par *Armellaria mellea* avec du sulfure de carbone n'aboutit à la disparition complète de ce champignon pathogène que 24 jours après la fumigation.

Cet effet coïncide avec la colonisation massive du sol traité par *Trichoderma viride*. L'auteur en déduit qu'*Armellaria mellea* a disparu, non sous l'effet direct du sulfure de carbone mais victime de l'antagonisme de *Trichoderma viride*. (Coutodier et Alabouvette, 1981).

L'inoculation du sol avec des microorganismes s'est souvent soldée par un échec (Mitchell et Alexander, 1961 in Dommergues et Mangenot ,1970) en raison d'un rejet écologique de l'inoculum (Dommergues et Mangenot ,1970) mais a donné quelque fois des résultats prometteurs.

Les amendements organiques stimulant une microflore antagoniste ont été utilisés par (Mitchell et al. ,1941 ; Watson, 1964 ; Jouau et al ., 1974 ; Bouhot 1979 in Alabouvette et al ., 1987). Donne souvent de bons résultats dans la lutte contre les fusarioses (Mitchell et al ., 1961 ; Mitchelle , 1963 ; Guy et Baker , 1977) (Alabouvette et al 1987). L'effet favorable de cet amendement est attribué à la stimulation des actinomycètes antagonistes dont un pourcentage très élevé est capable de dégrader la chitine.

Tableau III : Traitements des quelques maladies des céréales par contrôle biologique selon, Lacroix (2002).

| Traitement | Culture | Maladie (pathgène) | Auteurs |
|---------------------------------|-------------------|---|-----------------------------|
| <i>Trichoderma viride</i> | Blé, orge | Tache et fonte des semis (<i>Bipolais sorokiniana</i>) <i>Fusarium spp</i> | Batura et al., 2004 |
| <i>Pseudomonas chlororaphis</i> | Blé, orge, avoine | Carie (<i>Tilletia spp</i>) <i>Septoria spp</i> | Widen et arras ,2004 |
| <i>Streptomyces spp</i> | maïs | <i>Fusarium spp</i> <i>Aspergillus spp</i> <i>Drechslera maydis</i> | Bressan ,2003 |

7. Les différents types de lutte :

7.1. La lutte physique :

Selon **Vincent et al (2000)**. La lutte physique est toutes les techniques de lutte dont, le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique.

La plupart des procédés de lutte basés sur l'utilisation des agents physiques tels que la température (chaleur, froid), l'humidité (hydratation, dessiccation). L'immersion, le feu (incinération ou crémation), le courant électrique (électrocution), les courants à haute fréquence, etc.... sont des applications d'intérêts secondaires et constituent des méthodes accessoires de lutte.

D'autres procédés, basés sur l'utilisation des ondes courtes, des ultrasons, des infrasons et de certaines radiations électromagnétiques. Ces procédés sont surclassés aujourd'hui par des traitements plus efficaces, basés sur des principes chimiques ou biologiques (**Balachowsky, 1951**).

7.2. La lutte chimique :

Terme désignant l'usage des pesticides dans la lutte contre les insectes ravageurs de plantes cultivées, les champignons vecteurs d'affection phytopathogènes ou encore les mauvaises herbes adventives des cultures (**Ramade, 2002**).

Depuis la seconde guerre mondiale, l'utilisation de plus en plus importante de pesticides chimiques est apparue comme le moyen le plus efficace et le moins coûteux de contrôler les organismes nuisibles. En revanche, les ravages des pesticides sont incontestables, une constatation irritante pour les scientifiques est de voir les insectes utiles plus fragiles vis-à-vis des pesticides que les espèces nuisibles (les nuisibles ont acquis dans leur programme héréditaire une plus grande résistance, alors que les insectes protégés et même favorisés, comme les abeilles, n'étaient pas préparés à l'agression aveugle des agents chimiques). Donc l'utilisation intensive des pesticides chimiques a des effets négatifs (**Vincent et Coderre, 1992**).

Ces effets touchent en particulier la contamination de l'environnement et des écosystème, la perte de la biodiversité (**Regnant-Roger et al. , 2002**).

7.3. Lutte intégrée :

L'OILEB (l'organisation internationale de la lutte biologique) a défini la lutte intégrée comme : « un procédé de lutte contre les organismes nuisibles, qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois, économique, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en oeuvre délibérée des éléments naturel de limitation et en respectant les seuils de tolérance » (**Lenail, 1980**).

Selon, **Bouzid (2006)** pour assurer un contrôle efficace et économique d'une maladie fongique, on doit tenir compte de toutes les informations disponibles relatives à la culture, son pathogène et les conditions de l'environnement. Ainsi, un programme de lutte basée sur l'utilisation du maximum de méthodes possibles, doit être mis en place. Ces méthodes de lutte combinées sont qualifiées de lutte intégrée contre les maladies des plantes. Cette lutte a pour but d'éliminer, réduire et rendre moins efficace l'inoculum primaire, de retarder l'installation de la maladie, de ralentir le développement des infections secondaires et d'accroître la résistance de la plante hôte.

7.3.1. L'utilisation de la lutte intégrée dans les cultures annuelles :

Les recommandations qui doivent être tenues en compte sont :

- Choisir le champ non cultivé antérieurement avec la même culture pour réduire le risque d'infection à partir du sol par des pathogènes spécifique.
- Appliquer une rotation des cultures pour briser le cycle biologique des pathogènes spécifiques.
- Sélectionner le champ sans, ou au moins avec faibles, populations de pathogènes transmis par le sol tels que *Fusarium veryicillium*.
- Labourer et enterrer ou brûler les débris infectés sur le sol.
- Choisir la date de semis correspondant à la période minimale d'infection avec les pathogènes.
- Commencer la culture avec des semences de pathogènes ou des semences traitées.

Dans le cas de pépinière, surveiller les plantules et éliminer celles qui sont malades. Désinfecter les outils de travail, tels que les cutters et les greffoirs, pour éviter la transmission des pathogènes des plantes malades à celles saines (**Lenail, 1980**).

7.3.2. Importance de la lutte intégrée :

Il est vrai que le concept de lutte intégrée permet une protection acceptable, mais il faut reconnaître que, sur le plan pratique, les difficultés demeurent et l'extension de cette stratégie reste insuffisante. Elle n'est utilisable que sur des superficies réduites comme c'est le cas en cultures protégées .la lutte intégrée en serre menée dans de nombreux pays d'Europe occidentale, en particulier les pays bas, la grande Bretagne et la France, qui maîtrisent bien les techniques (**Bouزيد, 2006**).

Conclusion

Conclusion :

Les champignons sont parmi les agents pathogènes qui affectent les plantes, causant des maladies. Un grand nombre des champignons appartenant aux phycomycètes aux Ascomycètes et aux Deuteromycètes sont responsables de la majorité des maladies (Helminthosporiose, le Charbon, Rhizoctone, Fusariose,

Plusieurs mécanismes importants dans les interactions antagonistes notamment le mycoparasitisme et la compétition pour les substrats et le site d'infection.

Les *Trichoderma* font également partie des champignons antagonistes les plus connus, et ils sont l'objet de recherches intensives.

Ces champignons produisent une grande variété d'antibiotiques jouant un rôle important dans la protection des plantes, ils peuvent grâce à la production d'enzymes, parasiter directement les hyphes des champignons qu'ils combattent.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Al bouvette C., Couteaudier Y. et louvet J. (1985).** Recherche sur la résistance des sols aux maladies. XI. Étude comparative du comportement des *Fusarium spp.* dans un sol résistant et un sol sensible aux fusarioses vasculaires enrichis en glucose. *Agronomie*, 5,63-68.
2. **Altomar C., Norvell W., Björkman T., Harman G. (1999).** Solubilisation of phosphates and micronutrients by the plant growth and bio control fungus *trichoderma harzianum* rifai 1295-22. *Appl.Env.microbiol.* 65:29 26-2933.
3. **Amir H. (1981).** Antagonisme de divers microorganismes vis-à-vis du *usarium oxysporum* F.Sp.albedinis (killian et maire) Gordon, agent du bayoud.thèse de magistère USTHB. Alger.
4. **Anonyme. (2005).** Diagnostic des accidents du blé. Institut technique des céréales et des fourrages (TCF). France. p4, 138, 142.
5. **Bahous M.Ouazzani touhami A., Douira A. (2003).** Interation between *pyricularia oryzae*, four *helminthosporium* species and *curvularia lumata* in rice lives. *phytopathol.mediterr*, 42, 133-142.
6. **Balachowsky. A.-S, (1951).** *La lutte contre les insectes*, édition Payot Boulevard SAINT-GERMEN, p 293.
7. **Baker KF. Snyder WC. (2004).** American pathological society. St Paul, p433.
8. **Boura A., Lukanowski A., Kus. (2004).** Comparaison of Heath status of Winter wheat and spring barley grain cultivated in organic, intégrates and conventional Systems and monoculture. IN proceedings of the first world conference on organic seed, room.
9. **Benkiram R., Douira A., Selmaoui K., lebbar S. (1999).** Identification of pathotypes in a marocain population of the rice blast fungus *magnaporthe grisea*. *Phytopathol. Méditeer*, 38, 126-131.
10. **Boiron B. (1996).** Organisation et biologie des champignons. Edition Nathan. Paris.

11. **Bouslim F., annaffah B. Ouazzani touhami A., Douira A., EL Houloui N. (1997).** Pathogénie comparée de quelques isolats marocains de *helminthosporium oryzae* vis-à-vis de certaines variétés de riz (*oryzae sativa L.*) *Al awamia*, 98, 74-56.
12. **Botton B., Bretton A., Fevre M., Guy PH. Lrpent JP. Veau P. (1985).** Moisissures utiles et nuisible importance industrielle. *Collection biotechnologies*. Edition Masson. P200-203, 212, 220, 292, 305, 306,332.
13. **Bouزيد N. (2006).** Les champignons parasites des plantes cultivées. Biologie, systématique, pathologie, maladies. Centre de publication universitaire, Tunis .ISBN.978-9973-37-302-1.
14. **Cahagnier B., Dragacci S., Frayssinet C., Fremyj M., Hennebert GL., Lesage. Meessen L., Multon JL., Richard-Molard D., Roquebert MF. (1998).** Moisissures des aliments peu hydratés. Lavoisier Tec, doc.p76.
15. **Clément J. (1978).** Rôles des antagonismes IN écologie des champignons forestiers, Bordas, paris. pp.70-71. ISBN 2-04-010387-2.
16. **Cook R.J. et Baker K.F. (1983).** The nature and practice of biological control of *plant pathogens*.Amer.phytopath.soc. ST paul .539 pages.
17. **Cautaudier Y. et Alabouvette C. (1981).** *Fusariums* wilt diseases in soiles culture. *Acta horticulturae*. 126,153-158.
18. **Dennis C., et Webster J. (1971).** Antagoniste properties of species groups of *trichoderma* .III hyphal interaction. *Trans.Brit. Mycol. Soc.* 57, 363-369.
19. **Domsh KH., Grams W., Anderson T.H. (1993)** .Compendium of soils fungi (volume 1).publication IHW-VERLAG. P 808-809.
20. **Dubos B., Richard J-L. (1974).** Cuvative treatment of peach trees against silver leaf disease (*Streum purpureum*) with *Trichoderma viride* preparations, plant disease reporter, vol.58 n° 2 ,1-150.
21. **Dubos B., roudet J., Bulit J., Bougaret Y., (1983).** L'utilisation de *trichoderma harzianum* dans la pratique viticole pour lutter contre la pourriture grise (*Botrytis cinerea*).Colloques INRA 18, 289-293.
22. **Dumas MI., Boyomoski W. (2004).** *European journal for pathology*. 22, 379-383.

23. Durrieu .G. (1993). Ecologie des champignons. Masson, Paris, Milan, Barcelone. Bonn.
24. El oirdi M., Douira A., Benkirane R., Ouzzani touhami A., Mouslim J., (1995). Comparaison du caractère pathogène de quelques isolats marocains de *pyricularia oryzae* vis-à-vis de certaines variétés de riz. Rev.Amélior.prod.agr. Milieu aride 7,231-240.
25. Elly .crophouse LT. (2001). Publisher in the grower.New Zélande.56 (5) p. 24-25.
26. Ezzahiri B. (2001). *Département de phytopathologie*.
27. Flid F., (1994). Recherches sur l'effet du rayonnement gamma pour la désinfection des papiers. Acte des 2^{ème} journées internationales.
28. Gagne S., Antou H. et Richard C., (1985). Inhibition des champignons phytopathogènes par de légumineuse. *Can. J.Microbiol.*31 : 856-860.
29. Gnancadja-André L.S., Hanin S., Ouazzani touhami A., Badoc A.and Douira A. (2005).impact de la mycoflor de la feuille paniculaire du riz sur le rendement en grains. Bull.Soc.Pharmacol. Bordeaux, 144, 225-236.
30. Grosclaude C., Dubos B., Ricard j. (1974). Antagonism between ungerminated spores of *Trichoderma viride* and *Stereum purpureum*, plant disease reporté, vol. 58 n°1, 71-74.
31. Harman G.H, Kubicek, C.P. (1998). *Trichoderma* and *Gliocladium*, vol2, enzymes biological control and commercial applications. Taylor and francis, London.393 pg.
32. Harman, G.E. (2002). *The myths and dogmas of biocontrol*: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma*. Plant disease 84 (in press, will be published in the april issue).
33. Harman A., Massoui M. et Douira A. (1999). Etude de l'activité antagoniste de *Trichoderma spp.* Et de *Gliocladium spp.* À l'égard de *Botrytis Cinerea*, agent causal de la pouriture grise de la tomate. AL Awania, 99, 75-92.
34. Hmouni A., Mouria A., et Douira A. (2006). Biological control of tomato grey mould compost water extracts, *Trichoderma sp*, and *Gliocladium sp.* *Phytopathol. Mediterr*, 45, 110-116.

35. Ikediugwn F.E.O., Dennis C., webster J. (1970). Hyphal interference by *peniophora gigantea* against *heterobasidion annosum*. Trans. Brit. *Mycol.soc.*54, 307-309.
36. Johanne C. (2002). Phytopathologiste horti-protection Inc.
37. Kubicek, C.P., Harman, G.E. (1998). *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol I. Basic biology, Taxnomy and genetics, Taylor and francis, London. 278pg.
38. Lacroix. (2002). Agronome. Phytopathologiste laboratoire de diagnostic en phytoprotection direction de l'innovation scientifique et technologique. Club des sols du témiscouta.
39. Lanier L. (1969). Contribution à l'étude du rouge cryptogamique du pin sylvestre dû au *lophodermium pinastri* (schar) chev.thèse Nancy 177 pp. (étude des confrontations in vitro p 123-142).
40. Lanier L., Joly P., Bondoux P., Bellmére A. (1976). Mycologie et pathologie
41. Laffont.J.E. (1985). *les maladies des céréales et du maïs*. Edition: AGRI- forestières II.Masson, paris new york Barcelone Milan. NAHAN .pp 215-230.
42. Laurent D., Pellerent., Kohler., Fouquet L., Lambert C., Boccas B. (1988). *Fusarium moniliuforme* du maïs en nouvelle. Calédonie : *toxicologie aliment- Nutr*, 6, 159,164.
43. Lenail. F. (1980). La lutte biologique et les organisations internationales phytoma, Def. Des cult, N 322, p 20.
44. Lucas G.B., Campbell G.L., Lucas L.T. (1985). Introduction to plant diseases. Identification and management. Brown spot of rice, departement of plant pathology, university realeig, North carolina p. 199-200.
45. Martens J.W., W.L., Seaman et T.G., Alkinson. (1984). Diseases of field crop in canada. *The canadian phytopathological*.
46. Martin R. (2004). La fusariose chez les céréales dans le Canada attantique. Agriculture et agroalimentaire. Canada centre de recherche sur les cultures et bestiaux, 440 university Ave, chlrotown.

47. **Marc B., phylippe N. (2006)** : INRA Arignon. Unité de pathologie végétale domaine ST Maurice. BP 94 84143 montf cedex.
48. **Mouira A., Ouazzani Touhami A., and Douira A. (2003)**. Etude de certains facteurs faisant le maintien de l'activité antagoniste de *Trichoderma harzianum* à l'égard de *helminthosporium oryzae* sur les feuilles de riz. Cah. Rech. *University hassan II*, sér. A (sciences et techniques). V (5), 51-66.
49. **Ou S.H. (1972)**. Rice diseases. commonwealth *Mycological institute Kew, surrey*, England, 368.
50. **Ou S.H. (1985)**. Rice diseases. *Commonwealth Mycological institute Kew, serry*, england, 369.
51. **Pelhate J., (1968)**. Etude expérimentale des interactions de moisissures caractéristiques des grains Rev. *MYCOL.*, 33, 1, 43-70.
52. **Pellegrin F., Kohler F., Laurent D., Boccas B. (1988)**. Fusarium moniliforme du maïs en nouvelle calédonie : réalisation hôte-parasite. *microbiol. Alim. Nut.* 6, 153, 158.
53. **Boiron. (1996)**. Organisation et biologie des champignons. Edition Nathan. ISBN 2.09.190443.0.
54. **Ramade. F. (2002)**. Dictionnaire encyclopédie de l'écologie et des sciences de l'environnement, 2^{ème} édition, paris, p 298.
55. **Risbeth J. (1950)**. Observation on the biology of fomes annosus with particular référence to East Anglian pine plantations. *Ann. Bot. n.s.* 14, 365-383.
56. **Risbeth J., (1979)**. Modern aspects of biological control of fomes and armillaria. *Eur. J. For. Pathol.* 9, 331-340.
57. **Ricard J. (1983)**. Dix ans de traitement curatif des arbres fruitiers contre les maladies du plomb par les *Trichoderma* cooloques INRA 18, 199-129.
58. **Richard M. (2004)**. Agriculture et agroalim entaire Canada, centre de recherches sur les cultures et les bestiaux, 440 university Ave., charlottetown.



- 59. Serghat S., Ouazzani tahoumi A. (2005).** Pathogénie d'*helminthosporium oryzae* vis-à-vis de quelques graminées cultivées au Maroc .Cah. Rech. Université hassan II, Sér. A (science et techniques) 6, 1-11.
- 60. Vincent.C. et Coderr. (1992).** La lutte biologique, gaétammorin éditeur, québec, canada, p 12, 152.
- 61. Vincent. C., Panneton. B. et Fleurat-lessard. F. (2000).** La lutte physique en phytoprotections, édition INRA, paris p15.
- 62. Weeden C.R., Shelton A.M., Hoffman M.P. (2008).** Biological control: à guide to natural enemies in North America.
- 63. Wideen P., Annas P. (2004).** Cedomon and cerall. Biological seed treatments for céréals. IN: Proceeding of the first world conference on organic seed, Room.
- 64. Yeves M.B. (2005).** La santé et les maladies des plantes : phytopathologie et phytoprotection IN le monde des végétaux, Dunod, paris. pp.259-262. ISBN : 210048408.
- 65. Zillinsky. J.I. (1983).** Les maladies des céréales à paille. Edition : Cimmyt. PP6.

| | |
|--|---|
| <u>Nom et prénom</u> Bouskia Ratiba Bouchelif Manel | <u>Date de Soutenance :</u> 13 Juin 2009 |
| <u>Titre :</u> la lutte biologique de <i>Trichoderma viride</i> Contre les phytopathogènes des céréales | |
| <u>Nature du diplôme :</u> Diplôme d'Etude Supérieur (D.E.S) | |
| <u>Option :</u> Biologie et physiologie végétale. | |

| |
|---|
| <u>Résumé :</u> |
| <p><i>Trichoderma viride</i> est un champignon de lutte biologique contre les phytopathogènes, il utilise plusieurs mécanismes tels que : l'antagonisme, la compétition et parasitisme, pour améliorer la croissance des plantes des céréales.</p> <p>La lutte biologique de <i>Trichoderma viride</i> contre les phytopathogènes des céréales joue un rôle efficace au niveau des différents organes de la plante.</p> |

| |
|--|
| Les mots clés : <i>Trichoderma viride</i> , la lutte biologique, phytopathogènes, céréales. |
|--|

| |
|--|
| <u>Summary:</u> |
| <p><i>Trichoderma viride</i> is a fungus for biological control against the plant, it uses several mechanisms such as: antagonism, competition and parasitism, improve plant growth of cereals.</p> <p>Biological control of <i>Trichoderma viride</i> against the phytopathogenic cereals plays an effective role in the various organs of the plant.</p> |

| |
|---|
| Key words: <i>Trichoderma viride</i> , biological control, phytopathogenic, cereals. |
|---|

| |
|---|
| <u>ملخص:</u> |
| <p>يستخدم فطر <i>Trichoderma viride</i> في مكافحة البيولوجية ضد الفطريات الممرضة للنيجيليات ويستعمل هذا الفطر عدة آليات مثل : التضاد , المنافسة و التطفل لتحسين نمو نباتات النيجيليات .</p> <p>تلعب مكافحة البيولوجية بفطر <i>Trichoderma viride</i> ضد الفطريات الممرضة دورا فعالا على مستوى مختلف أعضاء النبات.</p> <p>المكافحة البيولوجية ل <i>Trichoderma viride</i> ضد المسبب الفطري لنباتات الحبوب يلعب دور فعال على مستوى مختلف أعضاء النبات.</p> <p>الكلمات المفتاحية : <i>Trichoderma viride</i>, المحاربة البيولوجية, الفطريات الممرضة, النيجيليات.</p> |