

Effet de la solarisation sur *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse responsable d'un syndrome associant nécroses racinaires et flétrissement sur piment (*Capsicum annum* L.) en Tunisie

Naïma Boughalleb* & M. El Mahjoub

Keywords: Pepper- *Capsicum annum* L.- Solarization- *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse- Mycological analysis

Résumé

L'analyse mycologique du sol prélevé à partir des parcelles solarisées et celles non solarisées a montré que l'inoculum du sol est composé principalement par *Fusarium* spp. La solarisation a permis de réduire la densité de cet inoculum sans l'éradiquer.

Les isolations effectuées à partir des plantes de piment flétries a révélé leur infestation par *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse en se basant sur les observations microscopiques des différentes structures.

Le suivi du pourcentage de plantes flétries a montré une réduction notable au niveau des parcelles solarisées par rapport à celles non solarisées. De même l'impact de la solarisation sur les critères agronomiques a montré une amélioration de la vigueur et par conséquent du rendement de la culture de piment.

Summary

The Effect of Soil Solarization on *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse, Responsible for Syndrome Associating Root Rots and Damping-off of Pepper (*Capsicum annum* L.) in Tunisia

Mycological analysis of soil collected from solarized plot and non solarized plot showed that the inoculum of soil is composed mainly by *Fusarium* spp. The solarization permitted to reduce the density of this inoculum. Isolations done from peppers wilted plants have revealed the infestation by *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse. This was on the basis of microscopic observation of different structures.

It is assumed that the percentage of wilted plant showed a considerable reduction in solarized plot. In the same time, the impact of the solarization on the agronomic criteria showed an improvement of the vigour and also of the yield.

Introduction

En Tunisie, le piment (*Capsicum annum* L.) représente (en terme de superficie cultivée) la cinquième spéculation maraîchère après la tomate, le melon-pastèque, la pomme de terre et l'oignon. En Afrique, la Tunisie est le troisième producteur de piment après le Nigeria et l'Égypte, le troisième exportateur (en terme de tonnage) après le Maroc et l'Afrique du Sud (FAO, 1996) (1).

Les rendements de piment en Tunisie sont de l'ordre de 12,5 t/ha. Ces valeurs sont relativement faibles par rapport à celles observées dans d'autres pays méditerranéens comme le Maroc (14 t/ha), la Grèce (23 t/ha), l'Italie (28 t/ha) et l'Espagne (35 t/ha). Les faibles rendements obtenus en Tunisie sont probablement dus à l'impact des infestations parasitaires. En effet, *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *Parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse, l'agent causal des

nécroses racinaires et du flétrissement des plantes (syndrome du flétrissement du piment en Tunisie) est un parasite dévastateur de cette culture surtout dans les régions du Sahel tunisien. Ce problème prend de plus en plus d'importance en culture de primeur en Tunisie. L'agent causal de cette maladie est capable, à partir d'une attaque au niveau du collet, de provoquer par ramollissement humide (pourriture), la mort très rapide des plantes à différents stades après flétrissement brusque sans jaunissement préalable. Les tiges atteintes brunissent vers leur base et sont souvent rétrécies au niveau du sol. Sur les feuilles, en cas de très forte humidité, ce pathogène provoque l'apparition de petites taches rondes ou irrégulières, ayant l'aspect d'une brûlure au début. Elles s'agrandissent et deviennent par la suite brun clair, tandis que les parenchymes des limbes prenant

Laboratoire de Phytopathologie, Département des Sciences Biologiques et de la Protection des Plantes- Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Élevage de Chott-Mariem, 4042. Sousse, Tunisie.

*: e-mail: bougtn@yahoo.fr

Reçu le 13.09.04. et accepté pour publication le 10.11.04.

une consistance papyracée à leur emplacement, se craquellent parfois (2).

Comme tous les champignons du sol, ce pathogène est difficile à maîtriser. Cependant, certaines techniques, telle que la solarisation, ont prouvé leur efficacité quant à la diminution de l'ampleur des maladies dues aux champignons telluriques. La solarisation est définie comme étant un traitement solaire du sol qui permet une désinfection partielle des sols, faisant appel à un film transparent de plastique (polyéthylène ou autre) avec humidification des sols auparavant (7). Ceci est réalisé avant la plantation et durant les mois les plus chauds de l'année (pendant 4 à 6 semaines) afin d'y concentrer la chaleur solaire. L'élévation des températures, leurs variations journalières et la forte humidité font entrer en activité les formes de conservation des agents pathogènes et induisent leur destruction (11).

Des travaux réalisés par Tjames et Makkrynakis (13) révèlent une efficacité notable de la solarisation sur la maîtrise de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Schlechtend. Fremend. W.C. Snyder & H.N. Hansen et *Verticillium dahliae* Kleb. attaquant le melon. En effet, une destruction massive de leurs formes de conservation dans le sol, chlamydospores et microsclérotés, a été notée d'où un abaissement du niveau d'attaque.

En Grèce, Bourbos et Skoudriadakis (3) ont étudié la possibilité de contrôler la verticilliose de la tomate causée par *V. dahliae* sous serre par un traitement thermosolaire de 10 semaines. Ils ont pu éradiquer le pathogène dans la parcelle solarisée alors que ce champignon a été isolé, conservé avec un taux élevé (1380-1800 propagules/g de sol sec) dans le sol non solarisé.

En plus, le traitement thermosolaire améliore le développement et le rendement des cultures. Startour (1990, cité par Gamliel et al. (5)) a mené une étude en Egypte pour tester l'efficacité de la solarisation quant à l'augmentation et l'amélioration de la croissance et du rendement de la tomate. Il s'est avéré que les plantes des parcelles solarisées se développent mieux alors que, dans la parcelle non solarisée, seulement 50% des plantes se développent normalement tandis que les autres sont perdues à cause du développement des mauvaises herbes et des maladies causées par *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, *Rhizoctonia solani* et *Alternaria* spp. Katan et al. (8) ont remarqué une meilleure croissance des plantes issues des parcelles traitées, amélioration qui a été estimée à 56% par rapport à celle des parcelles témoins.

En Tunisie, certains travaux ont montré l'efficacité de cette technique pour réduire le taux d'inoculum des parasites telluriques. Chétata (4) a montré que le traitement thermosolaire des sols, pour lutter contre les champignons telluriques pathogènes sur aubergine, est capable de réduire l'inoculum dans le sol, d'améliorer le rendement et de réduire la

population des plantes nuisibles.

Plus récemment, Triki et al. (14) ont mis en évidence l'efficacité de la solarisation sur la réduction des populations de *Pythium aphanidermatum* et de *Fusarium solani* ainsi que l'effet favorable sur le développement de la culture de la pomme de terre en Tunisie.

Actuellement, la méthode de lutte utilisée pour réduire l'impact de *Phytophthora nicotianae* sur piment consiste à verser une solution du mélange commercial métalaxyl et manèbe (40 g + 192 g/hl) au pied des plantes (Ben Aïcha, communication personnelle). Cependant, les résultats obtenus sont peu satisfaisants, en plus de l'apparition des symptômes de phytotoxicité sur les feuilles d'où l'idée de réaliser un essai de traitement thermosolaire (solarisation) combiné avec un traitement chimique préventif et de suivre les effets sur l'évolution de l'inoculum du sol.

Matériel et méthodes

1. Mise en place de l'essai

L'essai a été conduit durant la campagne 2000/2001. Il a été réalisé chez un agriculteur de la région de Monastir en collaboration avec la Station d'appui de Nebhana à Monastir. Le choix de cet agriculteur est basé sur le niveau des attaques par *Phytophthora* spp. sur piment, observées durant la campagne 1999/2000. Deux abris serres ont été choisis pour l'essai. Elles sont orientées nord-sud, abritées par des brises vents, ont des dimensions respectivement de 52 et 64 m de longueur; 8,5 m de largeur et 3,2 m de hauteur et sont de forme héli-sphérique. Le film de couverture est un polyéthylène à simple paroi, âgé de 2 ans.

Le précédent cultural était le piment. Après arrachage des plants, élimination des débris de culture et préparation du sol, une submersion à l'eau fût réalisée pour ramener le sol à sa capacité au champ. La pose de la couverture plastique transparente sur la moitié de la serre a eu lieu le 15/07/2000 et son retrait le 12/09/2000. La solarisation du sol a donc duré près de 8 semaines.

Après le dégagement du plastique, un ameublissement du sol a été effectué au niveau des deux serres de l'essai. Une pré-irrigation fut réalisée le 25/10/2000 et répétée le 26/10/2000. La plantation a eu lieu le 27/10/2000. La variété plantée est le B26 caractérisée par sa précocité et dont les plants ont été fournis par le GIL (Groupement Interprofessionnel des Légumes). Les densités de plantation pour la serre 1 et la serre 2 sont respectivement 948 plants et 1215 plants soit en moyenne 2 plants/m² pour les deux serres. On compte 8 rangées par serre, soit 4 rangées dans chacune des parcelles solarisées et non solarisées.

2. Dispositif expérimental

La mise en place du plastique et l'application du traitement par le Ridomil 5G est conforme au dispositif expérimental schématisé de la manière suivante:

Parcelle non solarisée + Ridomil 5G (T3)	Témoin (T1)	Bloc I
Parcelle solarisée (T2)	Parcelle solarisée + Ridomil 5G (T4)	
Témoin (T1)	Parcelle non solarisée + Ridomil 5G (T3)	Bloc II
Parcelle solarisée + Ridomil 5G (T4)	Parcelle solarisée (T2)	

C'est un dispositif expérimental en split plot en blocs complètement aléatoires avec deux blocs et 4 traitements. Le Ridomil 5G est appliqué à la dose de 150 g/l et ce par un arrosage, à raison de 100 ml, au niveau des collets des plantes de piment.

3. Prélèvement des échantillons

Après la mise en place de l'essai, des échantillons du sol ont été prélevés à différentes parcelles (solarisé et non solarisé) pour les deux serres et à des différentes profondeurs (15 cm, 30 cm); on a effectué vingt sondages pour que l'échantillon soit représentatif. Pour chaque parcelle élémentaire, les échantillons sont mélangés pour obtenir les échantillons globaux suivants:

Echantillon I: serre 1 solarisée
Echantillon II: serre 1 non solarisée
Echantillon III: serre 2 solarisée
Echantillon IV: serre 2 non solarisée.

4. Analyse biologique des échantillons de sol

Les échantillons ainsi obtenus sont séchés à l'air libre pendant deux semaines, puis broyés. En passant d'un échantillon à l'autre, l'outil de travail a été stérilisé pour éviter la contamination.

4.1. Méthode d'isolement des microsclérotés de *Verticillium dahliae*

Le broyat obtenu est tamisé en utilisant deux tamis de maille 0,04 mm dans le but d'éliminer le maximum de particules de sol qui ont une grosseur inférieure ou supérieure à celle des microsclérotés, sachant que le diamètre de ces derniers est de l'ordre de 0,05 mm. Quinze grammes du sol ainsi obtenu sont pesés, puis lavés trois fois successivement, en employant 100 ml d'eau pour chaque lavage. Ceci est suivi d'une bonne agitation et d'une décantation de 30 secondes, pour enfin éliminer, par une micropipette, l'eau excédentaire surtout pour le 3^{ème} lavage. L'échantillon ainsi obtenu est mis dans une boîte à Pétri et sera séché à l'air libre. Ensuite, l'échantillon est de nouveau broyé pour obtenir une poudre dont 1 g est mis dans 10 ml d'eau distillée stérile pour obtenir un filtrat. Un ml de ce filtrat est mis dans chaque boîte de Pétri contenant un milieu gélosé spécifique au *Verticillium*. Nous avons réalisé 3 répétitions à 10 boîtes de Pétri chacune.

4.2. Méthodes d'isolement des chlamydospores du *Fusarium* spp.

Les échantillons du sol ont été broyés puis tamisés

à travers un tamis de 0,250 mm. N'ayant aucune idée sur l'*inoculum* potentiel de départ au niveau du sol à analyser, des essais préliminaires ont été effectués, pour tous les échantillons, avec différentes concentrations en faisant varier à chaque fois la quantité en grammes de sol tamisé à mettre dans le volume de 100 ml d'eau distillée stérilisée. Ainsi, les solutions du sol suivantes: 0,15; 0,25; 0,5; 1 et 1,5% ont été essayées. La solution de 0,15% a permis une bonne lecture et de visualiser convenablement les colonies de *Fusarium* spp. facilitant ainsi leur comptage. A partir de cette solution du sol ainsi obtenue et sous la hotte à flux laminaire, un volume de 1 millilitre est versé dans une boîte de Pétri contenant le milieu spécifique pour *Fusarium* spp. (9).

5. Isolement du *Phytophthora nicotianae* à partir des plants

Dans l'objectif d'identifier l'agent pathogène responsable des symptômes de flétrissement du piment, on a procédé à l'arrachage de quelques plants à partir desquels des isollements de pathogènes sont alors effectués. Le milieu sélectif des pythiacées (milieu Malt) mis au point par Ponchet et *al.* (10) est utilisé.

Les échantillons des plantes malades sont lavés à l'eau courante du robinet, découpés en morceaux (au niveau du collet) puis désinfectés une première fois par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 5% pendant quelques minutes; la deuxième désinfection se fait par un nouveau trempage dans l'alcool à 95° pendant 30 secondes, puis les échantillons sont rincés à l'eau distillée stérile et séchés. Ils sont ensuite déposés sur milieu de culture dans des boîtes de Pétri stériles. Toutes ces opérations doivent être nécessairement réalisées sous une hotte à flux laminaire. En fin, les boîtes d'isolement sont mises en incubation dans une étuve à une température de 24 °C et à l'obscurité. Après une durée d'incubation de 5 jours, on obtient un développement mycélien sur ce milieu de culture; des repiquages sont alors effectués sur milieu PG, à base de pois, pour observer les formes sexuées (oospores) et/ou les sporanges (12).

6. Suivi de la culture

Pendant la campagne de culture, l'agriculteur a pratiqué les apports suivants:

Amendements organiques (fumier): 5 t/serre.

Amendements chimiques:

- fumure de fond: super phosphate 45%:
25 kg/serre,
- fumure de couverture: ammonitre 33,5%:
75 kg/serre,
nitrate de potasse 20 kg/serre.

L'irrigation est pratiquée à la gaine perforée tous les 15 jours durant les premiers mois (Décembre-janvier-février-mars) à raison de 10 m³/irrigation/serre et tous les 8 jours et durant les mois de mai - juin à raison de 15 m³/irrigation/serre.

L'eau d'irrigation provient du barrage de Nebhana ayant environ 1 g de résidus secs.

L'entretien de la culture s'est limité aux binages, buttages, tuteurages et aération de la serre en cas de nécessité. Le suivi de l'essai est réalisé par des visites régulières tous les 3 à 4 jours pour détecter:

- Le nombre de plants présentant les symptômes de flétrissement, le poids des fruits récoltés et la vigueur des quelques plants pris au hasard comme échantillon par parcelle élémentaire. En tenant compte de l'effet des bordures et des manquants, une moyenne de 220 plants par parcelle élémentaire pour la serre 1 et de 300 plants pour la serre 2 ont fait l'objet de ce suivi.
- Le nombre de récolte des fruits de piment était de 5 depuis le 19/2/2001 jusqu'au 15/5/2001. Le poids total par parcelle élémentaire est alors noté séparément.

Résultats et discussions

1. Isolement du *Fusarium*

Les isolements ont été réalisés à partir de deux types de sol: un sol solarisé et un sol non solarisé, à partir des deux éléments de serre.

Pour l'identification des espèces de *Fusarium* et pour la quantification de leurs populations dans le sol, on se base respectivement sur l'observation microscopique (caractères spécifiques de chaque espèce) et sur le comptage du nombre de colonies développées sur le milieu de culture dans une boîte de Pétri.

Les résultats d'isolement à partir du sol révèlent l'existence de trois espèces de *Fusarium*: *F. solani*, *F. oxysporum* et *F. roseum*. *F. solani* est la plus dominante.

Les résultats de l'isolement du *Fusarium* spp. à partir du sol prélevé des parcelles solarisées et celles non solarisées sont récapitulés sur la figure 1.

Les espèces de *Fusarium* sont des champignons telluriques ayant une faculté de résistance à l'effet létal de la solarisation par leurs formes de conservation et de résistance que sont les chlamydozoospores. Ceci a été concrétisé au niveau des sols solarisés, pour lesquels on a encore enregistré un nombre assez élevé des chlamydozoospores par gramme de sol. Cependant, on note une certaine efficacité de la solarisation qui se traduit donc par une diminution du niveau du potentiel d'inoculum de ce pathogène tellurique par rapport à la parcelle non solarisée (Figure 1).

2. *Verticillium* spp.

Les résultats de l'isolement du *Verticillium* à partir du sol, prélevé aussi bien des parcelles solarisées que celles non solarisées, sont nuls. En effet, sur le milieu de culture en boîte de Pétri, on n'a pas pu observer le développement de colonies mycéliennes. Ceci pourrait être attribué à la difficulté d'isolement de ce pathogène vasculaire à partir du sol. Mais, il en est de même pour les résultats des analyses à partir des plantes, en effet des observations microscopiques n'ont pas révélé l'existence de ce pathogène tellurique. Donc les échantillons du sol qui ont été analysés ne contiennent pas d'inoculum de *Verticillium*. D'ailleurs, aucun symptôme de rabougrissement n'a été observé dans les deux lots.

3. Isolement du *Phytophthora* à partir des plantes

Après son isolement, le *Phytophthora* spp. est resté tout au long de l'essai cultivé sur malt, substrat sur lequel, il fructifie peu. Une période de 10 à 15 jours, à une température de 26 °C et à l'obscurité, s'avère nécessaire pour avoir un développement mycélien. Les observations microscopiques ont révélé que les hyphes sont caractérisés par des parois irrégulières et uniformes (Figure 2).

Le repiquage sur milieu PG, à l'obscurité et à 25

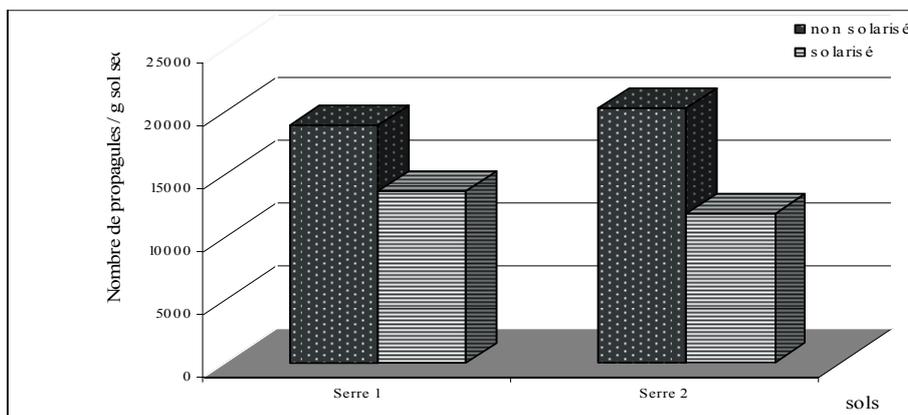


Figure 1: Nombre de chlamydozoospores par gramme de sol sec révélé dans les sols solarisés et ceux non-solarisés.

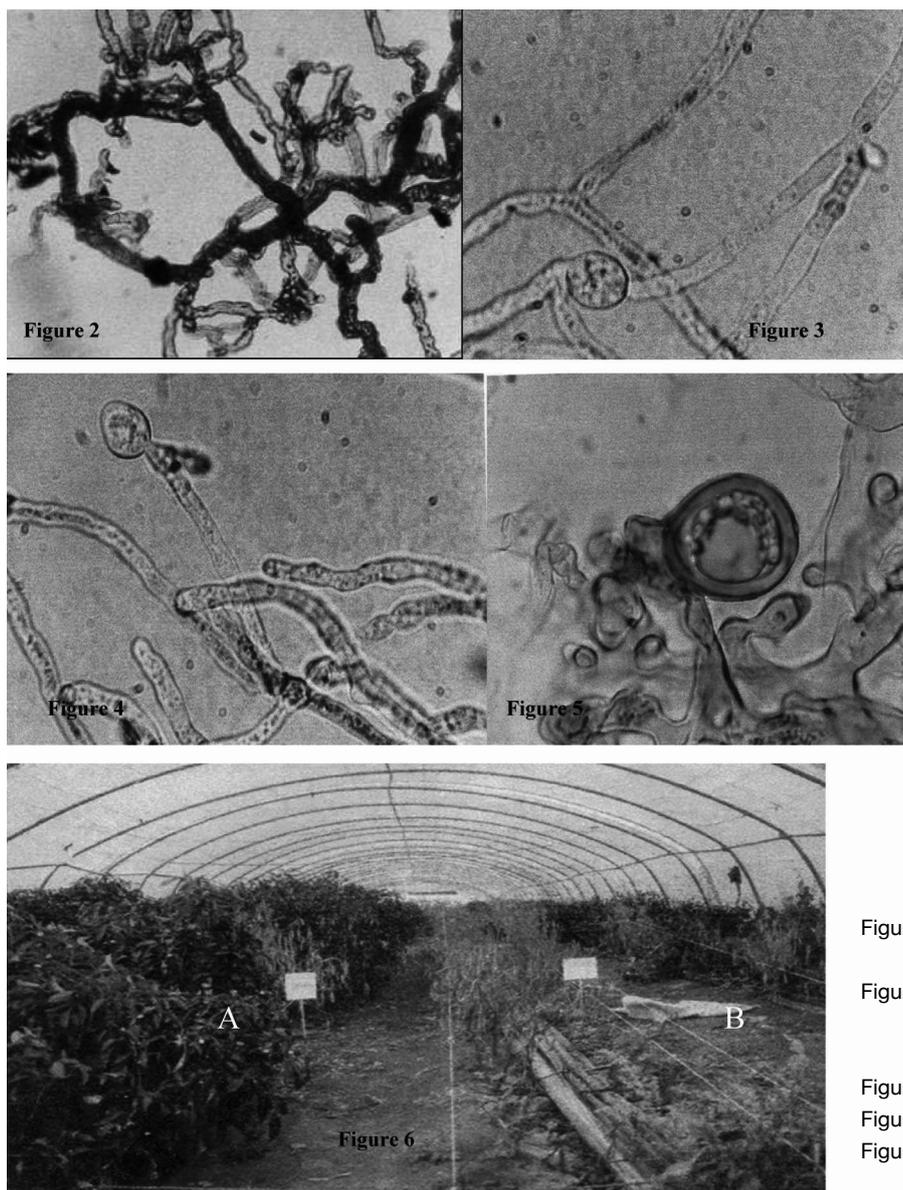


Figure 2: Mycélium coralloïde et à parois irrégulières.

Figure 3: Chlamydo-spore de forme sphérique prenant naissance à partir du mycélium.

Figure 4: Sporangie, début de formation.

Figure 5: Oospore.

Figure 6: Evolution du foyer d'inoculum au niveau de deux parcelles A et B.

°C, pendant au moins 5 jours, était favorable pour la formation des chlamydo-spores (organes de conservation) (Figure 3). Des sporanges sont produits, mais moins abondamment (Figure 4). La formation d'oospores a pu être observée (Figure 5).

Pour la détermination des espèces de *Phytophthora*, les critères utilisés sont:

- Les parois des hyphes irrégulières, caractéristique attribuée à *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*.
- Les chlamydo-spores qui sont absentes chez *Phytophthora capsici*.
- Mais, ces critères seuls nous ne permettent pas de conclure qu'il s'agisse de *P. nicotianae*.

Ce champignon a été identifié par Allagui *et al.* (2) comme étant *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*.

4. Influence de la solarisation sur le taux de flétrissement

Les symptômes détectés sur les plantes attaquées ont été notés aussi bien sur les parcelles solarisées

que celles non solarisées pour les deux abris serres (Figure 6). Toutefois, pour la première serre, un petit foyer de plantes flétries a été observé et se localise à proximité de la moitié de la serre non solarisée (Figure 6A).

Les résultats des notations dès le 25/2/2001 jusqu'au 26/5/2001 nous permettent de représenter l'évolution du pourcentage des plants flétris au cours du temps en fonction du traitement (Figure 7).

Des analyses statistiques révèlent une différence non significative concernant le traitement chimique comparativement au lot témoin solarisé ou non. Ceci est observé dès la première date de notation (Figure 7). Ceci pourrait être expliqué par:

- soit que le traitement chimique avec une seule application n'est pas efficace, puisque le Ridomil est un produit fongicide systémique dont la période de rémanence ne dépasse pas 15 jours, donc une fois cette période achevée, le produit perd son efficacité

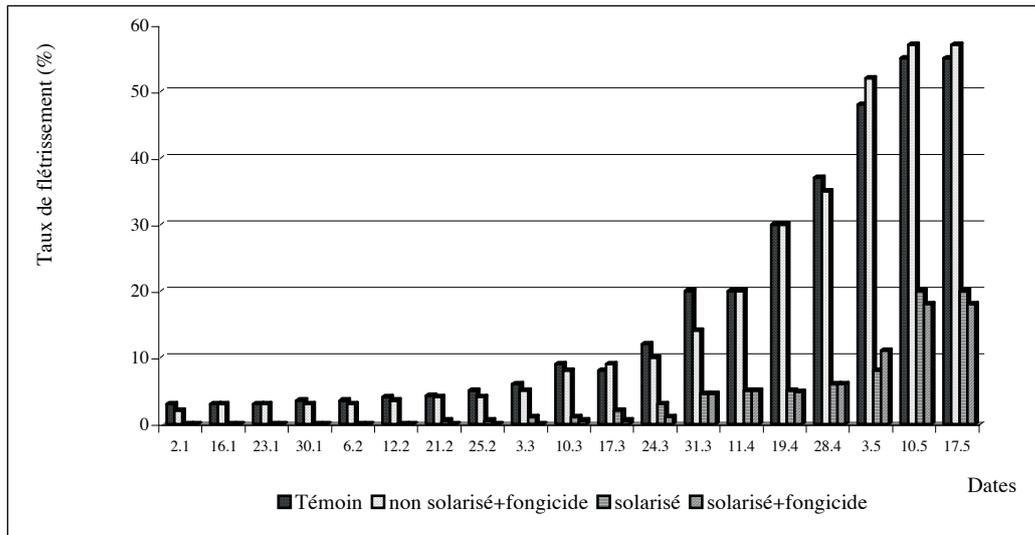


Figure 7: Evolution du taux de flétrissement (%) au cours du temps en fonction des différents traitements.

et le pathogène non tué recolonise le milieu,

- soit que l'application ne vise que les couches superficielles du sol, le champignon en profondeur se trouve donc non inhibé.

Tout de même, on en déduit que le traitement thermosolaire a effet positif sur la diminution de l'ampleur de la maladie. En effet, on peut tirer les constatations suivantes:

1- Dans les deux types de parcelles (solarisée et non solarisée) on note des symptômes de flétrissement, mais il faut noter que trois mois après la plantation, le pourcentage de flétrissement n'a pas dépassé les 2% au niveau des parcelles solarisées; par contre pour la même période, il a atteint les 9% au niveau des parcelles non solarisées.

Cette différence a été déclarée significative à travers les analyses statistiques. Il s'est avéré alors que la solarisation est efficace quant à la diminution de l'incidence de la maladie de flétrissement. Ce résultat est confirmé tout au long de la culture: ainsi vers le mois de mai (c'est-à-dire 6 mois après la plantation) le pourcentage de flétrissement atteint respectivement 25 et 50% pour les parcelles solarisées et non solarisées (Figure 7).

Donc il apparaît de nouveau clair que la solarisation abaisse le niveau de flétrissement des plantes, suite à la réduction du niveau d'inoculum dans le sol, puisque le flétrissement est en étroite relation avec l'inoculum de *Phytophthora* spp. dans le sol qui se conserve sous forme des chlamydozoospores et oospores.

2- La deuxième constatation est relative à l'augmentation très rapide du pourcentage de flétrissement vers le mois d'avril soit 167 jours après la plantation (au niveau de deux parcelles solarisée et non solarisée) (Figure 7). Ceci est attribué aux conditions climatiques qui deviennent favorables pour l'explosion de cette maladie. En effet, comme il a été déjà signalé d'après Pochard *et al.* (1976), le processus infectieux est accéléré avec l'augmentation

de la température entre 16 °C et 28 °C.

Il faut dire aussi que le foyer primaire d'inoculum pourrait augmenter et progresser suite aux irrigations et aux techniques culturales (binage, absence du paillage plastique au niveau du sol entre les lignes ou bien entre les parcelles élémentaires).

5. Hauteur des plantes (vigueur)

Les plantes prélevées à partir des différentes parcelles (solarisée, non solarisée) montrent une différence hautement significative entre la vigueur des plantes collectées des deux parcelles (solarisées et non solarisées). L'évolution des hauteurs moyennes des tiges relativement aux deux traitements est représentée sur la figure 8.

Cette différence dans la longueur des tiges peut être expliquée selon le phénomène décrit par Gamliel *et al.* (5) sous le nom de «*increased growth response*» c'est-à-dire que la solarisation induit une meilleure croissance végétative suite à une augmentation de la faune bactérienne, induisant une meilleure absorption des éléments minéraux dans le sol solarisé et donc une meilleure résistance aux divers pathogènes tel que *Phytophthora* spp.

6. Impact de la solarisation sur le rendement

Les résultats de l'action du traitement thermosolaire sur le rendement du piment sont rapportés sur la figure 9. En effet, nous avons constaté un effet stimulateur de la croissance et une amélioration du rendement de la culture de piment. Ceci est concrétisé au niveau de notre essai de solarisation sur le rendement. D'autant plus que l'analyse statistique du rendement pendant le mois d'avril montre une différence significative de la production entre la parcelle solarisée et celle non solarisée.

Il apparaît nettement que le poids moyen des fruits issus des parcelles solarisées est supérieur à celui obtenu à partir des parcelles non solarisées. Selon les récoltes,

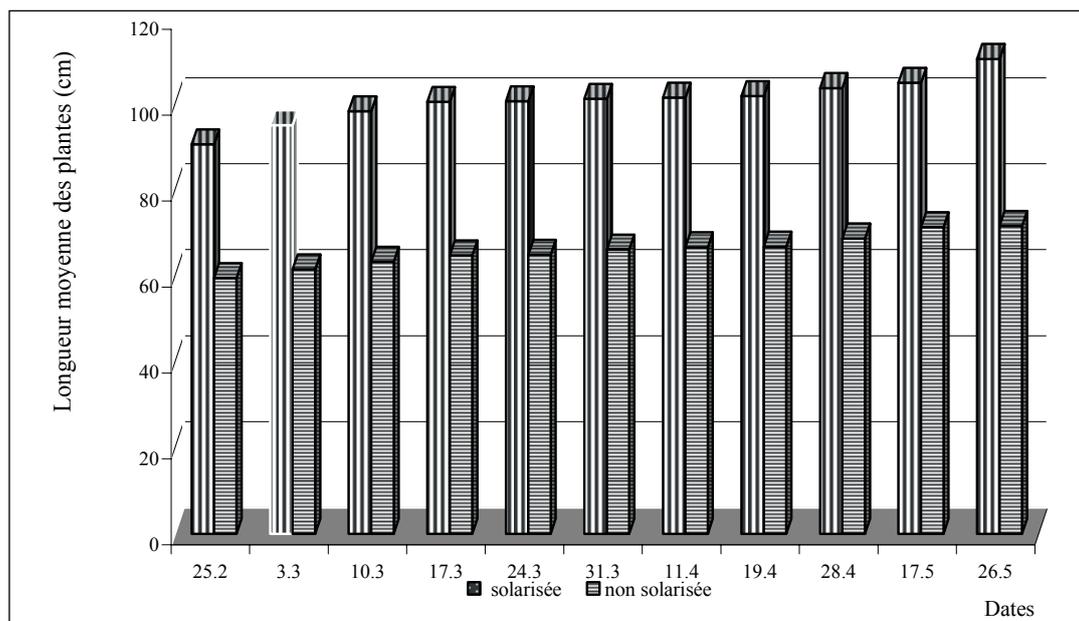


Figure 8: Evolution des hauteurs moyennes des tiges des plantes de piment en cas de parcelle solarisée et non solarisée.

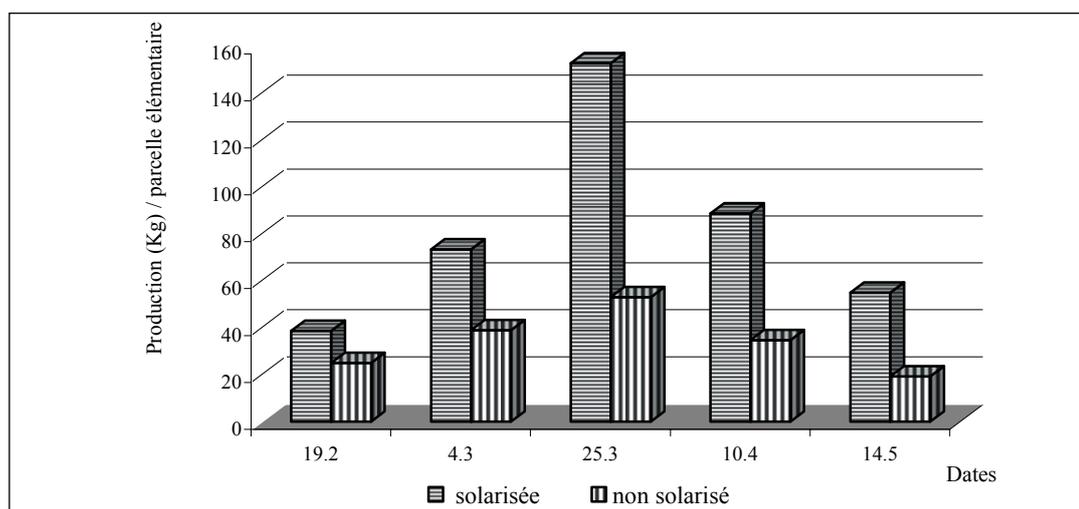


Figure 9: Récolte du piment en fonction du traitement.

les augmentations du rendement varient de 155% à 288% par rapport au témoin, l'augmentation moyenne en rendement pendant cette période est de l'ordre de 24%. Ce qui confirme bien l'effet de la solarisation sur l'augmentation du rendement (Figure 9).

Cette augmentation de la récolte est en étroite relation avec la vigueur végétative des plantes de piment. En effet, une plante plus vigoureuse, entre en production plus précocement et donne une production assez élevée ce qui a été noté au niveau des parcelles solarisées.

Pour résumer ces résultats, il faut dire que tous les paramètres déjà cités (le taux de flétrissement, la vigueur et le rendement) sont tous en étroites relations.

En effet, les parcelles qui présentent une forte production sont celles qui présentent un degré d'attaque par le champignon le moins prononcé et par la suite une vigueur végétative plus importante.

Conclusion

Le mildiou terrestre sur piment dont l'agent causal est *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* est une maladie très redoutable en Tunisie. La solarisation est une méthode de lutte qui se révèle efficace pour réduire le taux d'inoculum des champignons du sol. Même si la solarisation n'a pas permis de contrôler totalement la manifestation des symptômes de flétrissement, elle a entraîné une réduction notable de l'incidence de la maladie. La solarisation a abouti à un effet qui s'est prolongé jusqu'à 8 mois après l'enlèvement du plastique (du mois de novembre jusqu'à juin) et même plus, aussi bien en contrôlant la maladie de flétrissement du piment et qu'en stimulant la croissance et l'amélioration du rendement de la culture de piment.

Références bibliographiques

- Allagui M.B., 1999, Caractérisations morphologique, biologique et moléculaire de souches de *Phytophthora nicotianae* responsables d'un syndrome associant nécroses racinaires et flétrissement du piment (*Capsicum annum* L.) en Tunisie. Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 166 pp.
- Allagui M.B., Marquina J.T. & Mlaiki A., 1995, *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* pathogène du piment en Tunisie. *Agronomie*, 15, 171-179.
- Bourbaos V.A. & Skoudridakis M.T., 1990, Soil solarization for the control of *Verticillium* wilt of the green house tomato. 8th congress of the mediterranean phytopathological union. Agadir. Morocco, 413 pp.
- Chétata C.D., 1996, La solarisation: désinfection thermosolaire des sols en vue de lutter contre les champignons telluriques: *Fusarium oxysporum* et *Verticillium dahliae*. Mémoire de fin d'études (Cycle Ingénieur). Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Élevage, Chott-Mariem.
- Gamlieil A., Austerweil M. & Kritzman G., 2000, Non-chemical approach to soilborne pest management- organic amendments. *Crop Protection*, 19, 847-853.
- Ioannou N., Poullis C.A. & Heale J.B., 2000, Fusarium wilt of watermelon in Cyprus and its management with soil solarization combined with fumigation or ammonium fertilizers. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 30, 223-230.
- Katan J., 1981, Solar heating (solarization) of the soil for control of soil-borne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19, 211-236.
- Katan J., Greenberger A., Alon H. & Grinstein A., 1976, Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, 66, 683-688.
- Komada H., 1975, Development of a selective medium for quantitative isolation *Fusarium oxysporum* from natural soil. *Review of Plant Protection Research*, 8, 115-125.
- Ponchet J., Ricci P., Andreolli C. & Augé G., 1972, Méthodes sélectives d'isolement du *Phytophthora nicotianae* f. sp. *parasitica* (Dastur) waterh. A partir du sol. *Ann. Phytopathol.* 42, 2, 97-108.
- Staphletan J.J. & Vay J.E., 1986, Soil solarization: a non chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection*, 5, 198.
- Tello J., Vares F. & Lacase A., 1991, Analisis de muestras. In: *Manual de laboratorio, diagnostico de hongos, bacterias y nematodos fitopatogenos*. Direccion general de sanidad de la produccion agraria (éd.), Madrid, 485 pp.
- Tjames E.S. & Makkrynakis N., 1990, Control of fungal wilt diseases of melon by application of soil solarization in the field. 8th congress of the mediterranean phytopathological union, Agadir, Morocco, 413 pp.
- Triki M.A., Priou Sylvie & El Mahjoub M., 2001, Effect of soil solarization on soil-borne populations of *Pythium aphanidermatum* and *Fusarium*

Naïma Boughalleb, Tunisienne, Doctorante en Protection des Plantes à Eshe, Enseignante en phytopathologie, Ecole supérieure d'horticulture et d'élevage de Chott-Mariem, 4042 Sousse, Tunisie.

M. El Mahjoub, Tunisien, Professeur en Phytopathologie et Directeur de l'Ecole supérieure d'horticulture et d'élevage de Chott-Mariem, 4042 Sousse, Tunisie.

58th International Symposium on Crop Protection

Will be held on Tuesday May 23, 2006 at the Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, BE-Ghent, Belgium.

The symposium will focus on new developments in all aspects of crop protection.

Those who wish to present a paper at the Symposium are invited to submit an abstract, using the abstract form, before January 31, 2006.

The full programme will be able in March 2006.

Full papers or extended abstracts of both oral and poster presentations will be published in a special issue of the Journal "Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences".

Publication is expected in December 2006. Manuscripts must be submitted to the secretariat before June 30, 2006.

Accepted papers that are not presented at the Symposium, will not be published.

All practical information on the symposium can be found at our website <http://www.iscp.ugent.be>

All correspondence should be sent to the secretary general Dr. ir. Pieter Spanoghe, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links, 653, Belgium.

Tel. +32(0)9 264.60.09 - Fax +32(0)9 264.62.49

E-mail: iscp@ugent.be

Website: www.iscp.ugent.be