

Efficacité de la sève du pseudo-tronc du bananier contre le champignon *Sclerotium rolfsii*, un agent causal du flétrissement de la tomate

R. Sikirou¹⁷, F. Assogba Komlan¹⁸, F. Tosso¹⁹ et T. Agassounon¹⁷

Résumé

L'efficacité des sèves du pseudo-tronc de bananiers est testée au laboratoire sur les cultures du champignon *Sclerotium rolfsii*, en tant que milieu de culture et sous abri sur des plants de tomate inoculés au *S. rolfsii*. Le dispositif expérimental était un Bloc Aléatoire Complet à 4 traitements et 4 ou 5 répétitions. Au laboratoire, les traitements étaient les suivants : *S. rolfsii* séjournant dans l'eau, dans les sèves de bananier Aloga, Tchon et Sotoumon pour l'essai d'apport des sèves sur la culture du champignon; *S. rolfsii* cultivé sur PDA solide préparé à base d'eau et à base des sèves d'Aloga, de Tchon et de Sotoumon pour l'essai de culture du champignon sur milieu nutritif. Sous abri, les plants sont inoculés soit par arrosage direct avec 100 ml de sève par plant, soit par la technique de mulch au collet des plants avec 500 g de pseudo-tronc haché par plant. Les résultats montraient que l'efficacité de la sève du pseudo-tronc de bananier sur le développement mycélien de *S. rolfsii* variait en fonction du volume de sève/kg de pseudo-tronc. En apportant les sèves aux plants de tomate inoculés par arrosage aux collets, le taux de plants flétris était de 4,15%, 16,55% et 33,33% respectivement chez les plants traités avec la sève de la variété Tchon, Aloga et Sotoumon contre 49,95% chez le témoin traité avec l'eau distillée. Le mulch issu des trois variétés de bananier ne donnait aucun flétrissement de plant de tomate contre 41,5% de plants flétris chez les témoins.

Mots clés: extrait botanique, flétrissement, méthode de lutte, sève de pseudo-tronc du bananier, *Sclerotium rolfsii*, tomate

Efficiency of the sap of banana pseudo stem on the fungus *Sclerotium rolfsii*, a causal agent of tomato southern blight

Abstract

The efficiency of the saps of the pseudo stem of banana is tested in the laboratory on the culture of the fungus *Sclerotium rolfsii*, as a medium and in screen house on inoculated tomato plants with *S. rolfsii*. The experimental design was a completely randomized block with 4 treatments and 4 or 5 replications. In laboratory, the treatments were: *S. rolfsii* staying in water, in saps of banana varieties Aloga, Tchon and Sotoumon for the sap of banana pseudo stem amendment trial; *S. rolfsii* grown on PDA plates prepared with water and with saps of Aloga, Tchon, and Sotoumon for banana pseudo stem media trial. In screen house, tomato plants were inoculated either by soil drenching with 100 ml of banana pseudo stem saps per plant or by the technique of mulching around the collar of plants with 500 g of pseudo stem per plant. Results showed that the efficiency of the banana pseudo stem on the growth of *S. rolfsii* depends on the volume of the sap per kilogram of pseudo stem. In applying the saps of the pseudo stems on the inoculated tomato plants with soil drenching, 4.15%, 16.55% and 33.3% of wilted plants were recorded on tomato plants treated with the sap of the varieties Tchon, Aloga and Sotoumon respectively against 49.95% recorded in the control. In applying the mulch of the three banana varieties, no wilted plant was recorded against 41.5% of wilted plants for the control.

Key-words: plant extract, southern blight, control methods, banana pseudo stem sap, *Sclerotium rolfsii*, tomato

¹⁷ Dr Ir. Rachidatou SIKIROU, Laboratoire de Défense des Cultures, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) 01 BP 128 Porto-Novo, Tél. : + 229 97 88 26 20 e-mail : rachidatous@yahoo.fr

Thèle AGASSOUNON, Laboratoire de Défense des Cultures, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) 01 BP 128 Porto-Novo, Tél. + 229 97 33 32 52, e-mail : thodoras2001@yahoo.fr

¹⁸ Dr Ir. Françoise ASSOGBA KOMLAN, Programme Diversification, Centre de Recherches Agricoles/Plantes Pérennes-Pobé, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) 01 BP 988 Cotonou, Tél. :+ 229 97 39 73 00, e-mail : fassogbakomlan@gmail.com

¹⁹ Ir. Félicien TOSSO, Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) Université d'Abomey Calavi (UAC), 01 BP 526 Cotonou, Tél. :+ 229 97 29 82 47, e-mail : felicien@yahoo.fr

INTRODUCTION

La tomate est le principal légume fruit au Bénin. L'une des principales contraintes à sa production est le flétrissement qui peut être causé par plusieurs pathogènes comme *Fusarium*, *Sclerotium*, *Ralstonia* et *Clavibacter* (Erinle, 1977; Osuinde et Ikediugwu, 1995; Sikirou, 2005; Sikirou *et al.*, 2009). Parmi ces flétrissements, celui causé par le champignon *S. rolfsii* apparaît comme le plus important car répandu dans toutes les zones de cultures de la tomate et observé à tout stade de développement de la plante et en toutes saisons. En effet, le flétrissement réduit considérablement le rendement de la tomate et dans le cas extrême empêche sa culture. Au Bénin, les pertes en rendement sont si élevées que certains producteurs ont dans certaines localités réduit ou abandonné la culture de tomate. Les pertes en rendement dues aux pathogènes y compris *Sclerotium rolfsii* varient entre 35 et 90% (Sikirou *et al.*, 2001). Au Maroc, le champignon a causé des pertes de rendement de 50% pour la canne à sucre et une incidence de 60 à 80% pour le tournesol (Achbani et Tourvielle de Labrouhe, 2000).

Pour lutter contre ce champignon, les méthodes de lutte suivantes sont testées: la lutte culturale fondée sur la rotation de cultures; la solarisation et le labour profond visant la diminution du taux d'inoculum de *S. rolfsii* (Garen knneth, 1991); la lutte biologique basée sur l'utilisation du champignon antagoniste *Trichoderma* (Wokocha, 1990; Punja *et al.*, 1982); l'application des amendements organiques tels que le compost et le fumier (Toribio, 1989; Garen Knneth, 1991); la lutte chimique basée sur l'application des produits de synthèse. L'utilisation de tebuconazole par arrosage au collet ou par application foliaire ou par traitement des semences protège efficacement la culture d'arachide contre *S. rolfsii* (Grichar, 1995). Dans les parcelles de canne à sucre inoculées au *S. rolfsii*, l'application de quintozone, de chloroneb et de tridemorph par arrosage au collet donne une bonne protection aux plants (Sharma *et al.*, 1990). Un résultat similaire est aussi obtenu sur le blé avec l'application du benodanil (Hagan *et al.*, 1991). *S. rolfsii* parasite très polyphage et ubiquiste est difficile à combattre par une simple lutte culturale (Aycocock, 1966). La rotation des cultures a une influence remarquable sur la survie de *S. rolfsii*. Des populations élevées de sclérotés viables sont notées dans les sols de trois ans de monoculture de tomate et dans les sols des champs où l'arachide a précédé la tomate (Wokocha, 1988). Des jachères de moins de 5 ans ne réduisent pas significativement l'inoculum du *S. rolfsii* dans le sol. Seuls les champs de tomate cultivés après 7 à 8 ans de jachère ont montré une absence totale de symptôme de *S. rolfsii* (Sikirou *et al.*, 2001).

Au Bénin compte tenu de la demande du marché de certains légumes, très peu de maraîchers ou de producteurs de tomate respectent les rotations culturales. Les fongicides chimiques, non seulement toxiques mais aussi onéreux, ne sont pas toujours efficaces contre *S. rolfsii*. Compte tenu des risques que comporte l'utilisation des produits de synthèse pour les producteurs, les consommateurs et sur l'environnement, il est nécessaire de développer des stratégies de lutte visant la réduction ou la non utilisation des fongicides de synthèse en maraîchage. Dans la lutte contre ce champignon très peu d'extraits botaniques sont testés. En dehors des propriétés nutritionnelles, la banane détient des activités biologiques et des propriétés anti-microbiennes et pharmaceutiques en agissant comme un anti-ulcerogénique, anti-diabétique, anti-diarrhéique et anti-tumoral (Orhan, 2001). Elle est également démontrée efficace dans le traitement de la migraine d'hypertension et du cholestérol (Orhan, 2001). Barre *et al.* (2000) ont démontré que la banane et son pseudo-tronc contiennent des protéines-pathogènes qui ont des propriétés antimicrobiennes. Les fruits non mûres du plantain ont une activité anti-ulcerogénique (Best *et al.*, 1984). Aussi les travaux de Lewis *et al.* (1999) sur la pulpe non mûre du plantain ont montré que le leucocyanidin extrait et le leucocyanidin synthétique ont un effet similaire de protection contre les érosions induites par l'aspirine. Les sèves des feuilles et du pseudo-tronc de bananier, traitent les abcès, les infections bactériennes, les diarrhées légères et les ulcérations de peau (David, 2006). L'extrait des jeunes feuilles de bananier traitées à la chaleur est efficace contre les infections oculaires (Milliken et Albert, 1996). Tous ces travaux justifient la propriété antimicrobienne des différentes parties du bananier et confirment ceux effectués par Sikirou *et al.* (2010) qui ont démontré que le jus de rachis du régime de banane a inhibé le développement du champignon *S. rolfsii*. Selon les mêmes auteurs, ce produit n'a pas été économiquement rentable à cause de la cherté des régimes de bananes et des faibles quantités de jus provenant des rachis. Des tentatives d'expérimentations non formelles ont montré que la sève du pseudo-tronc du bananier contiendrait le même principe actif que le jus de rachis du régime de banane (Sikirou *et al.*, données non publiées) et que le pseudo-tronc d'un bananier renferme plus de 50 fois le volume du jus que renferme le rachis d'un bananier (Sikirou *et al.*, présente étude) ce qui peut considérablement réduire le coût des traitements. Toutefois, il manque d'information précise sur l'efficacité de la sève du pseudo-tronc du bananier contre le champignon *S. rolfsii*. Ainsi, cette étude vise à tester

l'effet fongicide de la sève du pseudo-tronc du bananier contre le champignon *S. rolfsii* afin de promouvoir l'utilisation du sous produit qui est le pseudo-tronc de bananier dans la lutte contre ce champignon.

MATERIEL ET METHODES

Collecte et isolement des isolats de *Sclerotium rolfsii*

Des plants de tomate flétris, montrant au collet un mycélium et des sclérotés en germination sont collectés des champs de tomate dans les communes de Toffo, Lalo, Bohicon, Kétou et Klouékanmè au Sud-Bénin. Les plants collectés sont transportés pour isolement au Laboratoire de Défense des Cultures du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Après avoir enlevé des parties supérieures des plants collectés, le collet et les racines sont soigneusement rincés à l'eau de robinet, nettoyés à l'éthanol 70% puis rincés à nouveau à l'eau distillée stérile. Des fragments sont prélevés au niveau du collet et des racines puis trempés pendant 10 min dans une solution de 1% d'hypochlorite de sodium. Les fragments séchés sont ensemencés sur le milieu de culture Potato Dextrose Agar (PDA) et les boîtes sont incubées à 28 °C.

Collecte des pseudo-troncs de bananier

Les pseudo-troncs, des plants de bananier des variétés Aloga, Tchon et Sotoumon portant des régimes mûrs sont collectés à raison de deux plants par variété dans la commune de Toffo qui est la zone de grande production de banane. A ce stade du cycle végétatif, le pseudo-tronc est considéré comme un sous produit du bananier. Ces trois variétés de bananier sont les plus répandues au sud du Bénin.

Test de pathogénéicité et de virulence des isolats en sous abri

L'essai est conduit en pots sous abri (screen house) au Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey. Le sol qui a servi dans cet essai est stérilisé pendant 30 min à 100 °C. A 4 semaines d'âge en pépinière, les jeunes plants de la variété Tohouvi de tomate sont transplantés dans des pots (15 x 20 cm) contenant 1,5 kg de sol stérilisé. Le régime hydrique après transplantation est 100 ml d'eau par pot et par jour. Cinq jours après transplantation, chaque plant est inoculé par dépôt de l'inoculum (ensemble de mycélium et de 50 sclérotés d'une culture de 8 jours des différents isolats de *S. rolfsii*) au niveau de la zone de transition entre le collet et la racine (Pane *et al.*, 2007). L'inoculum est couvert avec une légère couche de sol. Par isolat, 10 jeunes plants de tomate sont inoculés. L'évaluation qui a consisté à enregistrer les plants flétris a eu lieu tous les 7 jours et ceci pendant 28 jours après inoculation des plants.

Extraction des sèves des pseudo-troncs

Les sèves ont été extraites de manière artisanale. Les pseudo-troncs de chacun des trois variétés collectées sont séparément coupés en gros morceaux (100 cm³) dans un mortier et pilés. La masse pilée est ensuite versée dans une bassine et pressée à la main dans une autre. Le jus obtenu est filtré avec un filet de 1 mm de maille. La masse pressée est pilée une seconde fois pour une extraction complète de la sève.

Test d'efficacité des sèves au laboratoire

Germination du champignon après séjour dans les sèves

Les méthodes utilisées sont celles modifiées de Tasiwal *et al.* (2009) et de Suleiman *et al.* (2009). Des boîtes de pétri contenant des cultures de 7 jours de l'isolat virulent SrKL1 (des résultats du présent travail) sont traitées par arrosage avec les sèves des différentes variétés de bananiers. Après 48 heures de séjour dans les sèves, des portions de 9 mm² de surface de chaque culture traitée sont transférées sur un nouveau milieu nutritif PDA préparé à base de l'eau. Les cultures nouvellement ensemencées sont incubées à 28°C. Le prélèvement des portions ensemencées au niveau des boîtes est fait au hasard. La croissance radiale du champignon est notée les 0, 3 et 7 jours après ensemencement des fragments. Le dispositif expérimental a été un Bloc Aléatoire Complet à 4 traitements et 5 répétitions à raison d'une boîte de pétri par répétition. Les traitements suivants sont considérés: *S. rolfsii* ayant séjourné dans l'eau; *S. rolfsii* ayant séjourné dans la sève d'Aloga; *S. rolfsii* ayant séjourné dans la sève de Tchon et *S. rolfsii* ayant séjourné dans la sève de Sotoumon. L'essai est répété une seconde fois.

Germination de *Sclerotium rolfsii* sur milieux de culture

Des portions de 9 mm² d'une culture de 7 jours de l'isolat SrKL1 (milieu de culture à base de Potato Dextrose Agar: PDA) sont prélevées et ensemencées sur des milieux de culture PDA préparés à base des sèves des pseudo-troncs des 3 variétés de bananier. Le milieu de culture témoin est préparé à base de l'eau distillée. Les boîtes ensemencées sont incubées à 28°C. La croissance radiale du champignon est notée tous les 2 jours pendant 6 jours et à partir du jour de l'ensemencement. Le dispositif a été un Bloc Aléatoire Complet à 4 traitements et 5 répétitions à raison d'une boîte de pétri par répétition. Les traitements ont été les suivants: *S. rolfsii* cultivé sur PDA solide préparé à base de l'eau; *S. rolfsii* cultivé sur PDA solide préparé à base de la sève d'Aloga; *S. rolfsii* cultivé sur PDA solide préparé à base de la sève de Tchon et *S. rolfsii* cultivé sur PDA solide préparé à base de la sève de Sotoumon.

Test d'efficacité des sèves en sous abri

Apport de la sève par arrosage: Les jeunes plants utilisés pour cet essai, sont installés et inoculés suivant la même méthodologie que le test de virulence. L'inoculum utilisé est obtenu à partir de l'isolat SrKL1 de *S. rolfsii*. Le même isolat est enregistré dans la collection des microorganismes de l'Institut International d'Agriculture Tropicale sous le numéro 1026 (IITA Microbial Collection). Le dispositif expérimental a été un Bloc Aléatoire Complet à 4 traitements et 4 répétitions. Les traitements étaient les suivants: plants inoculés et traités avec eau courante stérilisée; plants inoculés et traités avec la sève de bananier Aloga; plants inoculés et traités avec la sève de bananier Sotoumon et plants inoculés et traités avec la sève de bananier Tchon. Par répétition, 6 plants sont testés. Les plants sont quotidiennement arrosés avec 100 ml d'eau par plant à l'exception des jours d'application des sèves. Les sèves des pseudo-troncs des différentes variétés de banane sont appliquées à raison de 100 ml de sève par plant les 5 et 20 jours après inoculation.

Apport de la sève par pseudo-tronc haché: le pseudo-tronc de chaque variété de bananier est haché et distribué en mulch autour des plants de tomate inoculés avec l'isolat SrKL1 dans un Bloc Aléatoire Complet à 4 traitements et 4 répétitions. Les traitements étaient les suivants: plants sans mulch; plants avec mulch du pseudo-tronc de bananier Sotoumon; plants avec mulch du pseudo-tronc de bananier Aloga; plants avec mulch du pseudo-tronc de bananier Tchon. Par répétition 6 plants sont testés. Par plant, 500 g de mulch sont distribués autour du collet. Les observations ont eu lieu tous les 7 jours. Les plants sont quotidiennement arrosés avec 100 ml d'eau par plant.

Analyses statistiques des données

L'analyse statistique utilisée est l'analyse de variance à un critère de classification du logiciel SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Release 9.0, Cary, NC, USA). L'analyse a porté sur la croissance radiale de *S. rolfsii* et sur le pourcentage de plants de tomate flétris. Les moyennes sont comparées avec le teste de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%. Les moyennes et les erreurs standards des poids des pseudo-troncs du bananier sont calculées avec le même logiciel.

RESULTATS

Potentialités du pseudo-tronc du bananier dans le traitement des plants malades de tomate

La quantité de sève par pseudo-tronc de bananier a varié en fonction des variétés (tableau 1). Sotoumon et Tchon étaient les variétés qui ont fourni plus de sève par kilogramme de pseudo-tronc. Le nombre de plants de tomate à traiter par mulch avec un plant de bananier haché a varié en fonction de sa grosseur. Ainsi, en moyenne 97 plants de tomate peuvent être traités en mulch par plant de bananier. Contrairement au pseudo-tronc haché, le nombre de plants de tomate à traiter par apport de la sève de pseudo-tronc par arrosage ne dépendait pas de la grosseur du pseudo-tronc mais plutôt de la quantité de sève qu'il contenait. Par conséquent, le nombre de plants de tomate à traiter avec la sève d'un plant bananier a atteint 248 en moyenne.

Tableau 1. Nombre de plants de tomate traités par plant de bananier en appliquant la sève du pseudo-tronc de bananier par mulch ou par arrosage aux plants de tomate malades

Variété de bananier	Poids (kg) par plant de bananier ($\mu \pm e$)	Volume de sève par plant de bananier (l)	Volume de sève par kg de pseudo-tronc (l)	Nombre moyen de plants de tomate que peut traiter en mulch un plant de bananier par traitement	Nombre moyen de plants de tomate que peut traiter par arrosage un plant de bananier par traitement
Aloga	48,5 \pm 0,49 ¹	14,5	0,30	97	145
Sotoumon	31 \pm 4	24,8	0,80	62	248
Tchon	17,75 \pm 1	12,75	0,75	34	127

μ = Moyenne du poids de deux échantillons de bananier

e = erreur standard.

Identification des isolats

Dès 48 heures après incubation des boîtes de culture, les champignons ont commencé à germer. A 4 jours après incubation, des sclérotés de couleur blanc à beige se sont formés. Entre 6 et 7 jours après incubation, ils sont devenus brun foncé. Ces sclérotés provenaient d'un mycélium blanc caractéristique du champignon *S. rolfsii*.

Test de virulence des souches en sous abri

Les isolats testés montraient en leur sein une variabilité en virulence dans l'attaque des plants de tomate inoculés. Les isolats les plus virulents étaient SrKL1 suivi de SrT1 avec déjà respectivement 50 et 60% de plants flétris au 14^{ème} jour après inoculation (JAI) (figure 1).

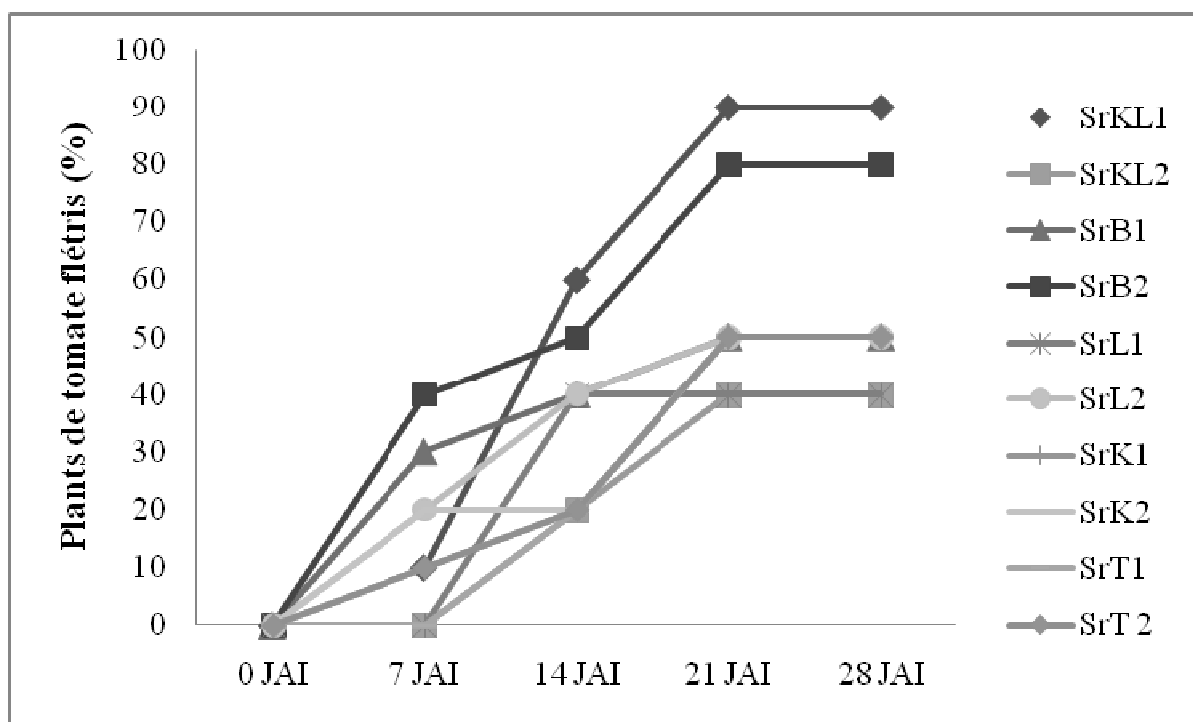


Figure 1. Virulence de 10 isolats du champignon *Sclerotium rolfsii* collectées dans les communes de Klouékanmè (SrKL1, SrKL2), Bohicon (SrB1, SrB2), Lalo (SrL1, SrL1), Kétou (SrK1, SrK2) et Toffo (SrT1, SrT2). JAI: Jour Après Inoculation

Par contre au niveau des autres isolats et à la même date, le flétrissement variait de 20 à 40%. A 21 JAI, le flétrissement était de 90% chez l'isolat SrKL1 et 80% chez l'isolat SrT1. Jusqu'à la fin des observations

qui était 28 JAI, le flétrissement ne dépassait pas 80% pour l'isolat SrT1, 90% pour SrKL1, 50% chez les isolats SrB1, SrB2, SrL1, SrL2, SrK1 et SrK2 et 40% chez les isolats SrKL2 et SrT2.

Germination de *Sclerotium rolfsii* après séjour dans les sèves

Essai 1: Après un séjour de 2 jours dans les sèves des pseudo-troncs des différentes variétés de bananier, le champignon a poussé sur toutes les boîtes qui ont reçu des fragments traités à la sève du pseudo-tronc des trois variétés de bananier. La croissance radiale moyenne du champignon était rapide chez les fragments traités avec de l'eau, à la sève de Tchon et de Sotoumon. A 3 JAT (Jour Après Transfert) elle a atteint 6 cm de diamètre chez les fragments traités avec de l'eau et 7 cm chez ceux traités à la sève de Tchon et de Sotoumon. Chez les fragments traités à la sève d'Aloga, la croissance radiale du champignon était 4 cm à la même date (figure 2A). A 7 JAT, la croissance radiale était 9 cm (diamètre maximal des boîtes de pétri utilisées) chez les fragments traités non seulement avec de l'eau mais aussi avec les sèves des trois variétés de bananier. L'analyse de variance portée sur la croissance radiale moyenne du champignon, montrait une différence significative entre les différents traitements ($p < 0,001$). La croissance radiale du champignon était significativement élevée chez les fragments traités à l'eau et aux sèves de Tchon et de Sotoumon et faible chez ceux traités à la sève d'Aloga.

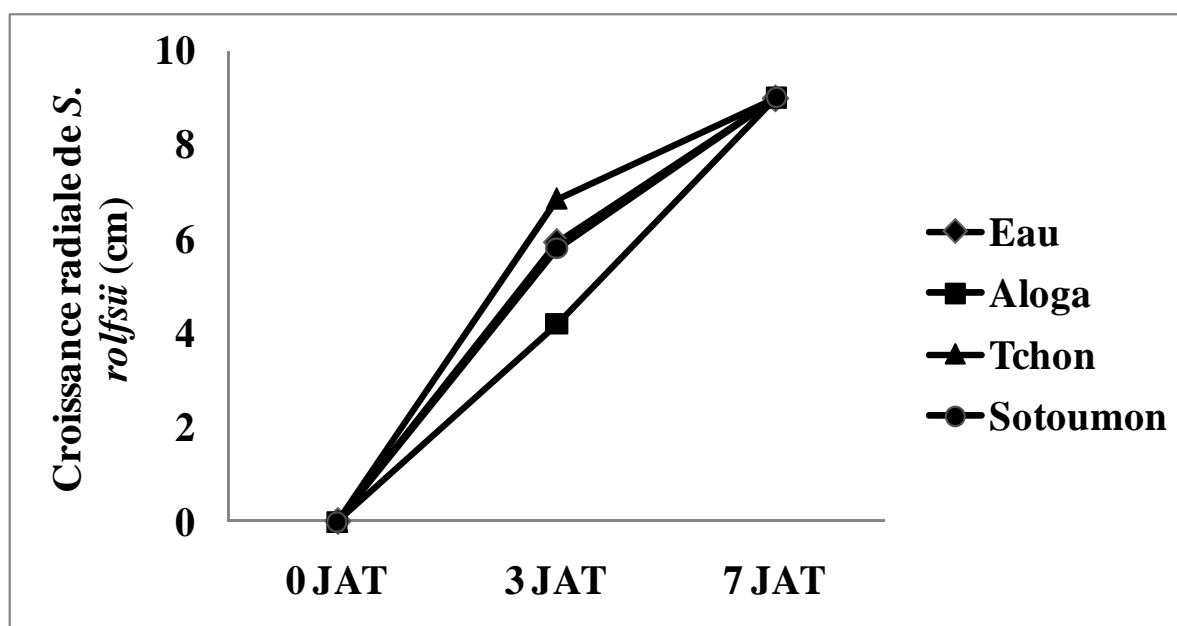


Figure 2A. Croissance radiale de *Sclerotium rolfsii* après séjour de 2 jours dans la sève des pseudo-troncs des variétés de bananier Tchon, Aloga et Sotoumon (Essai 1). JAT = Jour Après Traitement.

Essai 2: Lorsque l'essai est répété suivant la même méthodologie que l'essai 1, des résultats similaires sont obtenus du point de vue germination du champignon. Le champignon a poussé sur toutes les boîtes traitées à la sève des 3 variétés de bananier (figure 2B). La croissance radiale moyenne du champignon était rapide chez les fragments traités à la sève de Sotoumon et à l'eau et lente chez ceux traités à la sève d'Aloga et de Tchon. A 7 JAT, elle était 9 cm environ chez les fragments traités à l'eau et à la sève de Sotoumon et respectivement 3,6 cm et 5,4 cm chez les fragments traités à la sève d'Aloga et de Tchon. L'analyse statistique portée sur la croissance radiale moyenne du champignon, montrait une différence significative entre les traitements ($P = 0,0394$). La croissance radiale du champignon était significativement élevée chez les fragments traités avec de l'eau, et aux sèves de Sotoumon et de Tchon et faible chez les fragments traités à la sève d'Aloga.

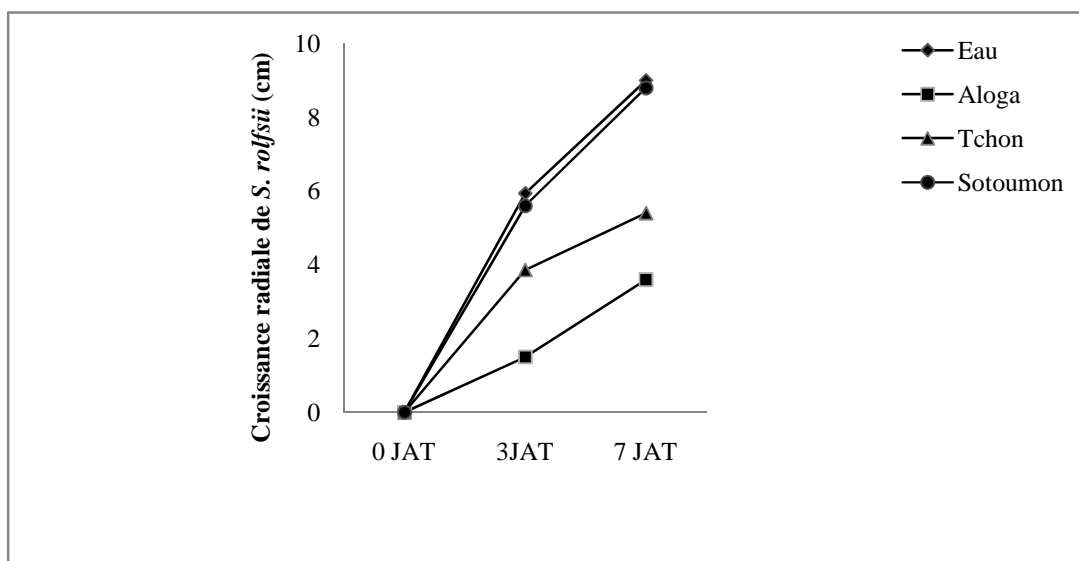


Figure 2B. Croissance radiale de *Sclerotium rolfsii* après séjour de 2 jours dans la sève des pseudo-troncs des variétés de bananier Tchon, Aloga et Sotoumon (Essai 2). JAT = Jour Après Traitement.

Développement de *Sclerotium rolfsii* sur milieu de culture à base des sèves

Le champignon a poussé aussi bien sur le milieu de culture préparé à base de l'eau que sur ceux préparés à base des sèves des pseudo-troncs (figure 3).

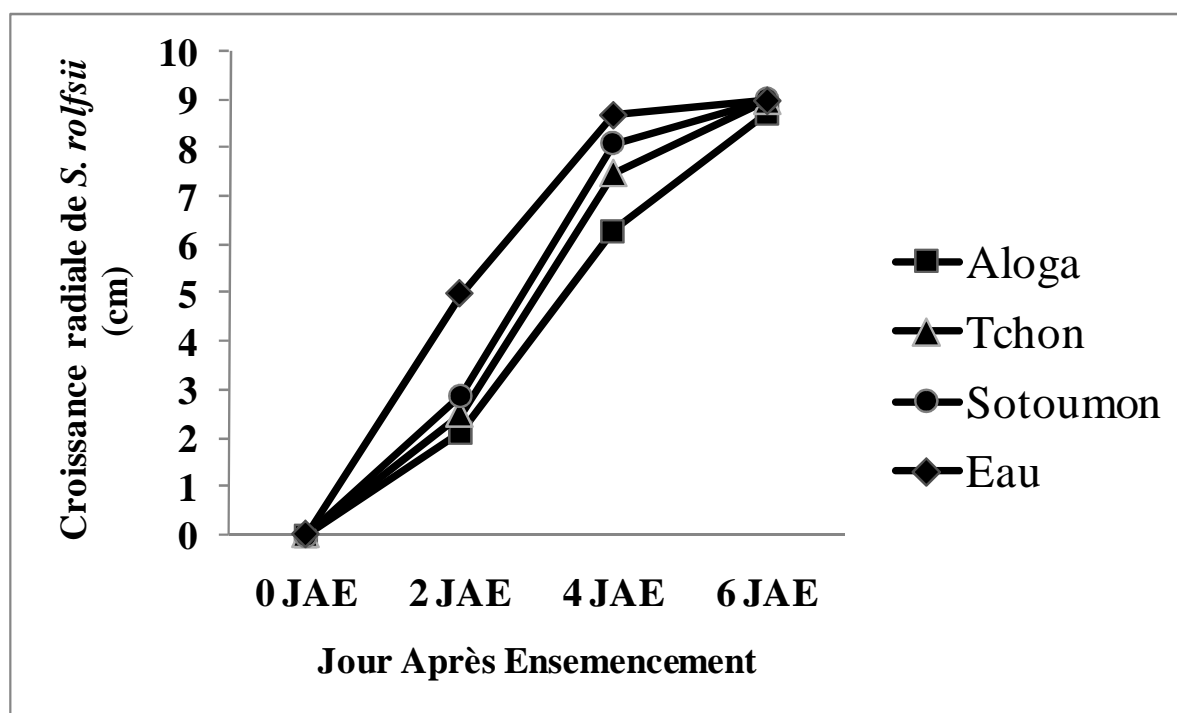


Figure 3. Croissance radiale du champignon *Sclerotium rolfsii* sur milieu de culture préparé à base des sèves des variétés de bananier Aloga, Tchon et Sotoumon

La croissance radiale moyenne du mycélium la plus élevée est obtenue avec les milieux préparés à base de l'eau. A deux JAE (Jour Après Ensemencement), elle était 2,5 cm sur les milieux nutritifs à base de sève et 5 cm sur le milieu nutritif à base de l'eau. A quatre JAE, la croissance radiale moyenne était 7,3 cm sur les milieux à base des sèves et de 8,7 cm sur le milieu à base de l'eau. A six JAE, toutes les

boîtes sont remplies de mycélium et de sclérotés avec une croissance radiale de 9 cm qui est le diamètre maximal des boîtes de pétri utilisées. L'analyse de variance portée sur la croissance radiale moyenne du champignon, n'a montré aucune différence significative ($P = 0,658$).

Effet de la sève de pseudo-tronc de bananier appliquée par arrosage et par mulch au collet des plants de tomate inoculés

La réaction des plants de tomate inoculés face à la sève de pseudo-tronc de bananier a varié en fonction des variétés (figure 4). L'analyse de variance portée sur le pourcentage moyen des plants flétris, a montré une différence significative entre les traitements ($P = 0,0185$). Le pourcentage de flétrissement le plus élevé est enregistré au niveau des plants inoculés et non traités (50%) suivi de ceux traités à la sève de Sotoumon (33,3%). Par contre les pourcentages de flétrissement les plus faibles sont enregistrés au niveau des plants traités à la sève de Tchon (4,2%) suivis des plants traités à la sève d'Aloga (16,6%). Lorsque les pseudo-troncs des bananiers sont hachés (coupés en petits morceaux) et appliqués en mulch au collet des plants, seuls les plants sans mulch ont flétri. L'analyse de variance portée sur le pourcentage moyen de plants flétris, montre également une différence significative entre les traitements ($P = 0,0361$). Le pourcentage de plants flétris était 41,5% chez les plants de tomate sans mulch (témoin) et 0% chez les plants de tomate traités avec mulch quelle que soit la variété de bananier jusqu'à 28 JAT qui est la fin de l'expérimentation (figure 5).

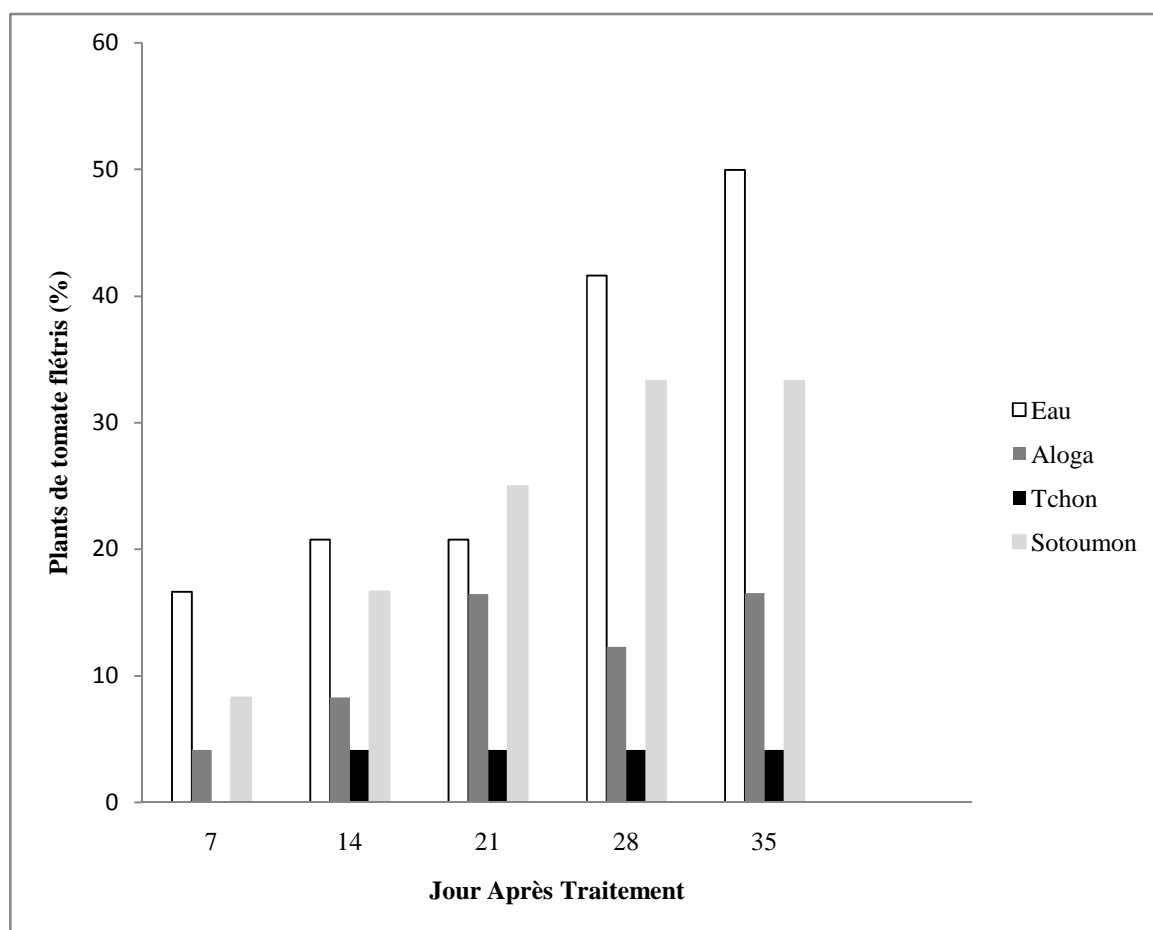


Figure 4. Effet de la sève de pseudo-tronc de bananier apportée par arrosage au collet des plants de tomate inoculés sur le développement du champignon *Sclerotium rolfsii*

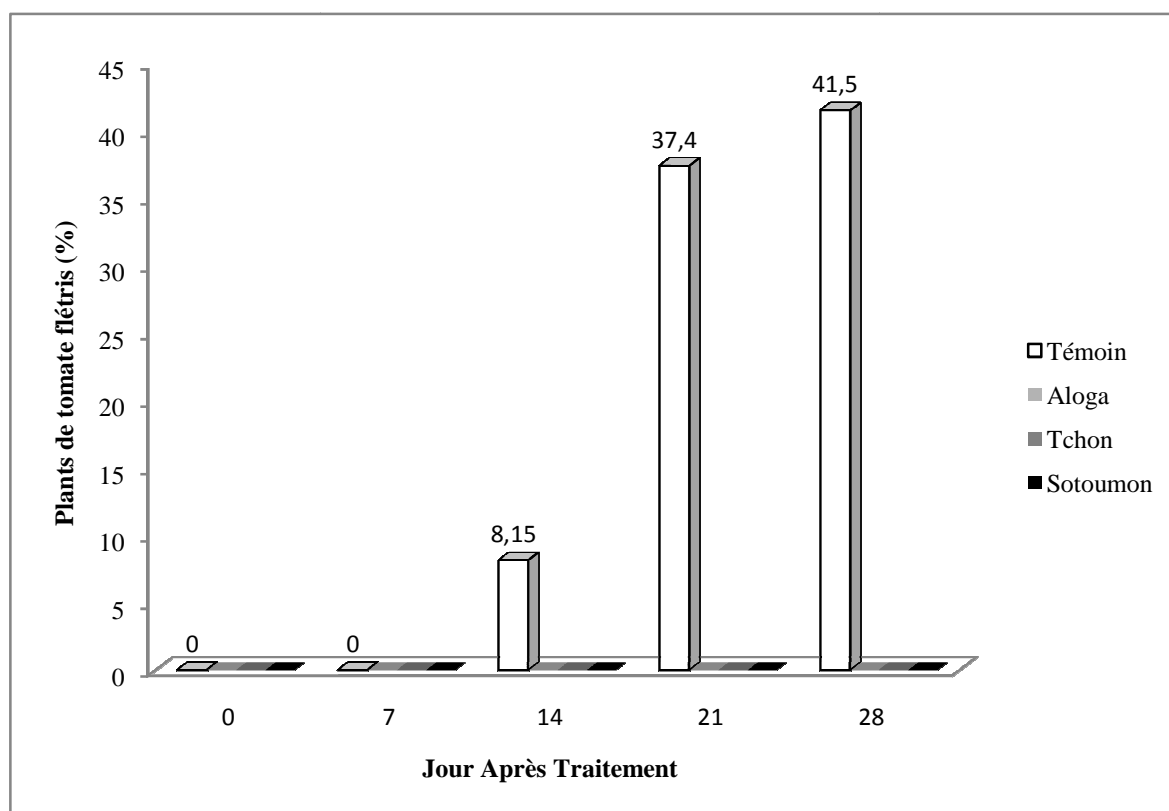


Figure 5. Effet de la sève de pseudo-tronc de bananier apporté par mulch au collet des plants de tomate inoculés sur le champignon *Sclerotium rolfsii*; Témoin = plant non traité

DISCUSSION

Des 10 isolats de *S. rolfsii* isolés et testés, seul l'isolat SrKL1 provenant de la commune de Klouékanmè est le plus virulent et utilisé pour la suite des essais. Son choix est dû au fait qu'il est le plus agressif en produisant abondamment de mycélium et de sclérotés et en provoquant après son inoculation aux plants sains le maximum de plants de tomate morts qui s'élevait à 90%. Lorsque le champignon est cultivé au laboratoire sur les milieux préparés à base des sèves du pseudo-tronc des diverses variétés de bananier, il a poussé de façon similaire sur ces milieux de cultures et sur celui préparé à base de l'eau. De la même manière, lorsque le champignon a séjourné pendant deux jours dans la sève avant d'être transféré sur les milieux de culture stériles, il a également germé. Mais la vitesse de germination du champignon est faible aussi bien pour les fragments du champignon traités aux sèves des trois variétés que pour les fragments ensemencés sur milieux préparés à base des différentes sèves comparativement au témoin traité à l'eau simple. Ce résultat démontre que ces sèves renferment une substance qui freine le développement du champignon. Les résultats des figures 2 et 3 montrent une légère variabilité de l'efficacité des sèves sur le champignon. La sève de la variété Aloga est plus efficace que celles de Tchon et de Sotoumon. Cette variabilité de l'efficacité serait liée à la variabilité de concentration des différentes sèves en principe actif. Sotoumon est la variété la plus riche en sève et dont la sève est la moins efficace contre *S. rolfsii*. Cela s'explique par le fait que le principe actif de sa sève serait plus dilué comparativement à celui de la variété Tchon et d'Aloga. Ce résultat montre que plus un pseudo-tronc est chargé de sève, moins sa sève est efficace.

En sous abri lorsque les plants de tomate inoculés sont traités aux sèves des pseudo-troncs des différentes variétés de bananier, des flétrissements sont enregistrés quelle que soit la variété de bananier. Le flétrissement enregistré chez les plants traités est faible comparativement aux plants non traités. Ces résultats confirment que les pseudo-troncs de bananier testés contiennent des molécules actifs contre *S. rolfsii* mais à des doses faibles. Les résultats montrent également que la sève de la variété Tchon a provoqué 4,2% de plants flétris contre 16,6% et 33,3% respectivement chez Aloga et Sotoumon. La sève

de la variété Tchon qui a provoqué moins de plants flétris en screen house est moyennement efficace sur milieu de culture. Ces résultats dénotent une instabilité dans l'efficacité des sèves au sein d'une même variété de bananier.

Dans le cas où la sève des différentes variétés de bananier est apportée par mulch au collet des plants de tomate inoculés, aucun flétrissement de plants n'est enregistré du début jusqu'à la fin de l'essai. Ce résultat de 0% de plants flétris serait dû au fait que le champignon est en contact permanent avec la sève au collet des plants de tomate inoculés. Cette présence constante de la sève aurait non seulement inhibé la germination des sclérotés mais également détruit leurs constituants. Ce résultat démontre que la sève de pseudo-tronc de bananier n'a d'effet sur le champignon *S. rolfsii* que si ce dernier y séjourne pendant un temps donné. Toribio (1989) cité par Messiaen *et al.* (1991) a également rapporté que les pseudo-troncs de bananier hachés ont un effet défavorable sur *S. rolfsii* et que l'action la plus remarquable est celle du jus de rachis de régime de banane qui est identifié efficace en arrosage au collet des plants même après dilution à 10%. De même les travaux de Sikirou *et al.* (2010) portés sur l'effet fongicide du jus de rachis du régime de banane ont montré que ce sous produit du bananier est efficace sur le champignon *S. rolfsii* non seulement chez les plants inoculés en pots mais également dans les conditions du champ sur les plants naturellement infectés.

La réduction de la vitesse de croissance du mycélium sur les milieux de culture préparés à base des sèves, le faible nombre de plants flétris dans les pots traités comparativement aux pots non traités démontrent encore une fois que la sève du pseudo-tronc renferme une matière active qui freine le développement du champignon. Ces résultats corroborent ceux de Barre *et al.* (2000) qui ont montré que la banane et son pseudo-tronc contiennent des protéines qui possèdent des activités anti-microbiennes. Il est également révélé que le leucocyanidin extrait des pulpes du plantain non mûr et le leucocyanidin synthétique ont les mêmes effets protecteurs contre les érosions provoquées par l'aspirine (Lewis *et al.*, 1999). Considérant les résultats de Barre *et al.* (2000) et ceux de Lewis *et al.*, (1999), les composés anti-fongiques du pseudo-tronc seraient probablement des protéines antimicrobiennes ou le leucocyanidin.

En dehors de l'efficacité de la sève du pseudo-tronc de bananier apporté en mulch au collet des plants de tomate inoculés révélée dans le présent document, l'efficacité d'autres extraits botaniques contre *S. rolfsii* est démontrée. Les travaux de Adandonon (2004) ont aussi révélé que l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* est efficace contre le champignon *S. rolfsii*. De même, les travaux de Ahohuendo *et al.* (2005) portant sur l'efficacité des extraits aqueux de quelques espèces botaniques, contre la fonte de semis du niébé causée par *S. rolfsii* ont montré que l'extrait aqueux de *Cymbopogon citratus* à la concentration de 5% et ceux de *Hyptis suaveolens*, *Carica papaya*, et *Azadirachta indica* à la concentration de 15% ont inhibé le développement de *S. rolfsii*. Les études de Jalal et Ghaffar (1992) sur les propriétés anti-fongiques d'*Ocimum sanctum* ont montré que l'extrait de ces feuilles a complètement inhibé la germination de *S. rolfsii*. Les extraits aqueux d'*Allium sativum*, de *Datura alba* et de *Witana somnifera* ont inhibé la germination d'*Alternaria alternata* et de *Myrothecium roridum* (Mughal *et al.*, 1998).

En comparant les résultats de cette étude à celles de Toribio (1989) cité par Messiaen *et al.* (1991) et de Sikirou *et al.* (2010), le jus de rachis du régime de banane est plus efficace que la sève du pseudo-tronc du bananier contre le champignon *S. rolfsii*. La sève du bananier n'est efficace sur le champignon qu'en apport par mulch. Ces résultats démontrent que les composés anti-fongiques (le principe actif) sont plus concentrés dans le jus de rachis du régime de banane que dans la sève du pseudo-tronc. L'inefficacité des sèves apportées par arrosage aux collets des plants, serait liée à leurs faibles concentrations en principe actif. Selon les résultats de Sikirou *et al.* (2010) et ceux du présent travail, le pseudo-tronc d'un bananier est plus gorgé d'eau que son rachis et contient même plus de 100 fois au kilogramme le volume du jus d'un rachis.

CONCLUSION

La sève du pseudo-tronc de bananier appliquée en arrosage aux collets des plants malades inhibe le développement du champignon *S. rolfsii* mais ne le détruit pas. Toutefois, lorsqu'elle est appliquée par mulch, elle est efficace contre le champignon. Pour traiter les plants contre *S. rolfsii* dans les conditions de champ (chez les producteurs) et dans celle de pot (chez les pépiniéristes et fleuristes), la pratique de mulch est la plus appropriée, la plus disponible et la moins coûteuse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achbani, E.H., D.E. Tourvieille, D. Labrouhe, 2000: Collar rot caused by *Sclerotium rolfsii*, a new sunflower disease in Morocco. Notes de recherche. *Cah. Agric.* 9 (3): 191-192.
- Adandonon, A., 2004 : Fonte de semis et pourriture au collet des plants de niébé causés par *Sclerotium rolfsii* au Bénin. PhD. Université de Pretoria, South Africa, 150p.
- Ahohuendo, B.C., K.T. Ingram, A. Ahanchede, 2005: Efficacy of leaf extracts from some higher plants against *Sclerotium rolfsii* sacc., causal agent of damping-off disease of cowpea. *Annales des Sciences Agronomiques*, 7(1): 1-15.
- Aycock, R., 1966: Stem rot and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii*, North Carolina. *Ag Expt Stn Tech Bull*, 174: 1-102.
- Barre, A., W.J. Peumans, L. Menu-Bouaouiche, E.J.K. Van Damme, G.D. May, A.F. Herrera, F. Van Leuven, P. Rouge, 2000: Purification and structural analysis of an abundant thaumatin-like protein from ripe banana fruit. *Planta*, 211, 791-799.
- Best, R., D.A. Lewis, N. Nasser, 1984: The anti-ulcerogenic activity of the unripe plantain banana (*Musa* species). *Br J Pharmacol*, 82(1): 107-116.
- David, B.L., 2006: Medicine at your Feet: Healing Plants of the Hawaiian Kingdom *Musa* spp. (Ma'i'a) "A weed is a plant whose virtues have not been discovered" Ralph Waldo Emerson. (edt), Roast Duck Production. 15p.
- Erinle, D.I., 1977: Vascular and other wilt disease of dry season tomato in the Nigeria savanna. *Samaru Agric. Newsletter*, 19: 35-41.
- Garen Kenneth, H., 1991: Control of *Sclerotium rolfsii* through cultural practices. *Phytopathology*, 51, 120-124.
- Grichar, W.J., 1995: Management of stem rot of peanuts (*Arachis hypogaea*) caused by *Sclerotium rolfsii* with fungicides. *Crop Prot.*, 14(2): 111-115.
- Hagan, A.K., J.R. Weeks K, Bowen, 1991: Effects of application timing and method on control of southern stem rot of peanut with foliar-applied fungicides. *Pean. Sci.*, 18(1): 47-50.
- Jalal, A.O., A. Ghaffar, 1992: Antifungal properties of *Ocimum sanctum* L. National Symposium on the Status of Plant Pathology in Pakistan. Univ. of Karachi., 283-287.
- Lewis, D.A., W.N. Fields, G.P. Shaw, 1999: A natural flavonoid present in unripe plantain banana pulp (*Musa sapientum* L. var. *paradisica*) protects the gastric mucosa from aspirin-induced erosions. *J. Ethnopharmacol.*, 65(3): 283-288.
- Messiaen, C., D. Blancard, F. Rouxel, R. Lafon, 1991: Les maladies des plantes maraîchères. INRA, 389p.
- Milliken, W., B. Albert, 1996: The use of medicinal plants by the yanomani indians of Brazil. *Econ. Bot.* 50(1): 10-25.
- Mughal, M.A., M.A. Nasir, S.A.A. Bokhari, 1998: Antifungal properties of some plant extracts. *Pak. J. Phytopath.*, 10: 62-65.
- Orhan, I., 2001: Biological activities of *Musa* species. *J. Fac. Pharm. Ankara.*, 30(1): 39-50.
- Osuinde, M.I., F.E.O Ikediugwu, 1995: *Fusarium oxysporum* and *Pseudomonas solanacearum* cause wilt diseases of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in south-western Nigeria. *Nigerian Journal of Plant Protection*. Vol. 15.
- Pane, A., F. Raudino, S. Adornetto, G. Proietto Russo, S.O. Cacciola, 2007: Blight of english Ivy (*Hedera helix*) caused by *Sclerotium rolfsii* in Sicily. *Plant Dis.* 91(5): 635.
- Punja, Z.K., R.G. Grogan, T. Unrhu, 1982: Comparative control of *Sclerotium rolfsii* on golf greens in northern California with fungicides, inorganic salts, and *Trichoderma* spp. *Plant Dis.* 66,1125-1128.
- Sharma, B.S., V.N. Pathak, B. Kalpna, 1990: Fungicidal management of root rot of sugar beet induced by *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Indian J. Mycol. Plant Pathol.*, 20(3): 207-210.
- Sikirou, R., L. Afouda, A. Zannou, G. Gbèhounou, F. Komlan, 2001: Diagnostic des problèmes phytosanitaires des cultures maraîchères au Sud Bénin: cas de la tomate, du piment de l'oignon et du gombo. In: Agbo B.P., Isidore T.I., Adjanohoun A., Sagbohan J., Ganglo J., Bankolé C., Igué K., Matthes A. (eds.), Recherche agricole pour le développement. Actes de l'atelier Scientifique 2 Programme régional Sud-centre du Bénin Niaouli 12-13 Décembre 2001, 102-125.
- Sikirou, R., 2005: Quelques méthodes de lutte contre la fusariose de la tomate. In: Adjanohoun, A., Bankolé C., Hodonou H., Igué K., Agbo B. P. (eds.). Recherche agricole pour le développement. Actes de l'Atelier Scientifique National 5ème Edition. Abomey Calavi 14-17 décembre 2004. 388-397.
- Sikirou, R., F. Beed, V. Ezin, G. Gbehounou, S.A. Miller, K. Wydra, 2009: First Report of Bacterial Wilt of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Caused by *Ralstonia solanacearum* in Benin. *Plant Dis.*, 93 (5): 549.
- Sikirou, R., A. Zannou, G. Gbèhounou, F. Tosso, F. Assogba Komlan, 2010: Fungicide effect of banana column juice on tomato southern blight caused by *Sclerotium rolfsii*: Technical and economic efficiency. *African Journal of Agricultural Research*. 5(23): 3230-3238.

Suleiman, M.N., S.A. Emua, 2009: Efficacy of four plant extracts in the control of root rot disease of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp. *Afr J Biotech* 8(16): 3806-3808.

Tasiwal, V., V.I. Benagi, Y.R. Hegde, B.C. Kamanna, K.R. Naik, 2009: In vitro evaluation of botanicals, bioagents and fungicides against anthracnose of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. *Karnataka J. Agric. Sci.* 22(4): 803-806.

Toribio, J.A., 1989: Suppression du *Sclerotium rolfsii* par amendement organique du sol. PhD. Université des Sciences et Techniques du Languedoc.

Wokocho, R.C., 1988: Relationship between the population of viable sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in soil to cropping sequence in the Nigerian savanna. *Plant and Soil*, 106(1): 146-148.

Wokocho, R.C., 1990: Integrated control of *Sclerotium rolfsii* infection of tomato in the Nigerian savanna: effect of *Trichoderma viride* and some fungicides. *Crop Protection*, 9, 231-234.