



Désinfection des sols en cultures maraichères

Année de démarrage : 2015
Année de fin : 2019

Partenaires
CETU Innophyt, Université de Tours ; CIRAD ; CIRAD/IRD/ SupAgro / UM2 UMR LSTM ; INRAE ; IRBI UMR CNRS 7261 Université Tours ; EBI UMR CNRS 7267 Université Poitiers ; GRAB-Avignon ; CERTIS Europe ; Delbon SARL

Responsable scientifique
Ingrid Arnault, CETU Innophyt, Université de Tours
ingrid.arnault@univ-tours.fr

Financement
Coût total du projet : 349 070 €
Subvention Écophyto : 140 930 €

Mots clés :

Tomate ; *Allium* ; *Crotalaria* ; Nématodes ; Flétrissement bactérien ; DMDS ; Mulch ; Précédent cultural ; Bâchage ; Effets non intentionnels ; Biostimulation; Allélopathie.

Contexte et principaux objectifs

En Martinique, *Ralstonia solanacearum*, la bactérie responsable du flétrissement bactérien (organisme de quarantaine), est le premier bio-agresseur des Solanacées et Cucurbitacées avec des pertes allant jusqu'à 100%. A l'heure actuelle, il s'agit d'un usage orphelin. Les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* causent 40% de pertes dans les serres de tomates du sud de la France. Seul le dichloropropène est actuellement en usage dérogatoire. Les besoins en solutions agro-écologiques permettant de sécuriser les productions sont donc très importants pour les maraîchers. Les stratégies de biocontrôle étudiées dans SERUM reposent sur la bio désinfection des sols avec des PdS (plantes de service), crotalaires et Alliées, en précédent cultural/mulch (Figures 1 et 2) et/ou enfouissement de broyat sec ou frais et, en association. Le disulfure de diméthyle (DMDS) -molécule volatile libérée par les *Allium*-représente une solution de désinfection des sols (nématodes, champignons telluriques, adventices) a déjà reçu son homologation d'agent de fumigation des sols dans plusieurs pays sur les cultures spécialisées. Ses propriétés antibactériennes contre l'agent du flétrissement bactérien ont été explorées pour une utilisation en agriculture raisonnée.

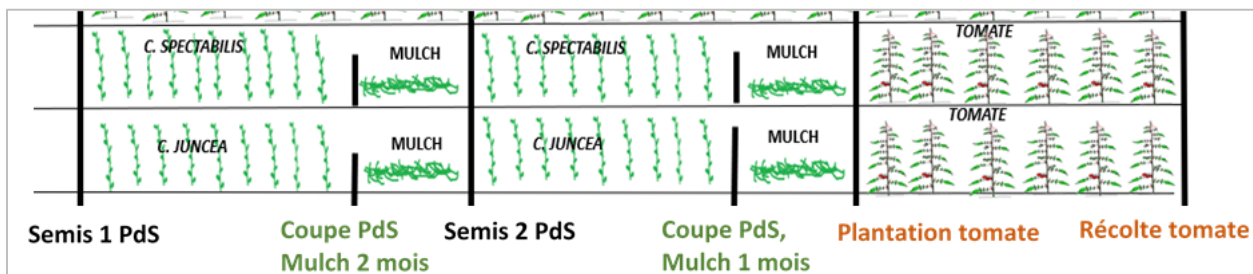


Figure 1 : mulch de *C. Spectabilis*.
Crédit photos : Ingrid ARNAULT, CETU Innophyt

Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Le projet a démontré un intérêt des plantes de service en désinfection de sol sur tomate sous trois angles différents de production et de problématiques.

- 1) Contre l'agent du flétrissement bactérien en culture tropicale, *C. juncea* positionnée en **précédent cultural de deux cycles suivi d'un mulch** (Figure ci-dessous) permet de diminuer la sévérité de la maladie.



Design de bio-désinfection en culture de tomate contre l'agent du flétrissement bactérien en Martinique.
Crédit image : Ingrid ARNAULT, CETU Innophyt

Néanmoins, cette utilisation présente des inconvénients pour les professionnels dans les itinéraires techniques. **Une utilisation de *C. juncea* en poudre ou broyat dans le sol constituerait la solution la plus réalisable.** Une filière de production de formes séchées de *C. juncea* devrait ainsi être mise en place pour une meilleure intégration dans les systèmes de culture.

Concernant la cive antillaise qui présente des effets antibactériens intéressants, son utilisation en mulch n'est pas envisageable du fait de sa haute valeur ajoutée en cuisine.

- 2) Contre les **nématodes à galles** du genre *Meloïdogyne* en métropole en **production maraîchère sous serre**, *C. spectabilis* en **précédent cultural/mulch suivi d'un enfouissement dans le sol** semble réduire les galles sur salade. L'incorporation de poudre de crotalaire au sol présente aussi des résultats intéressants de réduction de galles sur tomate.
- 3) Contre les **nématodes à galles** du genre *Meloïdogyne* en métropole **sous tunnel**, les essais dégagent timidement un intérêt de **la ciboulette et l'oignon en broyats dans le sol**. Il faut néanmoins poursuivre les recherches de design expérimental : dose optimale de broyat sec ou frais dans le sol couplée à un bâchage adéquat, utilisations en précédent cultural /mulch, association des crotalaires et *Allium sp...*

Lorsque les pressions parasitaires sont très élevées, comme cela a été le cas dans les essais nématodes et *R. solanacearum*, les PdS en précédent cultural/mulch ou en broyat dans le sol ne permettent pas toujours de sécuriser les productions. Il faudrait envisager une stratégie avec un pesticide pendant la phase culturale permettant de réduire définitivement les pathogènes.

Le projet a mis en évidence le caractère antibactérien du DMDS. Ce produit constitue une alternative prometteuse contre cette bactérie pathogène en région tropicale et potentiellement invasive pour les climats tempérés. L'avenir de l'usage avec le DMDS, actuellement orphelin, dépend de la demande d'homologation en Europe, actuellement en cours.

Concernant les effets non intentionnels, des constats plutôt positifs des PdS ont pu être établis. Ces PdS stimulent les populations microbiennes du sol et la croissance sur la tomate. Un seul effet toxique des extraits de *C. juncea* et du DMDS à des doses très fortes, qui ne sont pas celles pratiquées au champ, serait à considérer sur les cloportes.



Figure 2 : À gauche : coupe de *C. Spectabilis* ;
Crédit photos : Ingrid ARNAULT, CETU Innophyt

Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert :

La question du caractère générique de la méthode est importante pour le biocontrôle. Au regard des résultats du projet, une transposition à d'autres cultures maraichères est délicate mais possible, si et seulement si ce sont les mêmes conditions de production : tunnel, serre, plein champ. Par exemple, nous avons pu mettre en évidence sur salade un effet anti-nématode de *C. spectabilis* en précédent cultural, suivi d'un mulch.

Recherche :

Des stratégies alliant le préventif avec le PdS, en pré-culture, et le curatif avec le DMDS, au moment de la culture de tomate, permettrait de limiter définitivement les pathogènes.

Dans les perspectives et dans la mesure du possible, il conviendrait de tester cette stratégie à une rotation de culture afin de diminuer le potentiel infectieux des sols. En effet, les modes d'actions seraient différents et probablement complémentaires.

La bio stimulation par les PdS au niveau des racines de tomates et des populations microbiennes du sol suggère de renforcer des études sur la rhizosphère et les interactions symbiotiques : mycorhizes, bactéries antagonistes, bactéries ondulantes...

Publications et colloques scientifiques :

- ▶ Poster : Biocontrol and Natural Products, 25-28 septembre 2018, Perpignan. I. Arnault, P. Deberdt, G. Dubreuil, Y. Prin, P. Fernandes, H. Védie, P. Sunder, T. Fouillet, G. Dufretay, C. Souty-Grosset, N. Pourtau, M. Zimmermann, D. Giron. **Biodésinfection des sols en culture de tomate.**
- ▶ Poster : Future IPM 3.0: towards a sustainable agriculture. 16-20 Octobre 2017, Italy. **Allelopathic effects of *Crotalaria juncea* and dimethyl disulfide (DMDS) on tomato plants in the future development of a biocontrol method against root-knot nematodes.** G. Dubreuil, N. Pourtau, N. Moreau, C. Leboissetier, M. Piot, D. Giron, et I. Arnault.
- ▶ Poster : 13^e Rencontres Plantes-Bactéries. 29 janvier-2 février 2019, Aussois. **Beneficial effect of the use of the tropical legume *Crotalaria spp* for organic greenhouse vegetable production in nematodes-infested soil of South of France.** Y. Prin, F. Cussonneau, C. Le Roux, E. Tournier, B. Vincent, R. Duponnois, F. Deleuze, A. Galiana.
- ▶ Manuscrit soumis European Journal of Agronomy (depuis le 6 mars 2019). **Beneficial effect of the use of the tropical legume *Crotalaria spp* for organic greenhouse vegetable production in nematodes-infested soil of South of France.** Y. Prin, F. Cussonneau, C. Le Roux, E. Tournier, B. Vincent, R. Duponnois, F. Deleuze, A. Galiana.
- ▶ Proceedings of IX International Symposium on Soil and Substrate Disinfestation (SD 2018) 9-13 September 2018, Heraklion, Crète. **Soil disinfestation with dimethyl disulfide (DMDS) to manage the bacterial wilt of tomato in the tropics.** P. Deberdt, R. Coranson-Beaudu, C. Thibaut, N. Le Roch, T. Fouillet, P. Sunder and I. Arnault.