

**Nom et Prénom : ALBATNAN ABDELMOTI**

**Date de soutenance : 26/12/2020**

**Directeur de Thèse : A. OUZZANI TOUHAMI**

**Sujet de Thèse :**

**Etat de l'utilisation de la désinfection chimique des sols cultivés au Maroc et Contribution à l'introduction de biofumigants et de bio-Stimulants d'origine végétale et fongique pour lutter contre les pathogènes telluriques du système racinaire du Fraisier et de la Tomate**

**Résumé :**

Une enquête a été réalisée auprès des producteurs de la tomate et de la fraise respectivement dans le Souss Massa et le Gharb-Loukkos sur l'état de l'utilisation de la désinfection du sol et les produits utilisés au Maroc. Les différentes réponses des producteurs contactés ont montré que la désinfection chimique est généralisée à 98% et 97% respectivement utilisant principalement le Metam sodium et le Dichloropropene 70% à 95%. Or, 73% des producteurs ont montré leur intention d'utiliser des alternatives biologiques aux désinfectants chimiques, dans le Souss Massa contre seulement 7% dans le Gharb-Loukkos. L'alternative en option était le Dazitol utilisé par 47% des agriculteurs dans le Souss-Massa alors que dans le Gharb-Loukkos ils n'y pensaient pas. 80% des enquêtés dans le Souss Massa et 100% dans le Gharb-Loukkos étaient prêts à changer pour le biologique si son prix est équivalent à celui du chimique.

L'analyse mycologique des échantillons de plants de fraisier ramenés de 3 fermes à My Bouselham et 4 à Laouamra (Gharb-Loukkos), visitées de février à avril 2013 a révélé la présence de 39 espèces de champignons. Les principales espèces identifiées sur la partie aérienne sont Botrytis cinerea avec un pourcentage de contamination de 90,3%, suivi par Alternaria alternata 88,1%, Cladosporium cladosporioides 33,3%, C. herbarum 53,1%, Colletotrichum acutatum 49,3% sur la Splendor à Gnafda et Ghdira. C. gleosporioides (25%) sur Festival à Gnafda, Epicoccum purpurascens (35.5%) sur Camarossa à Gnafda et Mucor sp. (33.3%) sur Splendor à Ghdira. La colonisation de la rhizosphère est marquée par 12 espèces dominées par Cylindrocarpon destructans (57.8%), Rhizoctonia solani (46.8%) Fusarium oxysporum (30.8%). La contamination par B. cinerea est plus importante à My Bouselham sur les feuilles et fruits (94% à Gnafda et 91.46% à Dradra) qu'à Laouamra (44.4% à Ghdira et 52.8% à Ouled Hamou). Le pourcentage de contamination par C. acutatum était de 50% sur les fraises à Ghdira pour Splendor, plus élevés que ceux relevés à Dlalha, Gnafda, Ouled Hamou et Frular (17%). Cependant, R. solani a eu une forte contamination à Gnafda (53,3%); C. destructans a fortement affecté 4 variétés dans 5 exploitations atteignant 56,3% et F. oxysporum n'a pas dépassé 30%.

Durant la campagne fraisicole 2013-2014, des visites ont été menées dans trois exploitations de production des fraises à Dlalha, Ouled Aguille et Gnafda dans le Gharb. Avec de faibles variations de température, humidité et conditions physico chimiques spécifiques du sol, une forte infestation de nématodes associés au système racinaire du fraisier a été notée dans les divers échantillonnages. La plus faible valeur détectée lors de la première visite est de 1000 unités/g de sol, qui a progressé à 5000 unités/g de sol à la deuxième visite dans la dernière visite elle a reculé à 1500 unités/g de sol. 13 espèces de champignons ont été isolées des racines du fraisier. Le Rhizoconia solani a atteint 36% chez Festival à la première visite et 26,72% dans la deuxième chez l'exploitation de Dlalha alors qu'il est présent à 18% dans la deuxième visite à Ouled Aguille et 13,6% à Gnafda. Les Fusarium spp (1 & 2) ont été faiblement isolé (7,08%). Le C. gleosporioides a atteint (12%) et le Phytophthora sp. (15,8%).

En fin octobre 2014, un essai sous serre installé à la Faculté des sciences de Kénitra a permis de comparer le traitement par un produit à base de la souche marocaine de Trichoderma asperellum (SMis 1) avec un biostimulant du commerce le Karmen flow sur la culture du fraisier. Ainsi, le suivi du développement de la rosette en fonction du temps a fini par distinguer au quatrième relevé que le traitement Trichoderma avec Karmen flow (D) en différé et le Trichoderma seul (C) ont donné les meilleurs résultats, 42,66 et 38,92 cm chez Camarosa ; 36,33 et 33,83 cm chez la variété Festival et 28,80 et 22,88 chez Splendor respectivement. La longueur des feuilles la plus importante est enregistrée dans le billon (D) pour les

variétés Splendor (28,67 cm) et Camarossa (35,00 cm) et dans les billons (A) et (D) pour Festival (27,33 et 26,00 cm). De même, la longueur des racines est importante dans le billon (D) pour les 3 variétés respectivement 28 cm (Festival), 24,33 cm (Splendor) et 23 cm (Camarossa). La production totale des fraises a été la plus élevée chez les variétés Spendor et Camarosa respectivement 1554,6 g et 1496,30 g pour les traitements (D) et (C). La variété Festival a donné une meilleure production dans les billons (A) et (C) respectivement 1589,4 et 1498,7 g. Les isollements réalisés ont permis de montrer que *T. asperellum* a pu coloniser totalement les racines des plants de fraisier lors des traitements (B), (C) et (D). Les pourcentages d'isolement des pathogènes sont faibles à nuls chez ces traitements ; alors que pour le témoin, ils de 14 % pour *Colletotrichum gloeosporioides* chez Camarosa, de 15% et 44% chez Festival et Splendor pour *Fusarium*.

Un essai expérimental a été installé en octobre 2015 visant à faire le choix d'une méthode d'application du produit à base de la souche marocaine de *T. asperellum* (SMis 1), parmi trois voies, foliaire, racinaire et combinée pour protéger et stimuler le système racinaire des cultures du fraisier et de la tomate. Le nombre de feuilles par plant de fraisier a augmenté en fonction du temps. Au quatrième relevé, il a atteint 23,33 pour le combiné, 23 pour le foliaire, 14 pour le racinaire contre 9 pour le Témoin. Les valeurs agronomiques les plus importantes sont obtenues par le traitement combiné suivi par le traitement foliaire pour le diamètre de la rosette (24,00 - 23,05 cm) ; la longueur de la partie aérienne (21,17 – 20,03 cm) par rapport au témoin respectivement 17,33 et 16,00 cm. Par contre, la longueur des racines a été importante pour les 3 traitements variant de 26,33 à 28,67 cm par rapport au témoin 19,33 cm. Inversement, le traitement foliaire a permis d'avoir une production totale en fraises sur quatre dates de récolte de 813,10 g suivi par le traitement combiné (737,70 g) par rapport au témoin (640,60 g).

Un effet de stimulation est observé chez les plants de tomate ayant subi les différents traitements par le produit à base de *T. asperellum*. Au deuxième relevé, le nombre de feuilles par plante a atteint 44,66 pour le traitement combiné, 43,33 pour le racinaire, 35,33 pour le foliaire par rapport au témoin 26,67. La mesure des paramètres agronomiques a montré que le traitement combiné a permis d'avoir une longueur de la partie racinaire de 82,33 cm et une production totale des tomates de 12,702 Kg.

**Mots-clés :**

Fraisier, Tomate, sol, désinfection, Dazitol, Karmen flow, *Trichoderma asperellum*, système racinaire, stimulation, paramètres agronomiques, protection.

**Abstract :**

A survey was carried out among tomato and strawberry producers respectively in Souss Massa and Gharb-Loukkos on the state of use of soil disinfection and the products used in Morocco. The various responses from the producers contacted showed that chemical disinfection is generalized at 98% and 97%, respectively, mainly using Metam sodium and Dichloropropene 70% to 95%. However, 73% of producers have shown their intention to use organic alternatives to chemical disinfectants, in Souss Massa against only 7% in Gharb-Loukkos. The optional alternative was the Dazitol used by 47% of the surveyed farmers in Souss-Massa while in Gharb-Loukkos they did not think about it. 80% of respondents in Souss Massa and 100% in Gharb-Loukkos were ready to switch to organic if its price is equivalent to that of chemical.

Mycological analysis of samples of strawberry plants brought from 3 farms in My Bouselham and 4 in Laouamra (Gharb-Loukkos), visited from February to April 2013 revealed the presence of 39 species of fungi. The main species identified on the aerial part are *Botrytis cinerea* with a 90.3% contamination percentage, followed by *Alternaria alternata* 88.1%, *Cladosporium cladosporioides* 33.3%, *C. herbarum* 53.1%, *Colletotrichum acutatum* 49.3% on the Splendor in Gnafda and Ghdira. *C. gloeosporioides* (25%) on Festival in Gnafda, *Epicoccum purpurascens* (35.5%) on Camarossa in Gnafda and *Mucor* sp. (33.3%) on Splendor in Ghdira. The colonization of the rhizosphere is marked by 12 species dominated by *Cylindrocarpon destructans* (57.8%), *Rhizoctonia solani* (46.8%) *Fusarium oxysporum* (30.8%). Contamination by *B. cinerea* is greater in My Bouselham on leaves and fruits (94% in Gnafda and 91.46% in Dradra) than in Laouamra (44.4% in Ghdira and 52.8% in Ouled Hamou). The percentage of *C. acutatum* contamination was 50% on strawberries in Ghdira for Splendor, higher than those found in Dlalha, Gnafda, Ouled Hamo and Frular (17%).

However, *Rhizoctonia solani* had a strong contamination in Gnafda (53.3%); *C. destructans* strongly affected 4 varieties on 5 farms reaching 56.3% and *F. oxysporum* did not exceed 30%.

During the 2013-2014 strawberry season, visits were carried out to three strawberry production farms in Dlalha, Ouled Aguile and Gnafda in Gharb. With slight variations in temperature, humidity and specific physicochemical conditions of the soil, a strong infestation of nematodes associated with the root system of strawberries was noted in the various samples. The lowest value detected on the first visit is 1000 units / g of soil, which increased to 5000 units / g of soil on the second visit, in the last visit it decreased to 1500 units / g of soil. 13 species of fungi were isolated from the roots of the strawberry plant. *Rhizoconia solani* reached 36% at Festival at the first visit and 26.72% in the second at the Dlalha farm while it is present at 18% in the second visit at Ouled Aguile and 13.6% at Gnafda. *Fusarium* spp. (1 & 2) were poorly isolated (7.08%). *C. gloeosporioides* reached (12%) and *Phytophthora* sp. (15.8%).

By end of October 2014, a greenhouse test installed at the Faculty of Sciences of Kénitra made it possible to compare the treatment with a product based on the Moroccan strain of *Trichoderma asperellum* (SMis 1) with a commercial biostimulant Karmen flow on the crop strawberry. Thus, the follow-up of the development of the rosette diameter of strawberry plants through time ended up distinguishing in the fourth reading that the “*Trichoderma* treatment followed by Karmen flow” (D) on a delayed basis and “*Trichoderma* alone” (C) gave the best results, 42.66 and 38.92 cm in Camarosa; 36.33 and 33.83 cm for the Festival variety and 28.80 and 22.88 for Splendor respectively. The longest leaf length is recorded in the ridge (D) for the Splendor (28.67 cm) and Camarossa (35.00 cm) varieties and in the ridges (A) and (D) for Festival (27.33 and 26.00 cm). Likewise, the length of the roots is important in the ridge (D) for the 3 varieties respectively 28 cm (Festival), 24.33 cm (Splendor) and 23 cm (Camarossa). Total strawberry production was highest in Splendor and Camarosa varieties 1554.6 g and 1496.30 g respectively for treatments (D) and (C). The Festival variety gave better production in the ridges (A) and (C) respectively 1589.4 and 1498.7 g. The isolations carried out made it possible to show that *T. asperellum* was able to completely colonize the roots of strawberry plants during treatments (B), (C) and (D). The percentages of pathogen isolation are low to zero in these treatments; while for the control, they are 14% for *Colletotrichum gloeosporioides* for Camarosa, 15% and 44% for Festival and Splendor for *Fusarium*.

An experimental trial was set up in October 2015 aimed at choosing a method of applying the product based on the Moroccan strain of *T. asperellum* (SMis 1), among three routes, foliar, root and combined to protect and stimulate the root system of strawberry and tomato crops. The number of leaves per strawberry plant increased over time. In the fourth reading, it reached 23.33 for the combined, 23 for the foliar, 14 for the root against 9 for the Control. The most important agronomic values are obtained by the combined treatment followed by the foliar treatment for the diameter of the rosette (24.00 - 23.05 cm); the length of the aerial part (21.17 - 20.03 cm) in relation to the control 17.33 and 16.00 cm respectively. On the other hand, the length of the roots was important for the 3 treatments varying from 26.33 to 28.67 cm compared to the 19.33 cm control. Conversely, the foliar treatment resulted in a total strawberry production over four harvest dates of 813.10 g followed by the combined treatment (737.70 g) compared to the control (640.60 g)

A stimulating effect is observed in the tomato plants which have undergone the various treatments with the product based on *T. asperellum*. At the second survey, the number of leaves per plant reached 44.66 for the combined treatment, 43.33 for the root, 35.33 for the foliar compared to the control 26.67. The measurement of the agronomic parameters showed that the combined treatment made it possible to have a length of the root part of 82.33 cm and a total tomato production of 12.702 Kg.

**Keywords :**

Strawberry, Tomato, soil, disinfection, Dazitol, Karmen flow, *Trichoderma asperellum*, root system, stimulation, agronomic parameters, protection.