



---

## L'utilisation de *Trichoderma* pour lutter contre les cercosporioses du bananier

---

*Hu Trong NGUYEN, Héléna MINET, Ilyass LA ICHE, Arij RHIM*

*Protection des Plantes et Environnement (PPE)*

*Formation initiale - Agronomie*



Enseignant r ef erent : Elsa Ballini



## Table des matières

<b>Introduction</b> .....	1
1) Le mode d'action et mécanismes de défense.....	2
1.1 Stimulation de la croissance de la plante.....	2
1.2 Induction de la résistante systémique .....	2
1.3 Antibiose.....	2
1.4 Compétition.....	3
1.5 Mycoparasitisme .....	3
2. Les avantages de ce système .....	4
3. Les limites à l'utilisation de <i>Trichoderma</i> .....	4
4. Amélioration de l'efficacité de <i>Trichoderma</i> .....	5
Références .....	6

## Introduction

Les bananiers doivent faire face dans les zones de production intertropicales à plusieurs menaces parasitaires. Parmi celles-ci, la Maladie de Sigatoka (MS), ou cercosporiose jaune, causée par le champignon *Mycosphaerella musicola* et surtout la Maladie des Raies Noires (MRN), ou cercosporiose noire, causée par *Mycosphaerella fijiensis* constituent l'un des principaux facteurs limitants de la culture bananière dans le monde (Tableau 1).

Les différences de symptômes de la maladie des raies noire et ceux de la maladie de Sigatoka sont difficilement distinguables. Les lésions détruisent de vastes portions de tissus foliaires (perte d'activité photosynthétique), entraînant une réduction du rendement et une maturation prématurée des fruits (Marín et al., 2003). La maladie des raies noires revêt un caractère de gravité plus important que la maladie de Sigatoka, car ses symptômes se manifestent sur les feuilles à un plus jeune âge et causent donc davantage de dégâts au système foliaire du bananier. De plus, elle affecte beaucoup de plantes résistantes à la maladie de Sigatoka, tels ceux du sous-groupe des bananiers plantain. Les pertes de production peuvent atteindre, dans certains cas, plus de 50 %.

Les fongicides sont les principaux moyens de lutte utilisés contre la cercosporiose mais leur utilisation en masse et à haute dose pour contrôler cette maladie augmente l'apparition de résistances et deviennent donc de moins en moins efficaces

Tableau 1 : Biologie de la cercosporiose jaune et noire

	<b>Cercosporiose jaune</b>	<b>Cercosporiose noire</b>
Nom de la forme asexuée	<i>Mycosphaerella musicola</i>	<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet
Nom de la forme sexuée	<i>Cercospora musae</i> <i>Paracercospora musae</i> (Zimm)	<i>Cercospora Fijiensis</i> <i>Pseudocercospora fijiensis</i> (Morelet)
Division du champignon	Ascomycète	Ascomycète
Famille du champignon	Mycosphaerellaceae	Mycosphaerellaceae
Maladie cryptogamique	Maladie de Sigatoka (cercosporiose jaune)	Maladie des raies noires, MRN (cercosporiose noire)
Plante hôte	Genre <i>Musa</i> de la famille des Musaceae (bananier)	Genre <i>Musa</i> de la famille des Musaceae (bananier)
Activité parasitaire	+	+++
Spectre d'hôte	Limité (épargne bananes plantain)	Très large

## 1) Le mode d'action et mécanismes de défense

Afin de contrôler biologiquement *M. fijiensis*, il existe plusieurs agents efficaces testés en laboratoire, il s'agit de microorganismes pour la plupart sous forme liquide et appliqués par pulvérisation direct sur les feuilles. On retrouve deux classes d'agents de biocontrôle, les traitements biostimulants et les curatifs. Ces traitements se distinguent par leur mode d'action sur la plante (Figure 1). Ainsi les biostimulants sont des mélanges de microorganismes et de substances stimulant la défense des plantes, ils permettent aussi de mieux capter les nutriments et favorise donc la croissance de la plante. Les traitements curatifs quant à eux sont des mélanges permettant de lutter directement contre la maladie en limitant sa croissance

### 1.1 Stimulation de la croissance de la plante

Les souches de *Trichoderma* peuvent influencer la croissance de la plante, augmenter la disponibilité des nutriments, améliorer la production au champs et augmenter la résistance vis à vis de la maladie. Cutler *et al.* (1986, 1989) ont travaillé sur l'activité biologique des métabolites secondaires produits par *T. koningii* et *T. harzianum*. Ils ont trouvé qu'ils fonctionnent comme des régulateurs pour la croissance de la plante. *Trichoderma* produit aussi des acides organiques (gluconic, citric et fumaric acids) qui diminuent le pH du sol et permet la solubilisation des phosphates, des micronutriments comme le fer et le magnésium.

Plusieurs autres effets bénéfiques pour la plante, tels que la résistance aux stress abiotiques, l'amélioration de l'efficacité photosynthétique et la meilleure utilisation de l'azote, sont déclenchés.

### 1.2 Induction de la résistance systémique

*Trichoderma* se limite à une implantation sur les premières couches de cellules des racines. L'implantation de *Trichoderma* est arrêtée par le dépôt de callose qui sert de barrière à la plante. La synthèse de substance chimique par *Trichoderma* peut provoquer l'induction de la résistance systémique des plantes (Enkerli *et al.*, 1999). Les molécules libérées par *Trichoderma* induisent la résistance des plantes en stimulant la synthèse de différentes molécules tel que l'hydroperoxyde lyase, la peroxydase et la xylanase.

### 1.3 Antibiose

L'antibiose repose sur la production par un antagoniste, de substances métaboliques ayant un effet toxique sur un agent pathogène (antibiotique). C'est un mode d'action utilisé par les souches de *Trichoderma* pour inhiber la croissance des champignons phytopathogènes. La production des antibiotiques (trichodermine, harziamine, trichodermal, etc.) dépend des conditions physico-chimiques du milieu. Etant donné que *Trichoderma* peut produire des centaines de métabolites secondaires, il est difficile de connaître quels sont les métabolites réellement produits et actifs (Sivasithamparam & Ghisalberti, 1998).

## 1.4 Compétition

La compétition se manifeste par l'aptitude des souches de *Trichoderma* à utiliser les mêmes ressources du milieu que les agents phytopathogènes. Elles utilisent ce mode d'action avant l'apparition des agents pathogènes ce qui permet de limiter leurs apparitions grâce à la colonisation de la surface racinaire et à la compétition trophique. Lorsque *Trichoderma* colonise le milieu, il établit une zone d'interaction dans la rhizosphère des plantes et sécrète des molécules telles que les sidérophores qui absorbent le fer et inhibent la croissance du champignon phytopathogène (Anke *et al.*, 1991). La composition initiale du sol a donc une influence sur l'efficacité pour la compétition des espèces du genre *Trichoderma*.

## 1.5 Mycoparasitisme

*Trichoderma* peut utiliser le parasitisme pour maîtriser les agents pathogènes. Il les reconnaît grâce à des molécules peptidiques libérées par ce dernier, ce qui provoque l'activation d'une cascade de signalisation qui induit la synthèse de métabolites secondaires et d'enzymes de dégradation. *Trichoderma* s'enroule ensuite autour de l'agent pathogène, pénètre à l'intérieur puis injecte des enzymes (protéases et lipases) qui lysent le contenu cellulaire de l'hôte (Chet *et al.*, 1997).

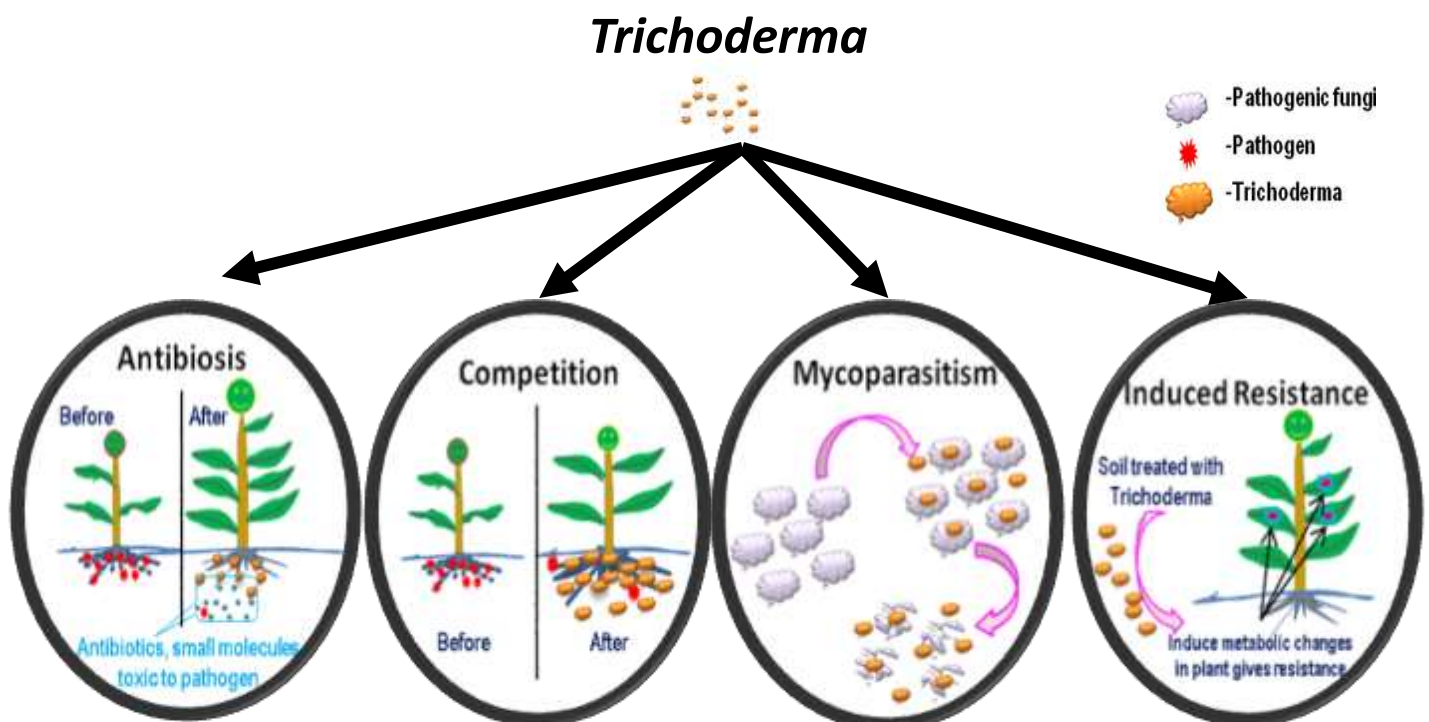


Figure 1 : Modes d'actions de *Trichoderma*

## 2. Les avantages de ce système

Ce moyen de lutte biologique a dans ces essais présenté une efficacité similaire à celui des fongicides. Ces différents modes d'actions lui confèrent un meilleur pouvoir antifongique. L'utilisation d'agent de biocontrôle à base de *Trichoderma* va permettre de limiter l'utilisation de fongicide dans la culture du bananier. En effet, Les fongicides sont les principaux moyens de lutte utilisés contre la cercosporiose mais leur utilisation en masse et à haute dose pour contrôler cette maladie augmente l'apparition de résistances et deviennent donc de moins en moins efficaces. De plus la lutte biologique est plus respectueuse de l'environnement et la diminution des doses de fongicides rend les productions plus saines pour la consommation.

En plus de son activité fongicide, *Trichoderma* va agir sur les bananiers avec un rôle de biostimulant. Il peut également lutter contre un large spectre de champignons pathogènes et donc de limiter l'apparition d'autre maladie fongique sur le bananier.

## 3. Les limites à l'utilisation de *Trichoderma*

L'utilisation de *Trichoderma* en tant qu'agent de lutte biologique présente des contraintes. *Trichoderma* colonise efficacement la spermosphère mais ne survit pas bien dans la rhizosphère. Les espèces du genre *Trichoderma* sont actives seulement dans certains types de sols et de saisons, n'obtenant ainsi qu'une dominance localisée transitoire de la rhizosphère (Deacon, 1994). Pour cette raison, *Trichoderma* a une efficacité moindre lorsqu'il est ajouté comme spores à cause de la quiescence et de l'inactivité des spores dans le sol.

Pour cette raison ci-dessus, les produits curatifs à base de *Trichoderma* sont pour la plupart du temps des solutions liquides. Ils sont donc pulvérisés sur la surface des feuilles. Cette méthode d'application peut impliquer un lessivage en fonction des conditions météorologiques. Au champs notamment, les conditions environnementales ne sont pas contrôlées et donc il est plus difficile de gérer la maladie. Aussi selon les pays et le climat, ces actions peuvent être plus ou moins efficaces.

En outre, tout comme les fongicides, si ces produits de biocontrôle sont utilisés en trop grande quantité et trop souvent, les plantes pourraient développer des résistances vis à vis de ces solutions. Cela limiterait considérablement l'efficacité de celui-ci. Toutefois le développement de telles résistances serait limité de part ces différents modes d'action. Le fait que *Trichoderma* lutte contre *M. fijiensis* en l'entourant et donc en l'étouffant assure une bonne lutte sur le long terme. Le problème serait plutôt sur l'efficacité étant donné que *M. fijiensis* se trouve dans la plante et qu'il est donc difficile pour *Trichoderma* d'entrer en contact avec lui.

## 4. Amélioration de l'efficacité de *Trichoderma*

En terme de génétique, de nombreux mécanismes ont été découverts pour améliorer l'efficacité de *Trichoderma* pour des caractéristiques souhaitables comme meilleure capacité saprophyte, capacité de survie dans l'environnement, compétence rhizosphérique, éventail d'hôtes plus large, tolérance aux pesticides, tolérance aux conditions environnementales défavorables, croissance plus vigoureuse et plus longue durée de conservation.

En terme de technique, on peut tester l'utilisation des jaunes d'œuf contenant des phospholipides qui peuvent jouer le rôle alimentaire pour *Trichoderma*. En plus, leurs propriétés tensioactives peuvent être utiles dans la suspension des conidies hydrophobes dans l'eau. Les phospholipides pourraient offrir une solution plus sûre et écologique pour la formulation de champignons bénéfiques.

Le sol a un effet sur l'implantation de la souche. Par exemple la tourbière rend l'implantation très difficile voire impossible. La composition de la matière organique et l'association biotique et abiotique de l'environnement peut affecter l'activité de *Trichoderma*. Le compost notamment représente un substrat optimal pour les agents de biocontrôle car il encourage leur établissement dans l'environnement du sol. Les mécanismes d'action utilisés par *Trichoderma* (compétition, antibiose, parasitisme et résistance systémique induite) sont influencés par la concentration et la disponibilité des nutriments dans la matière organique.

Aussi pour favoriser son implantation et son développement dans la plante, dans l'idéal, il faudrait un sol présentant un pH entre 5,5 et 7,5 et une température entre 25°C et 30°C.

### Conclusion

L'utilisation de *Trichoderma* dans la lutte biologique contre les cercosporioses des bananiers est prometteuse. Cependant il reste à optimiser son efficacité au champ en favorisant son implantation grâce à des conditions pédoclimatiques optimales à son développement. Il faut tout de même d'avantage étudier son mode d'action précis sur sa prise en charge de *M. fijiensis* afin d'améliorer son efficacité au champ. La lutte biologique via *Trichoderma* doit être raisonnée dans un système de culture en intégrant différentes pratiques agronomiques (effeuillage...) pour avoir une activité optimale.

## Références

1. Anke H, Kinn J, Bergquist K, Sterner O, 1991. Production of siderophores by strains of the genus *Trichoderma*. *Biology of Metals*, 4. 176-180.
2. Deacon, J. W., Rhizosphere Constraints Affecting Biocontrol Organisms Applied to Seeds, 1994, Seed treatment, Progress and Prospects”, (Eds.): Martin, T. British Crop Protection Council. Farnham, U. K. pp.315-326.
3. Enkerli J, Georg F, Boller T, 1999. The Enzymatic Activity of Fungal Xylanase Is Not Necessary for Its Elicitor Activity. *Plant Physiology*, 121, 391–397.
4. González, R., Bustamante, E., Shannon, P., Okumoto, S., and Leandro, G. 1996. Selección de microorganismos quitinolíticos en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. *Manejo Integrado Plagas* 40:6-11.
5. Harman, G. E., Custis, D. and Shores, M., Plant Genomic And Environmental Factors that Affect the Abilities of *Trichoderma* spp. to Induce Plant Resistance and Increased Growth, 2006, 9th International Workshop on *Trichoderma* and *Gliocladium*, (Eds.): Mach, R. L. and Zeilinger, S. Vienna, Austria
6. Harman G E, Bjorkman T. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol 2: Enzymes, Biological Control and Commercial Uses. edited by Gary E. Harman, C. P. Kubicek. Taylor and Francis:London 1998.
7. Jiménez, J. M., Galindo, J. J., and Ramírez, C. 1987. Estudios sobre combate biológico de *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* mediante bacterias epífitas. Pages 105-109 in: Proc. ACORBAT meeting, 7th. J. J.Galindo and R. Jaramillo, eds. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
8. Marín, D. H., and Romero, R. A. 1992. El combate de la Sigatoka negra. Boletín No. 4, Departamento de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional, Costa Rica.
9. Sanjeev Kumar, 2013. *Trichoderma*: a biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability, *International journal of agricultural sciences and veterinary medicine*, Vol 1, No.3.
10. Selvakumar R, Srivastava, KD, Rashmi A, Singh, DV, Dureja P, 2000. Studies on development of *Trichoderma viride* mutants and their effects on *Ustilago segetum tritici*. *Indian Phytopath.* 53: 185-189
11. Sharrock S., and Frison E., 1999, Musa production around the world – Trends, varieties and regional importance. Focus paper No. 2. Pages 41-46 in: INIBAP Annual Report 1998. INIBAP, Montpellier, France.
12. Sivasithamparam K, Ghisalberti E, 1998. Secondary Metabolism in *Trichoderma* and *Gliocladium*. Dans : *Trichoderma* And *Gliocladium*: Basic Biology, Taxonomy and Genetics,