



Aubergine en sol

Protection alternative contre la verticilliose

2015



Claire GOILLON, APREL – Laurent CAMOIN, Chambre d'Agriculture13 – Isabelle BOYER, ARDEPI.
 Essai rattaché à l'action n°04.2015.06 : Stratégie de protection durable contre les bio-agresseurs telluriques.

1 - Thème de l'essai

Protection alternative contre la verticilliose en aubergine sous abri.

2 – But de l'essai

La verticilliose est toujours présente dans les cultures d'aubergine sous abri en Provence malgré l'utilisation quasi généralisée du greffage. Des travaux ont été effectués sur le sujet dans le cadre du projet Casdar VASCULEG mais aucune méthode alternative n'a pu être validée. Par contre, il a été mis en évidence une diversité de souches de *Verticillium dahliae* dans les sols, ce qui rend la protection plus complexe. Cet essai s'inscrit dans la continuité des expérimentations déjà effectuées. L'objectif est de limiter l'installation de la verticilliose dans la culture par deux leviers : l'amélioration de la conduite de fertirrigation et l'application de *Bacillus amyloliquefaciens* (Rhizocell C) au niveau racinaire.

3 – Facteurs et modalités étudiées

Deux facteurs sont étudiés avec chacun deux modalités.

Facteur irrigation :

- modalité témoin : conduite du producteur
- modalité pilotée avec un Monitor et un accompagnement de l'ARDEPI

Facteur traitement racinaire :

- modalité témoin : conduite du producteur avec traitement au TOPSIN 70 WG (thiophanate-methyl)
- modalité Rhizocell C (*Bacillus amyloliquefaciens* IT45) sans application de Topsin

Les deux facteurs sont croisés, chaque modalité est représentée par un tunnel entier

4 – Matériel et méthodes

4.1 Site d'implantation

Exploitation SARL RIOUSSET sur Maillane (13)

Parcelle : Bloc de 10 tunnels d'aubergine orientés Nord/Sud
 Chaque tunnel représente 1000 m² (125m x 8m).

Données culturales :

Espèce	Aubergine non greffée
Variété	Black Pearl
Densité, dispositif	0.8 plant/m ² , 4 rangs simples.
Palissage	1 ficelle/plante puis ficelles latérales
Plantation	le 2 et 4 mai
Début récolte	le 11 juin
Fin récolte	mi octobre
Blanchiment	le 20 mai

Type de sol : sol limono-argileux, très calcaire avec un bon taux de matière organique (2,5 %), Teneurs très élevées en Magnésie et faibles en Potasse

Pratiques de fertirrigation :

Origine de l'eau	forage,
Dispositif d'arrosage	Goutte à goutte jetable, 3.3 goutteurs/plant avec débit de 1.6 L/ha
Conduite d'arrosage	Quotidienne en production,
Amendement organique	Compost de déchets verts à 25 T/ha (TRADISOL). Fumure de fond localisée sur le rang avec 200 kg/ha de complet Plantin N°1 (2.5-10-0)
Conduite de fertilisation	apport de 12-61 puis engrais complet type 15 10 30

4.2 Dispositif expérimental

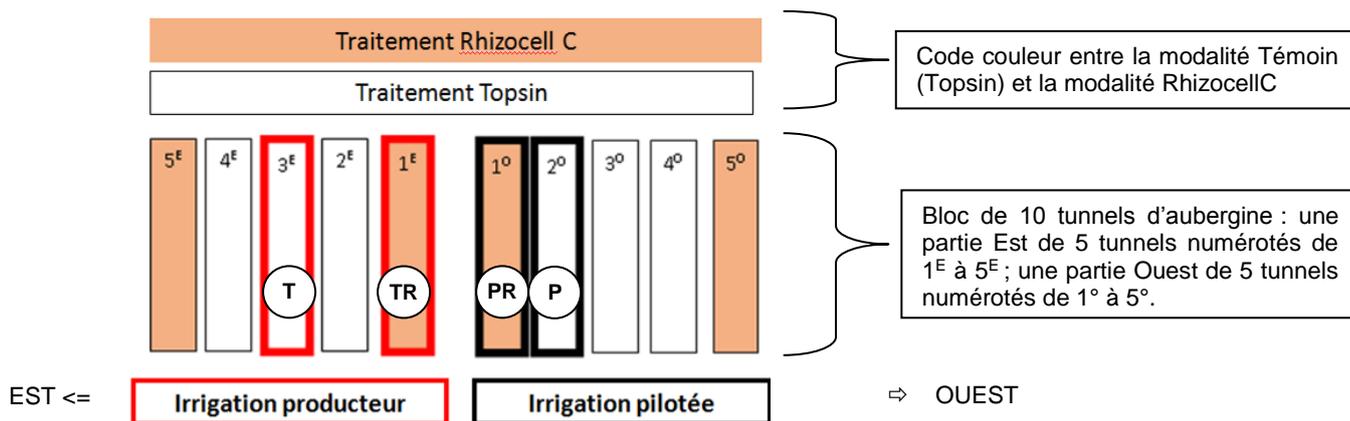
Quatre tunnels sont suivis dans le cadre de cet essai.

Tunnel T : conduite d'irrigation témoin + traitement au TOPSIN

Tunnel TR : conduite d'irrigation témoin + traitement au Rhizocell C

Tunnel P : conduite d'irrigation pilotée + traitement au TOPSIN

Tunnel PR : conduite d'irrigation pilotée + traitement au Rhizocell C



Application des traitements :

Rhizocell C : A la plantation puis tous les mois à la dose de 1 kg/ha au goutte à goutte

Topsisin : Une application 1 mois après plantation à la dose de 5 kg/ha

4.3 Observations et mesures

- Observation des plantes, suivi cultural tous les 15 jours
- Dénombrement des plantes avec symptômes de verticilliose sur l'ensemble des tunnels.
- Dénombrement des plantes « critiques » fanées ou mortes sur l'ensemble des tunnels.
- Suivi tensiométrique de la teneur en eau du sol réalisé par l'ARDEPI

En parallèle, un essai sur la gestion de la fertilisation et de l'irrigation est conduit sur cette parcelle et fait l'objet d'un autre compte-rendu :

- Analyse des teneurs en azote dans le jus pétioleaire selon la méthode Pilazo : toutes les semaines
- Analyse de l'azote disponible dans le sol par Nitratest tous les 15 jours
- Notations du producteur : quantité et type d'engrais, rendement, quantité d'eau d'irrigation.

5 - Résultats

➤ Suivi cultural

Les relevés climatiques dans la parcelle figurent en annexe. La plantation tardive a subi rapidement des chaleurs importantes en mai : les températures moyennes se situent au-dessus de 25°C dès la plantation même dans le sol. Elles ne baissent qu'à partir de mi-août sur la dernière partie de la culture. L'hygrométrie faible au début est ensuite maintenue entre 50 et 80% grâce à des bassinages réguliers à partir de fin mai.

La partie Ouest des tunnels a subi un confinement important et dans la partie Est un oubli d'arrosage a saturé une partie de la parcelle en eau. Les plantes ont marqué un jaunissement dès le début de la culture. Les tunnels sont blanchis rapidement vers le 20 mai et les plantes reprennent de la vigueur en juin. Des adventices (panic) sont présents jusqu'à fin juin au pied des plantes. En cours de culture, des coulures de fleurs importantes sont observées en juillet et occasionnent des pertes de production pendant 1 mois.

Au niveau sanitaire, la culture est conduite en PBI. De nombreux ravageurs sont observés : pucerons, acariens, fourmis, punaises mais avec un impact modérée sur la culture. Par contre, une forte attaque de botrytis sur fruits est observée en août sur des plantes très vigoureuses. La verticilliose est identifiée dès le 25 juin et les symptômes s'intensifient en cours de culture.

➤ **Suivi de fertilisation**

La culture a fait l'objet d'un suivi de fertilisation (compte rendu à part). L'apport en azote total est de 213 unités, ce qui un peu en dessous des besoins de l'aubergine sur la durée de culture. Malgré cela, les quantités de nitrates mesurées dans la plante et dans le sol montrent un confort suffisant pour répondre aux besoins de la culture. Il a même été observé une situation d'excès d'azote dans le sol entre les semaines 25 à 32 (mi-juin à début août) malgré des apports en culture faibles ne dépassant pas 10 unités d'azote/semaine. Cet excès a été mesuré dans les plantes entre les semaines 27 et 33 (de début juillet à mi-août). Il peut expliquer en partie les coulures de fleurs observées en juillet et la présence de botrytis en août.

L'apport en phosphore est très important, notamment par l'amendement en compost de déchet vert (70% des apports) et par le choix des engrais minéraux. Initialement, le sol est déjà bien pourvu en P_2O_5 donc la quantité de phosphore disponible pour l'aubergine est supérieure à ses besoins. L'effet attendu de solubilisation du phosphore par les bactéries du Rhizocell C dans la solution du sol, a sûrement été limité pour la culture.

Pour la potasse, les réserves sont moyennes mais l'apport d'engrais complet 15-10-30 assure la satisfaction des besoins pour l'aubergine.

Les pratiques de fertilisation depuis quelques années sur l'exploitation utilisent un amendement à base de déchets verts compostés. L'objectif de cet apport de masse est de favoriser la compétition biologique dans le sol pour éviter le développement de pathogènes. Les sols sont lourds, l'amendement vise aussi à permettre une structuration afin de favoriser le drainage de la parcelle.

➤ **Dates de traitements des modalités**

Il était prévu une application par mois de Rhizocell C à 1kg/ha. En réalité, après la plantation, le premier traitement à reçu par erreur 10 fois la dose prévue. La date des autres applications a alors été repoussée au mois de juillet. Pour des raisons de pression dans le réseau d'irrigation 4 tunnels sont traités sur l'ensemble de la parcelle. Seulement deux concernent l'essai.

- Application de Rhizocell C dans 1^E et 1° :
 - 23 mai 2015 : 10 kg/ha
 - 17 juillet 2015 : 1,25 kg/ha
 - 28 juillet 2015 : 1,25 kg/ha
 - 05 sept. 2015 : 1,25 kg/ha
- Application de Topsin 70 WG dans la modalité témoin à la dose de 5kg/ha (dose réglementaire de 0.1kg/hL, ramenée à la surface traitée et volume d'eau utilisé) a été effectuée au goutte à goutte le 23 mai 2015 dans les tunnels T et P.

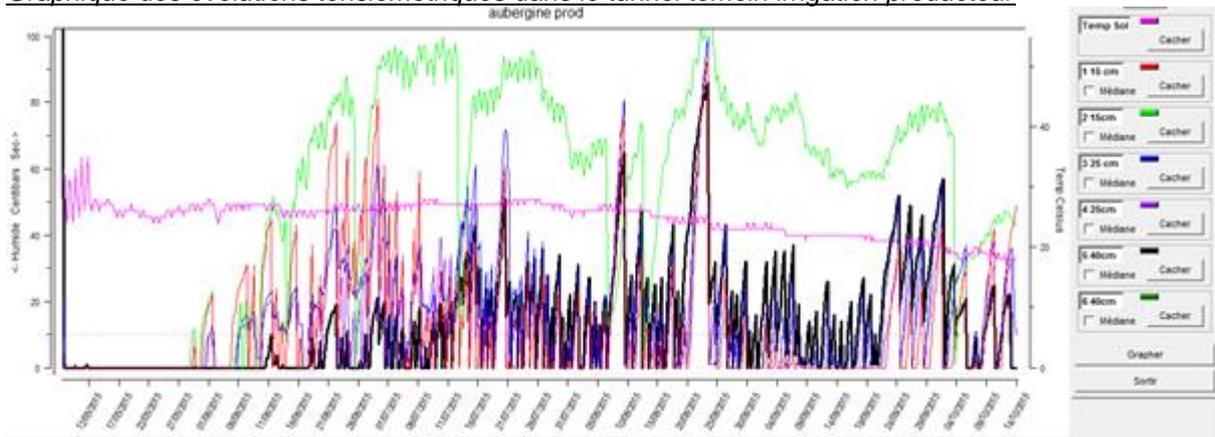
➤ **Evolution des irrigations**

Les irrigations ont été journalières sans fractionnement sauf en période de forte demande où l'arrosage au goutte à goutte a été fractionné en 2 fois. Des aspersion sont également effectuées quasi quotidiennement.

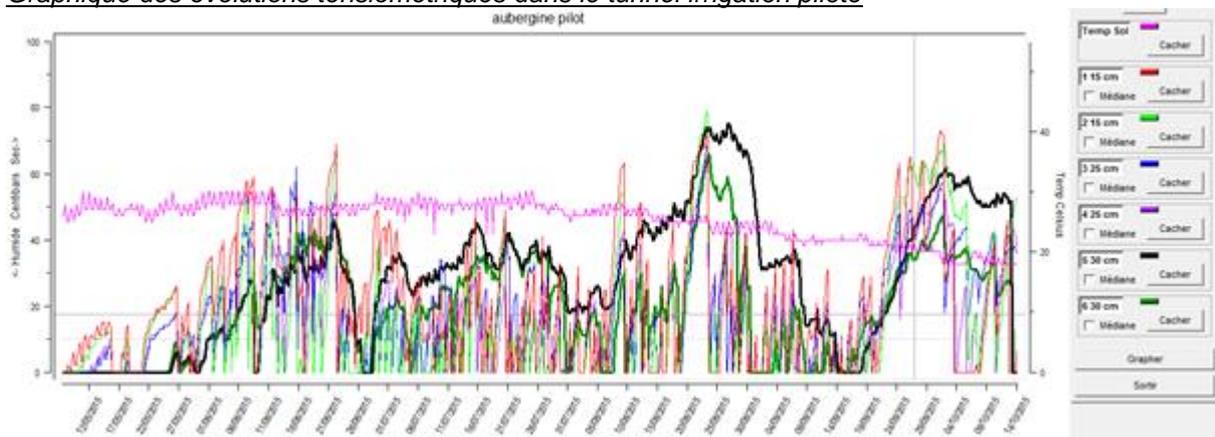
Des 'Monitor' ont été positionnés dans la parcelle pour distinguer une modalité « pilotée » et une modalité « producteur » dans le cadre de l'essai contre la verticilliose. Mais le producteur étant influencé, les conduites n'ont pas pu être différenciées. Le déclenchement des irrigations a été effectué selon les tensiomètres à 20 cb à 40 cm en début de culture et à 30 cb à 20 cm en culture installée.

Malgré une irrigation identique dans les deux parcelles suivies, les profils hydriques du sol se sont révélés différents : le bloc Est initialement conduite par le producteur montrait une saturation en eau jusqu'en profondeur et sur des durées prolongées (confirmé par le contrôle à la tarière). Dans l'autre parcelle, des alternances de périodes de saturation (tensions en profondeurs inférieures à 10 cb) et de stress hydriques (tensions en profondeur au dessus de 30 cb) sont mises en évidence.

Graphique des évolutions tensiométriques dans le tunnel témoin irrigation producteur



Graphique des évolutions tensiométriques dans le tunnel irrigation piloté



La quantité d'eau utilisée, toutes modalités confondues, sur la période de production est de 360 L/m² apportés au goutte à goutte, ce qui correspond aux données de référence pour la culture d'aubergine. L'aspersion pratiquée sur cette exploitation représenterait environ 100 L/m² supplémentaires.

A cause des biais expérimentaux, les données issues du suivi des irrigations ne peuvent pas être utilisées dans la comparaison des modalités en vue d'un résultat concernant la gestion de la verticilliose. Les deux blocs sont donc considérés comme des répétitions pour le facteur traitement racinaire.

➤ **Evolution des symptômes de verticilliose sur les plantes**

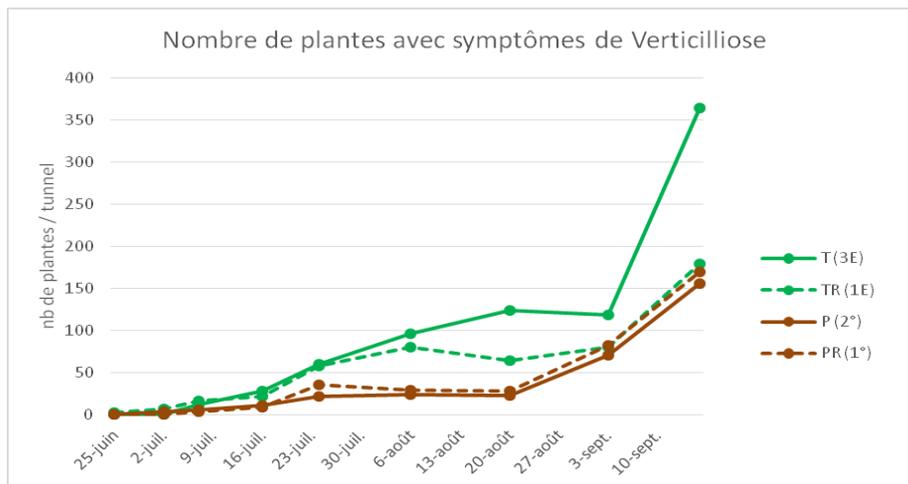
Les premières plantes avec symptômes sont observées fin juin et vont en augmentant dans toutes les modalités. Au 3 septembre, environ 100 plantes par tunnels (13% des plantes) présentent des symptômes. A ce stade, des chloroses apparaissent et la distinction des symptômes de verticilliose devient difficile. Dans le doute, l'ensemble des symptômes de chloroses marquées sont comptabilisés.



Symptômes de verticilliose au 25/06/15



Chloroses au 3/09/15

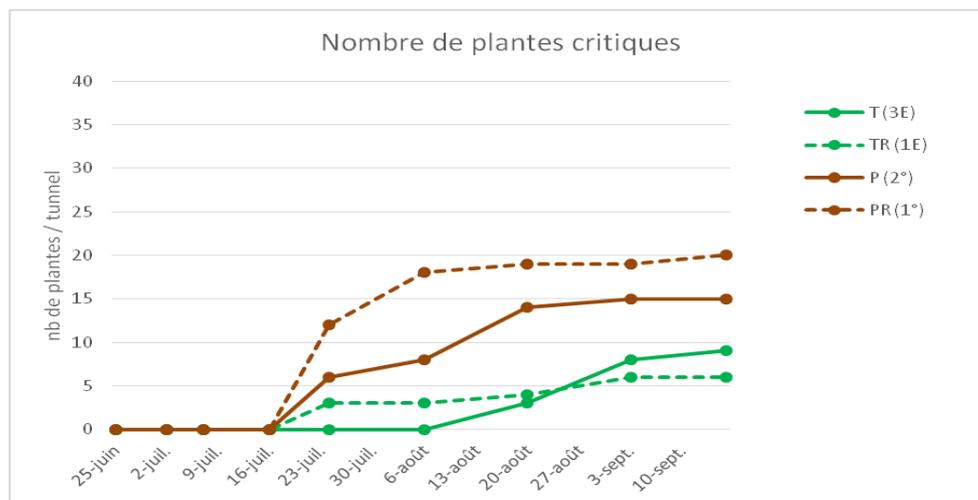


Dans la modalité avec irrigation du producteur, sur la dernière observation le 10 septembre, il y a une augmentation brutale de plantes avec symptômes dans le tunnel traité au Topsin (T). On pourrait penser à un effet moindre du Topsin en comparaison du Rhizocell C (TR) sur la verticilliose mais dans la modalité avec irrigation pilotée (identique en fait à l'irrigation du producteur), il n'y a pas de différence entre le tunnel traité au Rhizocell ou au Topsin.

Avec deux profils hydriques différents, l'application de Rhizocell a donné les mêmes résultats sur l'expression des symptômes de verticilliose. Avec un profil saturé en eau, le traitement au Rhizocell semble limiter les chloroses.

➤ Evolution de la mortalité des plantes

Fin juillet apparaissent des plantes avec symptômes critiques (plantes fanées ou mortes).



La mortalité des plantes est plus élevée dans le bloc Ouest (irrigation pilotée). C'est dans ce bloc qu'un confinement prolongé des abris a créé des conditions très chaudes à la plantation. Il est possible que les plantes dans ce bloc aient été pénalisées dès le début de la culture. L'irrigation des deux blocs est ensuite identique et ne peut donc pas expliquer ces différences. Des analyses en laboratoire (LDA13) sur des plants prélevés le 16 juillet ont identifié *Verticillium* à hauteur de 40% et présence d'un *Pythium sp* à 30%.

Au final, au 16 septembre, entre 5 et 20 plantes sont mortes dans chaque tunnel, soit en moyenne 13 plantes pour la modalité Rhizocell C (1,6% de la population) et 12 plantes pour la modalité Topsin70WG (1,5% de la population).

La comparaison au sein de chaque bloc du facteur traitement racinaire ne montre pas de différence entre Topsin et Rhizocell sur la mortalité des plantes.

➤ Quantification de la population de *Bacillus* sp. dans la rhizosphère

En septembre 2015, la société Lallemand a quantifié la population de *Bacillus* sp. totaux de la rhizosphère dans 4 échantillons de sol (1 échantillon par modalité). Cette analyse figure en annexe. Elle montre que dans les deux blocs, la modalité Rhizocell C contient 100 fois plus d'unités formant colonie que la modalité témoin. On ne peut pas savoir si ces *Bacillus* sp. sont bien ceux apportés par le Rhizocell C, mais cette analyse distingue sensiblement les deux modalités. La composition de la rhizosphère a pu être modifiée par l'apport de Rhizocell C.

5 – Conclusion

Le rendement total est de 14,6 kg/m², ce qui est correct par rapport à la plantation tardive, la faible densité de plantation et les problèmes physiologiques rencontrés cette année (fortes chaleurs en juillet, coulures de fleurs) et la présence de bioagresseurs (verticilliose, botrytis, punaises).

L'essai ne permet pas d'évaluer l'effet du pilotage de l'irrigation puisqu'il n'y a pas eu de différence de pratique entre les modalités.

L'application de Rhizocell C (*Bacillus amyloliquefaciens* IT45) n'a pas été conforme à la préconisation de la firme. La quantité cumulée de Rhizocell C appliquée a été 2,6 fois plus élevée que la quantité prévue. Cependant, cette modalité n'a pas exprimé plus de symptômes de verticilliose que la modalité témoin traitée au Topsin 70WG. Dans un contexte phytosanitaire réglementairement restreint pour ce bio-agresseur, le Rhizocell C peut *a priori* être envisagé comme une solution alternative au thiophanate méthyl. Néanmoins, pour l'affirmer, de nouveaux essais devront permettre de valider ces observations avec des applications conformes de Rhizocell C et si possible de comparer cette stratégie avec une modalité non traitée.

Renseignements complémentaires auprès de :

Claire GOILLON, APREL, 13210 St-Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, goillon@aprel.fr

Laurent CAMOIN, Chambre d'Agri. 13, 13626 Aix Cedex, tel 04 42 23 86 58, l.camoin@bouches-du-rhone.chambagri.fr

Action A844

Réalisé avec le soutien financier de :	 FranceAgriMer ÉTABLISSEMENT NATIONAL DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER <i>La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait être engagée</i>	 LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
		MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'ALIMENTATION DE LA PÊCHE DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE <small>avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale "Développement agricole et rural"</small>
		<i>La responsabilité du Ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée</i>

Analyse de population bactérienne dans le sol (laboratoires Lallemand)



LALLEMAND PLANT CARE

Le 16/12/2015

Analyse Microbiologique de sol

Dénombrement : UFC (Unité Formatrice de Colonie) /gramme de sol sec : Bacillus Totaux

Code labo Blagnac : N°956798

Reference	UFC / gramme de sol sec
P. Témoin	2,9.103
P. RHIZOCELL	1,2.105

Reference	UFC / gramme de sol sec
T. Témoin	2,5.103
T. RHIZOCELL	1,5.105

Relevés climatiques dans le tunnel TR

