



Efficacité de l'agent antagoniste *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* agent pathogène de la tomate

Léopold S. GNANCADJA ^{1*}, Denis H. E. TONON ¹, Euloge M. O. FATON ¹,
Kobi O. DOURO KPINDOU ², Elie DANNON ² et Akpovi AKOEGNINO ¹

¹ Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Benin.

² Laboratoire d'Entomopathologie, IITA, Université d'Abomey-Calavi, Benin.

* Auteur correspondant ; E-mail : gnancadja@hotmail.com; Tel 0022996417705

RESUME

Les essais de confrontation directe, sur milieu de culture PDA (Potato Dextro Agar), entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* et *Trichoderma harzianum* ont révélé que ce dernier a pu inhiber la croissance mycélienne du *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* de plus de 67% par rapport au témoin et ce après six jours d'incubation à 25 °C. De plus, au-delà de cette période, *T. harzianum* a envahi les colonies de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* sur lesquelles il sporule. Des résultats intéressants ont également été obtenus *in vivo* : en effet, le repiquage des plants de tomate Akincon et Tounvi du genre *Lycopersicon* dont les racines ont été préalablement trempées dans une suspension sporale du *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* dans un sol préalablement autoclavé et traité par *T. harzianum* montre que ce dernier a réduit l'incidence de la fusariose, du flétrissement, du jaunissement et de mort des plantes comparativement aux plants inoculés par le pathogène uniquement et repiqués dans le sol préalablement autoclavé. Les plants inoculés, repiqués dans le sol et traités par l'antagoniste étudié, ne montrent aucune différence comparativement à ceux du témoin sain (non inoculé et non traité) ; mieux les plants traités par le *T. harzianum* présentent une croissance végétative meilleure et un système racinaire vigoureux.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Lycopersicon*, Akincon, Tounvi.

INTRODUCTION

Les cultures maraîchères en général et la tomate en particulier constituent un ensemble de cultures qui occupent une place de choix dans l'agriculture béninoise (Gandonou et al., 2007). La tomate est cultivée à petite ou à grande échelle selon l'emplacement, la région, le climat ou les besoins. Elle seule mobilise plus de 1% des superficies consacrées au niveau national pour la production des cultures vivrières et représente plus de 2% de la production totale

des cultures vivrières (DAPS/MDR, 1994). Sa production annuelle est en nette augmentation passant de 157414 tonnes en 2005 à 174729 tonnes en 2008 (DPP/MAEP), ce qui correspond à une croissance de 11%.

La culture de la tomate contribue à la sécurité alimentaire des villes (Adéoti, 2003). La tomate est quasi présente dans nos plats quotidiens et constitue une source de minéraux et de vitamines.

Elle joue un rôle sociologiquement et économiquement important au sein de la

population béninoise (Adorgloh-Hessou, 2006). A Cotonou, sur 263 ha de superficies cultivées en 2000, le maraîchage a rapporté, à l'ensemble des producteurs, plus de trois cent (300) million de francs CFA de marge brute (Hounkpodoté et Tossou, 2001). Sans cette activité, de nombreux citadins seraient dans l'incapacité de se procurer certaines légumes dont la consommation régulière permet de limiter les carences nutritionnelles graves (Gandonou et al., 2007).

Cependant, les maladies et les ravageurs réduisent considérablement le rendement ainsi que la valeur marchande du fruit quel que soit l'endroit où les tomates sont cultivées (Doolittle, 1970). Les maladies de la tomate sont de deux types : elles sont soit non parasitaires ou parasitaires. Les maladies non parasitaires sont provoquées entre autres par un ou plusieurs facteurs abiotiques défavorables du milieu tels que humidité ou une sécheresse excessive, des températures extrêmes et l'absence ou l'excès de certains éléments minéraux comme l'azote, le magnésium, le soufre.... dans le sol. Les maladies parasitaires sont causées par des organismes vivants tels que les bactéries, les nématodes, les virus et principalement-les-champignons-dont-*Alternaria-sp.*, -*Cladosporium-sp.*, -les-champignons-telluriques-comme-*verticillium sp*, *Fusarium-oxysporum-lycopersici*. Ces deux derniers entraînent des ravages sur les tomates et causent un flétrissement rapide et une perte énorme de fruits (Doolittle, 1970).

Il convient alors-d'évaluer les dommages causés par *Fusarium oxysporum lycopersici* sur la plante de la tomate Tounvi et Akincon et de procéder à l'utilisation de *Trichoderma harzianum* comme agent antagoniste pour limiter les dégâts causés par ce pathogène.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal et fongique

Deux cultivars locaux de tomate (Akincon et Tounvi) de l'espèce *L. esculentum Mill* ont été utilisés dans cette étude.

Les souches de *T. harzianum* et du *F. oxysporum f. sp. lycopersici* utilisées dans cette étude ont été fournies par l'Institut International d'Agriculture Tropical du Bénin (IITA-Bénin). La souche *T. harzianum* notée AG₇ a été collectée sur des plants de maïs au Nigéria en 1997 ; celle du *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* notée *Fusarium*₂₅ a été collectée sur des plants de gingembre au Bénin dans le département de l'Atlantique à Allada en 2003 par l'IITA.

Ces souches ont été repiquées dans des boîtes de Petri contenant le milieu Potato Dextrose Agar (PDA) et incubées à 25 °C.

Méthodes

Multiplication du *F. oxysporum*

La multiplication de l'inoculum a été réalisée dans des boîtes de Pétri contenant chacune de milieu PDA (Potato Dextrose Agar) auxquelles sont ajoutés 5µL d'une suspension sporale du *F. oxysporum f. sp. lycopersici*. Ces boîtes ont été ensuite incubées à 25 °C pendant trois semaines (Figure 1).

Multiplication de *Trichoderma harzianum*

La multiplication du *T. harzianum* a été réalisée de la même façon que pour *F. oxysporum f. sp. lycopersici*, mais avec une durée d'incubation de deux semaines. Cela s'explique par le fait que *T. harzianum* a une vitesse de croissance plus rapide que *F. oxysporum f. sp. lycopersici* (Figure 2).

Activité antagoniste *in vitro* et *in vivo* du *T. harzianum vis-à-vis* du *F. oxysporum f. sp. lycopersici*

L'activité antagoniste du *T. harzianum* a été étudiée selon deux méthodes : la méthode *in vitro* au laboratoire et celle *in vivo* sous serre.

In vitro

Il a procédé à une confrontation par contact direct sur milieu de culture. Cette technique a consisté à placer, dans la même boîte de Pétri contenant un milieu PDA, deux colonies de même taille (2 µm), l'une portant *T. harzianum* et l'autre *F. oxysporum f. sp.*

lycopersici. Les deux colonies ont été placées suivant un axe diamétral à 3 cm et à équidistance du centre de la boîte. Les repiquages ont été effectués au même moment.

L'incubation a été réalisée à 25 °C pendant six jours. Le témoin a été réalisé par repiquage du pathogène au centre de la boîte contenant le milieu de culture.

In vivo

Dans le but de tester l'effet antagoniste du *T. harzianum* sur *F. oxysporum f. sp. lycopersici*, un essai de lutte *in vivo* a été mis en place.

Préparation des plantules à inoculer

Les graines de tomate (*L. esculentum Mill*) ont été désinfectées à l'hypochlorite de sodium dilué à 1% pendant 10 minutes. Elles sont rincées abondamment sous un courant d'eau puis séchées. Après séchage, les graines ont été mises dans des boîtes de Pétri stériles contenant des papiers filtres imbibés d'eau distillée stérile, à raison de 30 graines réparties uniformément sur toute la surface de la boîte. La germination des graines était assurée par l'incubation de ces boîtes dans une étuve réglée à 20 °C pendant cinq jours (Figure 3).

Une fois les graines pré-germées, le repiquage de celles-ci a été réalisé dans des pots en plastiques contenant chacun 3 kg de sol fertile préalablement désinfecté.

L'entretien des plants a été réalisé dans une serre sous une température d'environ 26 °C et une photopériode de 12 heures.

Les plants étaient arrosés régulièrement avec de l'eau distillée. L'entretien de ces plants a duré environ trois semaines (Figure 4).

Traitement des plantules

Le repiquage des plantules de chaque cultivar (Tounvi et Akincon) de tomate a été réalisé lorsque ces dernières atteignent le stade de deux feuilles bien étalées.

Après le stade de deux feuilles bien étalées, la transplantation a été faite sur trois types de milieux A, B et C.

Milieu A : Plastiques contenant de sols fertiles stérilisés sur lesquels les plants de tomate non inoculés par le pathogène et non traités par l'antagoniste ont été transplantés.

Milieu B : Plastique contenant de sols fertiles stérilisés sur lesquels ont été transplantés les plants de tomate inoculés par le pathogène.

Milieu C : Plastique contenant de sols fertiles stérilisés sur lesquels les plants de tomate ont été transplantés, inoculés par le pathogène puis traités avec une suspension sporale de 10^9 spores/g de sol de *T. harzianum*.

Les racines des plantules transplantées sur les milieux B et C ont été trempées préalablement dans une suspension sporale d'une concentration de 10^9 spores/ml de *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* (Figure 5). Celles du milieu A ont été trempées dans de l'eau distillée stérilisée.

Les plantules ainsi transplantées ont été mises en croissance dans une serre sous une température d'environ 26 °C et une photopériode de 12 heures (alternance 12h lumière et 12 h obscurité). Dix plants par traitement élémentaire et par variété ont été utilisés dans cet essai.

Les plantes des milieux A et B ont servi respectivement de témoin sain et de témoin inoculé non traité.

Collecte des données

Activité in vitro

Des notations concernant l'inhibition de la croissance diamétrale des colonies de *F. oxysporum f. sp. lycopersici* et leur envahissement par le mycélium du *T. harzianum* ont été effectuées tous les deux jours. De plus, des observations microscopiques relatives à l'effet direct de l'agent antagoniste sur l'état du mycélium du *F. oxysporium f. sp. lycopersici* ont été faites.

Activité in vivo

L'évaluation des symptômes a été réalisée 30 jours après la transplantation des plantules en se basant sur une échelle de notation de symptômes proposée par (Vakalounakis et Fragkiadakis, 1999) et qui

comprend quatre valeurs allant de zéro à trois :

- 0 : plante saine ;
- 1 : léger jaunissement, légère pourriture du pivot et des racines secondaires et pourriture du collet ;
- 2: jaunissement important des feuilles avec ou sans flétrissement, rabougrissement des plantes et brunissement des vaisseaux de la tige ;
- 3 : mort de la plante.

Analyse des données

Sur la base des notations faites, l'indice de mortalité qui correspond à la moyenne des valeurs attribuées aux dix plants (nombre de répétition par traitement élémentaire) a été calculé. Aussi, le pourcentage des plants qui ont une notation des symptômes supérieure ou égale à deux (2) a été pris comme critère pour évaluer la sévérité des attaques de *F. oxysporum f. sp. lycopersici*.

Les données relatives aux deux variétés Akincon et Tounvi ont été analysées à l'aide du test de Student du logiciel SAS version 9.2.

RESULTATS

Activité *in vitro*

Le repiquage simultané de 5µL de *T. harzianum* et des isolats de *F. oxysporum f. sp. lycopersici* a montré une croissance plus rapide de *T. harzianum* que des isolats de *F. oxysporum f. sp. lycopersici*. Au bout de six jours d'incubation, la boîte a été totalement envahie par l'antagoniste (Figures 6, 7, 8), alors que les isolats de *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* n'ont occupé qu'une surface de 3 cm² ; ce qui correspond à une inhibition de la croissance mycélienne égale à 57%. Le témoin, *F. oxysporium f. sp. Lycopersici*

cultivé seul a occupé une surface d'environ 7,2 cm² (Figure 6).

Activité *in vivo*

Ces données obtenues au laboratoire ont été expérimentées dans la serre permettant d'avoir des résultats présentés dans le Tableau 1.

Ces résultats présentés par le Tableau 1 révèlent que les plants de tomates des deux variétés dont les racines ont été préalablement trempées dans une suspension sporale du *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* pendant 30 mn et non traités ont présenté un fort degré d'attaque par *F. oxysporum f. sp. lycopersici*.

Le lot de plants de tomates des mêmes variétés dont les racines ont été préalablement trempées dans une suspension sporale du *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* puis traité avec l'antagoniste *T. harzianum* a présenté un très faible taux d'attaque (Tableau 1). L'analyse statistique de la variance a révélé qu'il existe une différence hautement significative entre les deux traitements t_0 et t_1 ($P < 0,0001$) au seuil de 1%. Le degré d'attaque par *F. oxysporum f. sp. lycopersici* noté était similaire sur les deux variétés de tomate (Tableau 2). L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative entre les deux variétés de tomate inoculées par le pathogène ($P=0,3572$). L'antagoniste *T. harzianum* a eu le même effet sur l'incidence de *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* pour les deux variétés (Tableau 2).

Les plants de tomate inoculés avec le pathogène et traités avec l'antagoniste ont présenté un système végétatif et racinaire bien développés comparativement aux plants de tomate témoins non inoculés et non traités (Figures 9 et 10).



Figure 1: *F. oxysporum* en culture sur milieu PDA. (IITA, 2014) ; g :×10.



Figure 2 : *Trichoderma harzianum* en culture sur milieu PDA. (IITA, 2014) ; g :×10.



g :

Figure 3 : Graines de tomate pré-germées. (IITA, 2014) ; $\times 10$.



Figure 4 : Plants de tomate âgés de 21 jours. (IITA, 2014) ;g : $\times 16,2$.



Figure 5 : Racines de plants de tomate Akincon (A) et Tounvi (T) trempées dans la suspension sporale de *F. oxysporum*. (IITA, 2014) ; g :×16,2.

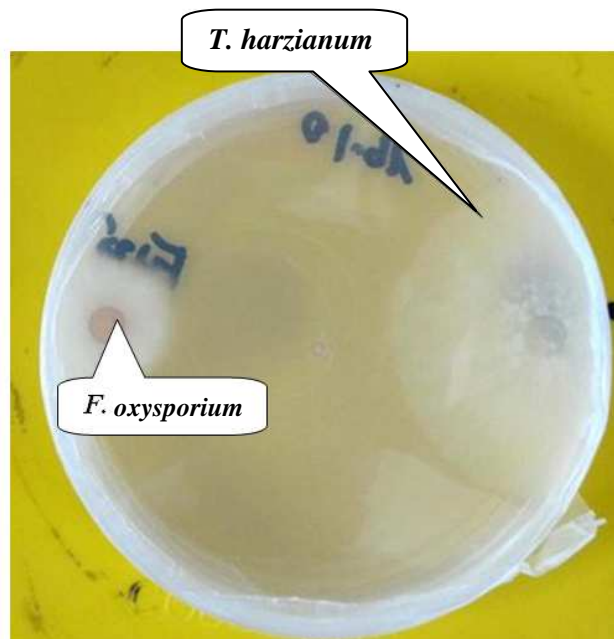
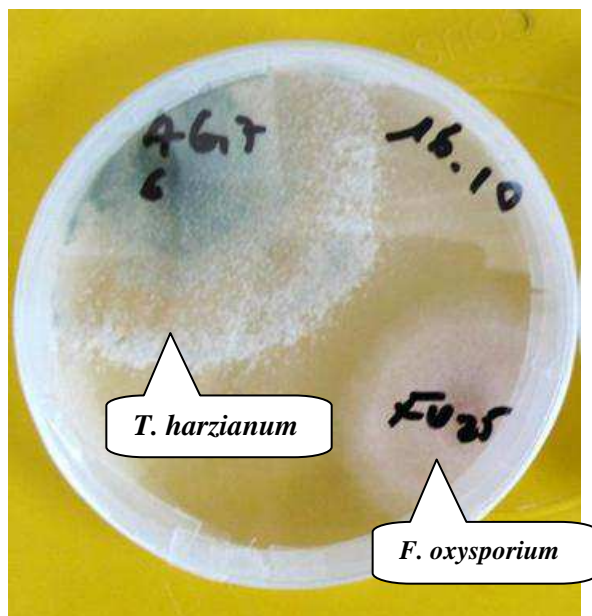


Figure 6 : Croissance du *F. oxysporum f. sp. lycopersici* et du *T. harzianum* dans une boîte de Pétri contenant le milieu PDA deux jours après repiquage. (IITA, 2014) ; g :×16,2.



g :×16,2

Figure 7: Croissance du *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* et du *T. harzianum* dans une boîte de Pétri contenant le milieu PDA quatre jours après repiquage. (IITA, 2014), g :×16,2

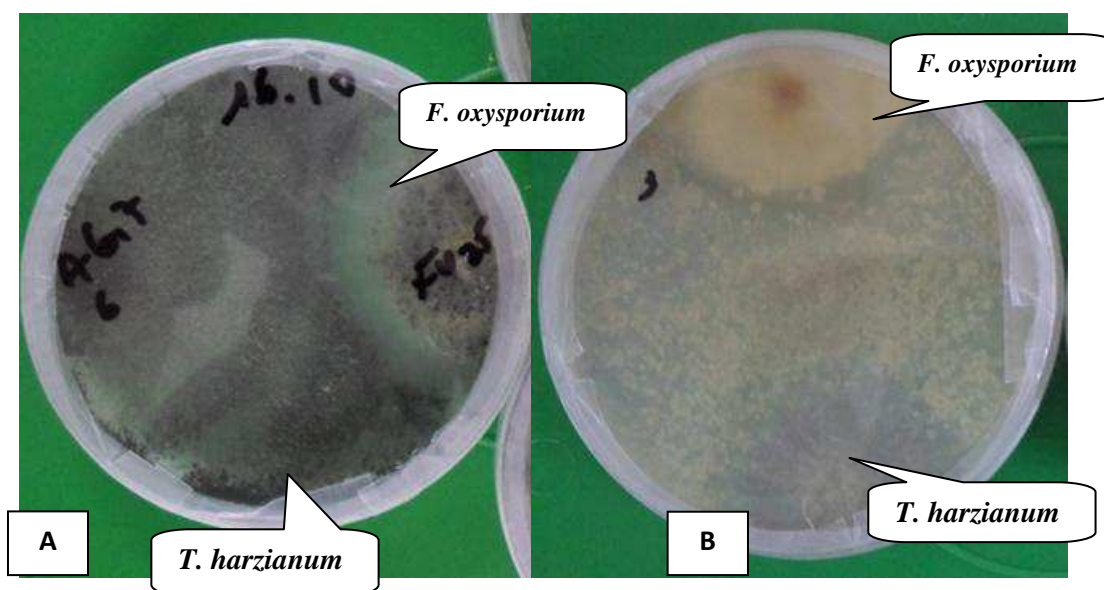


Figure 8 : Croissance du *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* et du *T. harzianum* dans une boîte de Pétri contenant le milieu PDA six jours après repiquage (Face interne A ; face externe B). (IITA, 2014).

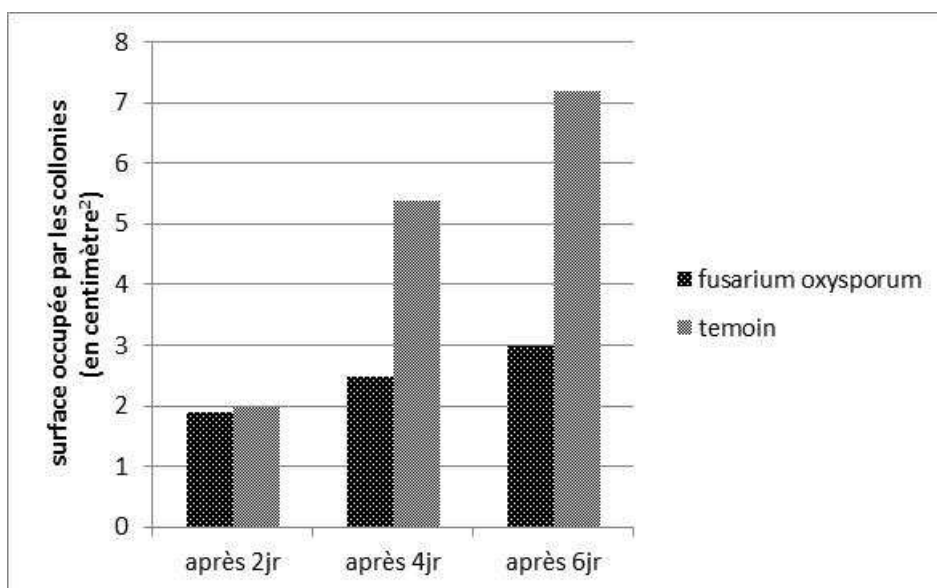


Figure 9 : Surface occupée (cm²) par des colonies de *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* en présence de *T. harzianum* après six jours d'incubation à 25 °C.

Tableau 1: Incidence moyenne (\pm SE) de la maladie en fonction des traitements et des variétés.

Traitements	AUDPC / INCIDENCE	
	Variété AKINCON	Variété TOUNVI
t ₀	11,60 \pm 1,07	13,20 \pm 1,30
t ₁	0,60 \pm 0,40	0,60 \pm 0,40

t₀ : Plante de tomate inoculée non traitée et t₁ : Plante de tomate inoculée et traitée

AUDPC : Area under disease progress curve : Aire sous la courbe de progression dans le temps de la maladie

Tableau 2 : Effets des traitements t₀ et t₁ sur l'incidence (\pm SE) de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* pour les deux variétés de tomate.

Variété	AUDPC / INCIDENCE	
	t ₀	t ₁
AKINCON	11,60 \pm 1,07	0,60 \pm 0,40
TOUNVI	13,20 \pm 1,30	0,60 \pm 0,40

t₀ : Plante de tomate inoculée non traitée et t₁ : Plante de tomate inoculée et traitée,

AUDPC : Area under disease progress curve : Aire sous la courbe de progression dans le temps de la maladie

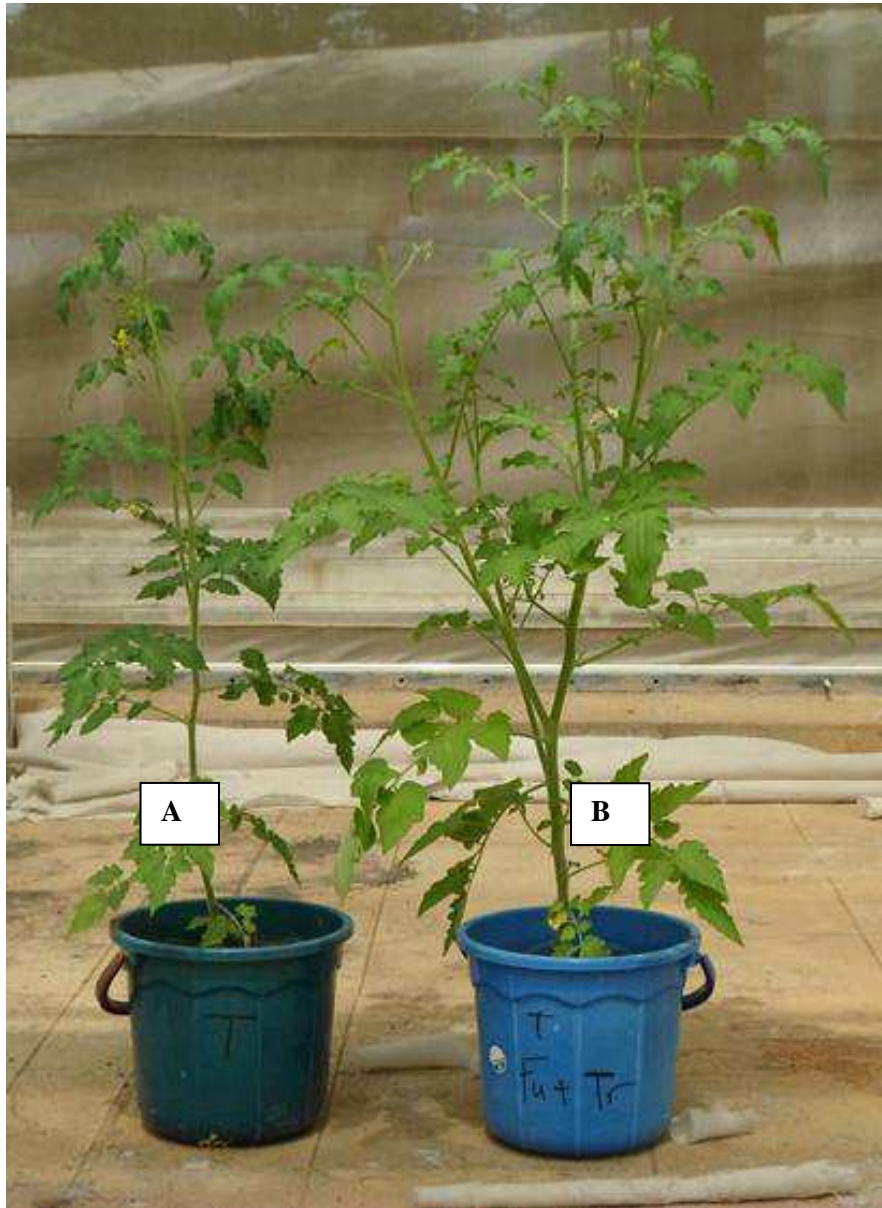


Figure 9 : Développement végétatif de plants de tomate, variété Tounvi, repiqués sur un sol témoin (A) et sur un sol traité (B) ; (IITA, 2014) ; g : \times 16,2.



Figure 10 Système racinaire de plant de tomate repiqué sur sol contenant le pathogène (A) et sur un sol contenant à la fois le pathogène et son antagoniste (B). (IITA, 2014).

DISCUSSION

Les résultats du présent travail montrent que l'antagoniste *T. harzianum* possède une capacité de multiplication très élevée que celle du *F. oxysporum f. sp. Lycopersici*. Une confrontation par contact direct sur milieu de culture PDA des deux colonies de champignon de même taille (2µm), l'une portant *T. harzianum* et l'autre *F. oxysporum f. sp. lycopersici* dans la même boîte de pétri montre au bout de six jours d'incubation que la boîte a été totalement envahie par l'antagoniste qui réduit considérablement la croissance du *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* soit 57% de la croissance normale. Ces mêmes résultats ont été rapportés par l'étude de (Benhamou et Chet 1996 ; Daami-Remadi et al., 2001) qui ont également noté l'envahissement du *T. harzianum* sur des colonies de *F. oxysporum f. sp. lycopersici* et même une sporulation sur celles-ci, révélant ainsi son pouvoir hautement myco-parasitaire.

L'envahissement du mycélium du

pathogène par *T. harzianum* a également été observé par (Benhamou et Chet, 1997) en réalisant une confrontation directe sur milieu de culture entre cet antagoniste et un autre champignon tellurique, le *Pythium ultimum*, et ce au bout de quatre à cinq jours après l'inoculation. De même, Mouria et al. (2013a) ont utilisé le même agent antagoniste dans les mêmes conditions que précédemment et ont constaté que *T. harzianum* a efficacement contrôlé la verticilliose de tomate.

Cependant, Daami-Remadi (2001) ont signalé, en testant l'activité antagoniste de *T. harzianum* vis-à-vis de deux espèces de *Pythium*, que pendant les trois premiers jours, la boîte de Pétri a été totalement envahie par *Pythium* spp. et que *T. harzianum* ne commence à exercer son activité antagoniste qu'à partir du 4^{ème} jour d'incubation.

Ces résultats de laboratoire ont été confirmés par les essais sous serre. En effet, les plantes des deux variétés Akincon et Tounvi, inoculées par le pathogène, présentent des symptômes de jaunissement, de flétrissement sévère et même de mort de

plantes. Le traitement des plants de tomate inoculés des deux variétés par l'antagoniste *T. harzianum* a réduit considérablement l'incidence du pathogène, donnant donc des résultats hautement significatifs. De plus, cet antagoniste favorise le développement végétatif des plantes et celui du système racinaire.

Des résultats similaires ont été obtenus par (Hjeljord et al., 2001) qui ont montré que l'application des conidies quiescentes de *T. harzianum* sur les fleurs de fraisier permettait la réduction de plus de 85% des attaques de *Botrytis cinerea* à une température de 24 °C. Cet effet bénéfique est obtenu même en absence de tout agent pathogène. En effet, Windham et al. (1986) ont montré que l'addition de *T. harzianum* et de *T. koningii* à un sol préalablement autoclavé a augmenté le pourcentage de germination des semences de tomate et du tabac en le comparant au témoin et que l'application de ces deux espèces de *Trichoderma* au substrat de culture a amélioré le poids sec des racines ainsi que de la partie aérienne de ces deux espèces qui représentaient 95 % à 98 % de celui du témoin non traité. Dans ce même sens, Yedidia et al. (2001) ont rapporté que l'application de *T. harzianum* à une culture hydroponique de melon a entraîné un meilleur développement des plants traités par rapport aux plants non traités par le *Trichoderma*. Cela s'explique par une activation du système de défense de la plante, une augmentation de l'activité chitinase et peroxidase et un accroissement de l'activité enzymatique dans les feuilles induisant ainsi une résistance systémique chez ces plants.

Conclusion

Cette étude a montré l'effet nettement antagoniste du *T. harzianum* vis-à-vis du *F. oxysporum f. sp. lycopersici*, agent responsable du jaunissement, du flétrissement et de la mort de la plante de tomate. L'essai d'interaction *in vitro* et de confrontation directe entre *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* et *T. harzianum*, sur milieu de culture PDA, a révélé une inhibition de la croissance

mycélienne du pathogène testé. S'il y a contact direct entre les deux champignons, *T. harzianum* envahit les colonies de *F. oxysporum f. sp. lycopersici* et y sporule même dans un intervalle de temps assez court (de six jours d'incubation).

L'apport de cet antagoniste au substrat de culture utilisé pour l'élevage des variétés de plants de tomate Akincon et Tounvi a empêché l'expression du *F. oxysporum f. sp. lycopersici* et par conséquent a fortement réduit l'incidence de la maladie. Dans le cas des plants traités par le *T. harzianum*, l'indice de mortalité est nul. Mieux, l'addition de cet agent au substrat de culture a stimulé la croissance végétative des plants de tomate. En se basant sur ces résultats, il est d'intérêt primordial d'utiliser le *T. harzianum* en tant qu'agent de lutte biologique contre la fusariose, le jaunissement, le flétrissement et la mort des plantes de tomates causée par *F. oxysporum f. sp. lycopersici* d'autant plus que les produits chimiques actifs contre ce pathogène sont en nombre relativement réduit et ont des conséquences néfastes sur l'environnement.

REFERENCES

- Adéoti K. 2003. La culture de la tomate : sécurisation des aliments dans les régions urbaines et périurbaines du sud-Bénin 1- 99P.
- Adorgloh HR. 2006. Guide pour le développement de l'entreprise de production et de commercialisation de légumes de qualité dans les régions urbaines et périurbaines du sud-Bénin. Rapport de consultation. IITA-Bénin, 86.
- Benhamou N, Chet I. 1996. Parasitism of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum*: ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction. *Phytopathology*, **86**: 405–416.
- Benhamou N, Chet I. 1997. Cellular and molecular mechanisms involved in the interaction *Trichoderma harzianum*

- and Pythiumum. *Apepl. Environ. Microbiol.*, **63**: 2095-2099.
- Daami-Remadi M, El Mahjoub M. 2001. Lutte biologique contre la pourriture aqueuse des tubercules de pomme de terre par *Trichoderma harzianum*. *Ann. l'INRAT*, **74**: 167–186.
- DAPS/MDR. 1994. *Filière Tomate, Document Provisoire*. DAPS/MDR : Cotonou, République du Bénin, 9.
- Doolittle SP. 1970. Les maladies de la tomate, 15-16.
- DPP/MDR. 1999. *Annuaire Statistique, Campagne Agricole 1997-1998* (Tome 1). Production Végétale. DPP/MDR : Cotonou République du Bénin ; 67.
- Gandonou C. 2007. *Etude de la Durabilité Environnementale et Economique des Pratiques d'Irrigation en Agriculture Périurbaine et Urbaine (APU) à Cotonou et sa Périphérie*. FSA/UAC : Bénin ; 39.
- Hjeljord GL, Stensvand A, Tronsmo A. 2001. Antagonism of nutrient-activated conidia of *Trichoderma harzianum* (atroviride) P1 against *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, **91**: 1172–1179.
- Houkpodote M, Tossou M. 2001. *Profil des Interactions Entre la Problématique Foncière et le Développement De l'Agriculture Urbaine Dans la Ville de Cotonou et Environs*. Réseau National pour l'Agriculture Urbaine : Bénin, 61.
- Mouria B, Ouazzani T, Douira A. 2013a. Effet du compost de *Trichoderma harzianum* sur la suppression de la verticilliose de la tomate. *Journal of Applied Biosciens*, **70**: 5531-5543.
- Vakalounakis DJ, Fragkiadakis GA. 1999. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility and RAPD fingerprinting. *Phytopathology*, **89**(2):161-8.
- Windham MTY, Baker R. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, **76**: 518-521.
- Yedidia I, Alok K, Yoram K. 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Journal Plant and Soil*, **235**(2): 235-242.