

Systemes de culture intensifs salade-tomate et maladies telluriques

F.Bressoud, INRA SAD Alénya

Les systemes de culture maraichers intensifs courent un risque important d'installation progressive de maladies telluriques. Afin d'y remedier, des alternatives aux desinfections chimiques de sol doivent être testées sur le long terme. De 2002 à 2007, 3 tunnels ont été comparés à l'INRA d'Alénya afin d'étudier l'effet de certaines pratiques sur les principales maladies des salades et tomates des cultures successives.

Des systemes de culture salade –tomate intensifs mis au ban d'essai

Deux types de pratiques ameliorantes testées

Sur des sols anciennement en blé dur, une rotation très intensive sur 2 ans a été mise en place dès 2000 sous 3 tunnels, correspondant à 3 récoltes par an avec une désinfection solaire intercalée (3 salades, puis solarisation à partir de mi-juin suivie de 2 salades et 1 tomate l'année suivante). Dans ces conditions constamment plutôt chaudes et humides avec une grande fréquence de culture, les fonctionnements biologiques dans le sol sont très dynamiques, qu'il s'agisse de champignons pathogènes ou des différents décomposeurs de matière organique. Les pratiques testées ont donc été choisies en fonction des perturbations possibles, comme pouvant jouer un rôle tant dans la régulation des maladies que du cycle de l'azote.

Ainsi, outre un tunnel témoin conduit selon les préconisations classiques d'irrigation et de fertilisation, nous avons testé dans un 2^{ème} tunnel l'effet d'un sorgho en fin de solarisation.

Le sorgho était mis en place directement après enlèvement du paillage de solarisation début août, et enfoui mi septembre au rotavator. Il permet derrière la solarisation de piéger les nitrates avec un effet homogénéisant dans le tunnel. Avec 45 jours de culture, on cherche une forte biomasse très pailleuse¹, qui évite une minéralisation trop rapide qui peut être préjudiciable aux cultures suivantes et permet au contraire de contribuer en partie au stock de matière organique du sol. De plus, sa décomposition peut avoir un effet biodésinfectant sur certains champignons pathogènes par la libération de cyanure d'hydrogène, voir par stimulation de la microflore antagoniste des pathogènes.

Enfin, dans un 3^{ème} tunnel, ceci a été combiné avec des limitations d'intrants (eau et azote). Concrètement, les réductions ont surtout été conséquentes sur les cultures de tomate, avec -40% des apports d'eau et -35% des apports d'azote (soit seulement 250 kgN/Ha). Pour la salade, les irrigations étaient conduites par tensiométrie, avec des règles qui limitent notamment les excès d'eau. Quant aux apports azotés, ils étaient quelque soit les tunnels plutôt faibles du fait de la réglementation zone vulnérable, avec un maximum autorisé de 80 kgN/ha, alors que les exportations oscillent entre 100 et 140 kgN/Ha.

En 2008, afin de tester d'autres conditions, nous sommes revenu à des systemes de culture identiques dans les 3 tunnels, avec fertilisation standard sur salade et mise en place d'une tomate sous restriction d'azote à la place de la solarisation.

Signalons enfin que dans ces 3 tunnels, afin d'étudier les effets de ces pratiques, il n'y a eu aucun traitement chimique pour l'ensemble des cultures contre des maladies ou ravageurs du sol.

Suivis des cultures

Les niveaux d'attaque par les différentes maladies ont été notés selon plusieurs méthodes. Lorsque les symptômes sont repérables en cours de culture, une notation est faite dès leur apparition en cartographiant l'ensemble du tunnel (cas du big vein). Sinon, elle est effectuée à la récolte sur un échantillon représentatif de plantes, par observation et pesée des feuilles touchées sur salade (pour sclérotinia, botrytis, rhizoctonia), ou par notation de racines sur tomate (pour le corky root).

Un ensemble de paramètres ont été recueillis afin de rechercher des relations entre les niveaux de maladies et des facteurs explicatifs, comme les conditions climatiques, l'humidité du sol ou les quantités d'irrigation, la richesse du sol en nitrates ou la fertilisation,...

Les principaux résultats sur la dynamique des maladies du sol

Les systemes de cultures choisis tout comme l'absence de traitement ont entraîné une dégradation de l'état sanitaire du sol, avec apparition d'un certain nombre de maladies à des degrés variables, mais absence de

¹ De 6 à 10 t/ha de matière sèche produite, avec un rapport carbone / azote entre 15 et 20, donc plus proche d'un amendement organique que d'un engrais vert. .

nématodes. En définitive, le suivi des rendements sur un total de 18 salades et 4 tomates a rarement montré de différences significatives entre les tunnels. Globalement, les résultats économiques sont assez identiques, avec une très légère tendance en faveur du tunnel avec sorgho, tandis qu'avec la réduction des intrants la limitation des déchets obtenue ne compense pas une légère perte de croissance des plantes.

Cependant, à partir de l'étude détaillée de ces résultats, on peut tirer un certain nombre de conclusions sur les facteurs favorisant ces maladies et l'efficacité des techniques de remédiation employées dans ces essais.

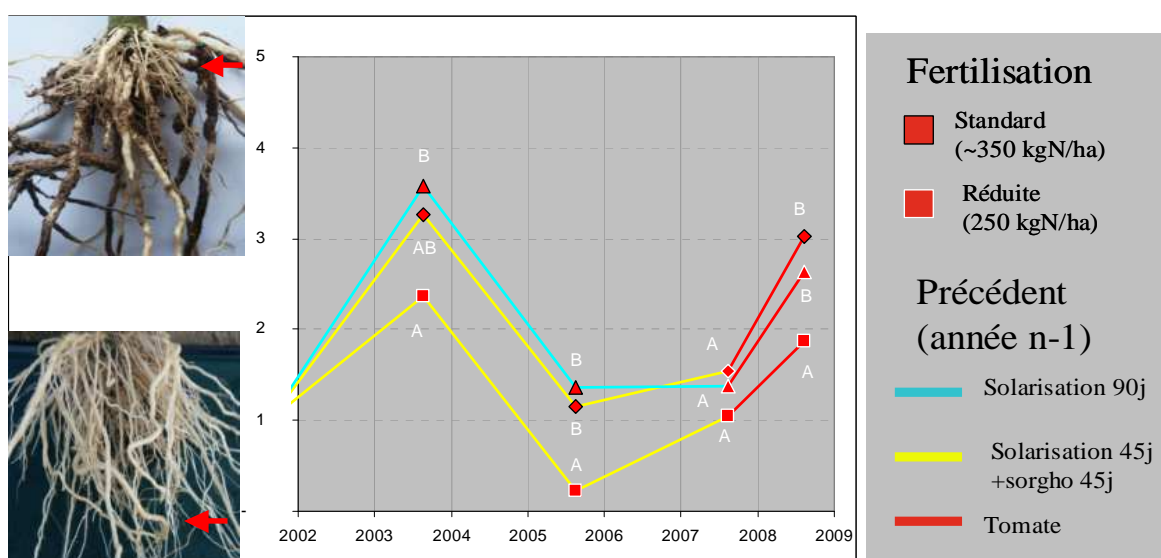
Des effets sur les maladies de la tomate

Les cultures comparées diffèrent par le précédent appliqué l'été précédent (solarisation seule ou avec sorgho), les variations climatiques interannuelles et par leur niveau de fertilisation.

Corky root et fertilisation

Le corky root, ou maladie des racines liégeuses, est une altération des racines provoqué par le champignon *Pyrenochaeta lycopersici*. Dans l'essai conduit à Alénia, il touche très peu la salade mais surtout la tomate, avec selon les années des dommages plus ou moins importants des systèmes racinaires².

Figure 1 : Valeur moyenne des dégâts de corky root sur les tomates successives selon les systèmes de culture



Les suivis successifs montrent une réduction significative de la maladie avec la limitation des apports d'azote. En effet, on a observé ceci oblige la plante à coloniser plus vite et d'avantage les horizons profonds du sol pour s'alimenter, ce qui lui permet alors d'échapper en partie à la contamination.

Malgré des niveaux d'attaque parfois élevés, on n'a constaté aucune incidence de la maladie sur le rendement .

Maladies de la laitue

Les suivis ont montré que les cultures de salade comparées diffèrent principalement par leur précédent cultural, leurs conditions climatiques, et aussi par leur niveau d'alimentation azotée (mesuré dans la plante).

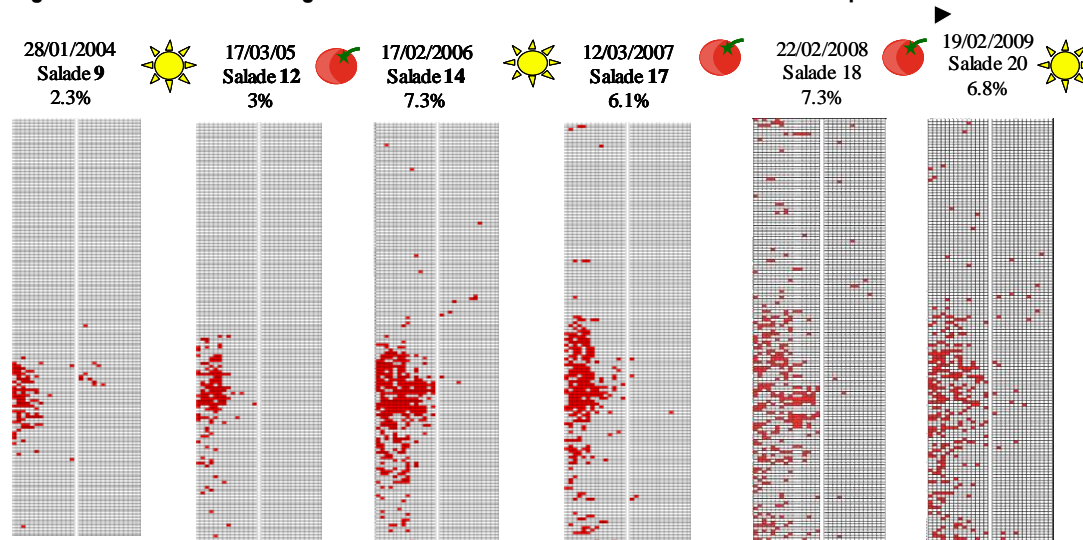
Big vein , solarisation et gestion des irrigations

Big vein et tache orangée sont 2 virus transmis à la laitue par le même champignon du sol , un *Ospidium*. Seul le big vein est réellement présent dans nos essais. Il provoque une déformation et un épaississement des nervures de la plante, avec gaufrage de l'épiderme qui peut la rendre incommercialisable. Avec la limitation des désinfections chimiques de sol, ce virus est en recrudescence dans de nombreuses régions. Les symptômes apparaissent assez brutalement en conditions plutôt froides, comme le montrent nos observations ou chaque année, seule la laitue d'hiver est atteinte (Figure 2). La contamination des salades requiert des sols très humides, les zoospores d'*ospidium* se déplaçant en nageant. Ceci pourrait expliquer la répartition constatée à Alénia, avec l'hypothèse d'une contamination extérieure favorisée par les fortes pluies hivernales qui chaque année saturent les sols en bord de tunnel.

² Selon notation de 0 (plante indemne) à 5 (système racinaire très touché) des racines à l'arrachage.

La maladie est restée très localisée durant les 5 années de suivi, sans réelle dissémination par le travail du sol et donc sans aggravation des niveaux de dégâts au delà de 7% de plantes touchées. On remarque que derrière la solarisation, le foyer est plus concentré, pouvant correspondre à une recontamination à partir du foyer de bordure initial. En effet, cette pratique a déjà montré par ailleurs une efficacité, partielle ou totale, sur des parcelles contaminées. Le suivi montre par ailleurs que les années 2006, 2008 et 2009, sans solarisation estivale, il y a une légère dissémination spatiale, mais sans création de nouveau foyer conséquent. Il est probable que l'irrigation étant conduite par tensiométrie, en évitant tout excès d'irrigation, le champignon ne trouve pas de conditions favorables à sa progression. Les plantes malades restent ainsi assez isolées, en dehors des bords de tunnels sous l'influence des pluies. La maîtrise de l'irrigation dans ce tunnel éviterait ainsi une contamination plus générale de la culture.

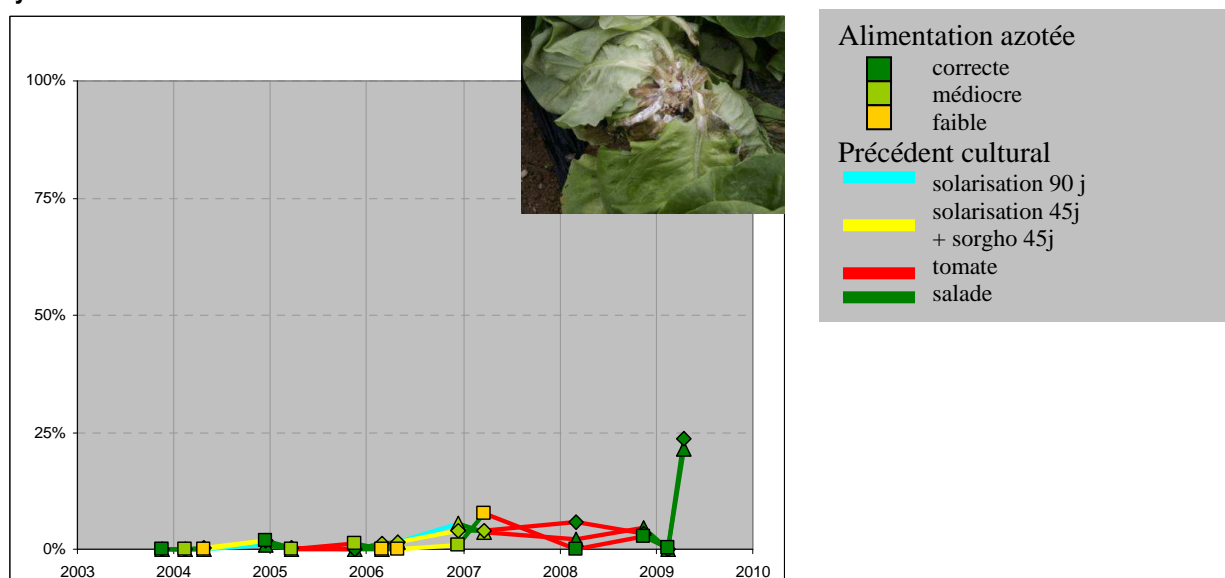
Figure 2 : Localisation du big vein sur laitue au sein d'un tunnel au cours du temps



Sclérotinia et solarisation

Deux espèces de Sclérotinia (minor et slérotiorum) provoquent une pourriture humide du collet des salades, avec un feutrage blanc épais mais formation de sclérotés de tailles différentes. Seul S. slérotiorum, à gros sclérotés, est présent dans notre essai, probablement de part sa plus grande compétitivité en l'absence de traitement comme cela a été constaté en agriculture biologique. Les faibles niveaux de dégâts confirment l'efficacité de la solarisation une année sur deux, sans amélioration avec implantation du sorgho. C'est seulement en 2009, à la 6^{ème} salade derrière solarisation, qu'on atteint des dégâts conséquents avec 25% de plantes touchées.

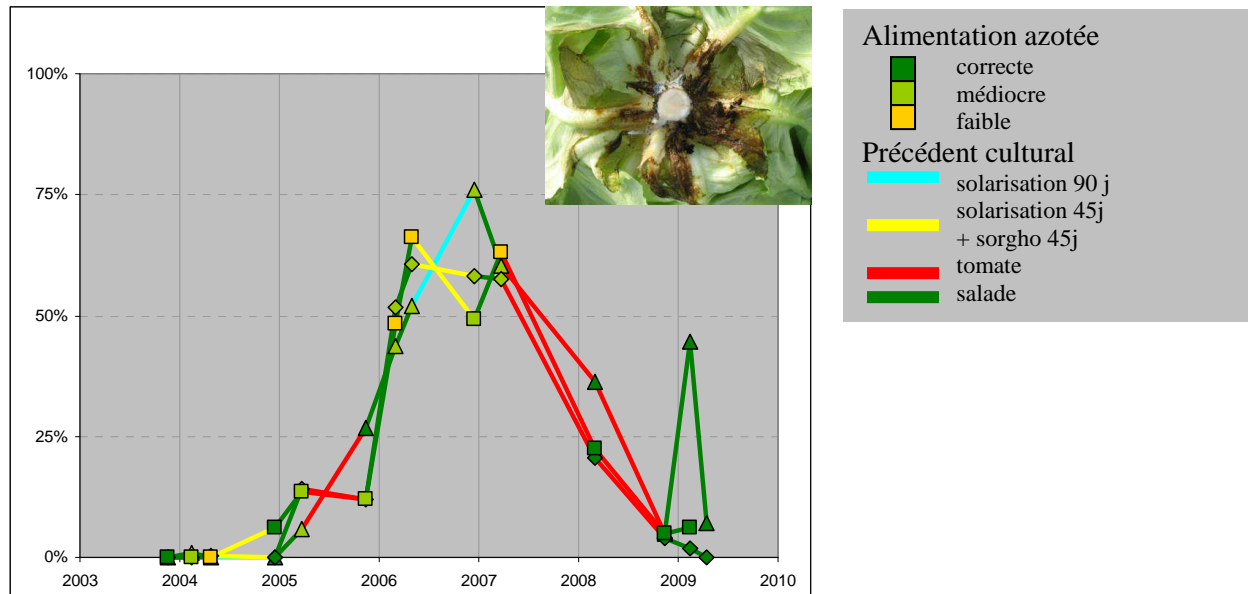
Figure 3 : Pourcentage de plantes touchées par Sclérotinia slérotiorum sur les salades successives selon les systèmes de culture



Rhizoctonia, fréquence des cultures, fertilisation et sorgho

Ce champignon est responsable à maturité de dégâts qui peuvent être importants. Il provoque une pourriture brune sèche et des lésions chancreuses sur les nervures qui remontent loin vers le cœur de la plante, obligeant à un parage important à la récolte. Dans cet essai, il est bien présent partir de la 6^{ème} année de l'expérimentation, atteignant même sur certaines cultures 70% des plantes touchées, avec 30% de perte de poids au parage. Il confirme ainsi être un marqueur biologique de la fatigue des sols. Cette maladie est présente par grands foyers dans les tunnels, témoignant d'une progression de plante en plante par extension du mycélium qui n'est pas perturbée par la limitation des irrigations.

Figure 4 : Pourcentage de plantes touchées par Rhizoctonia solani sur les salades successives selon les systèmes de culture



Comme on le voit sur la Figure 4, le rhizoctonia est avant tout favorisé par des rotations successives de salade, la limitation du nombre de relève permettant de faire un peu baisser le niveau de contamination. On sait cependant que le champignon reste toutefois présent de nombreuses années, même en l'absence de salade.

Comme il est capable de synthétiser des protéines de résistances à la chaleur, sa destruction réclame une montée en température rapide, y compris en profondeur. Dans cet essai, la solarisation ne montre pas d'efficacité en 2006, malgré des conditions tout de même assez favorables.

On remarque peu de différences entre les tunnels. L'enfouissement d'un sorgho pailleux, susceptible de limiter le rhizoctonia par le double effet de dégagement de CO₂ et de cyanure d'hydrogène auquel il est sensible, reste assez limité. Une biodésinfection avec de la moutarde brune, réputée plus efficace, sera testée à l'avenir, en comparaison avec la solarisation.

Il semble y avoir un très léger effet de la conduite des cultures, avec dans ces tunnels peu fertilisés un plus grand nombre de plantes touchées en cas de carence azotée avérée, et un taux de déchet supérieur si le sol est plus humide en fin de culture.

Lors des 3 dernières années, et particulièrement en 2009, le tunnel précédemment solarisé semble plus touché que les 2 autres, alors conduits dans des conditions similaires. Les fluctuations observées, avec des contaminations qui passent de 45% à 7% des plantes pour les dernières salades, pourraient être peut être attribuée au renforcement d'une régulation naturelle avec les antagonistes du sol qui parasitent son mycélium (Trichoderma, Pseudomonas,...). Les prochaines années nous en diront peut être plus...

Botrytis, fréquence des cultures, solarisation et sorgho

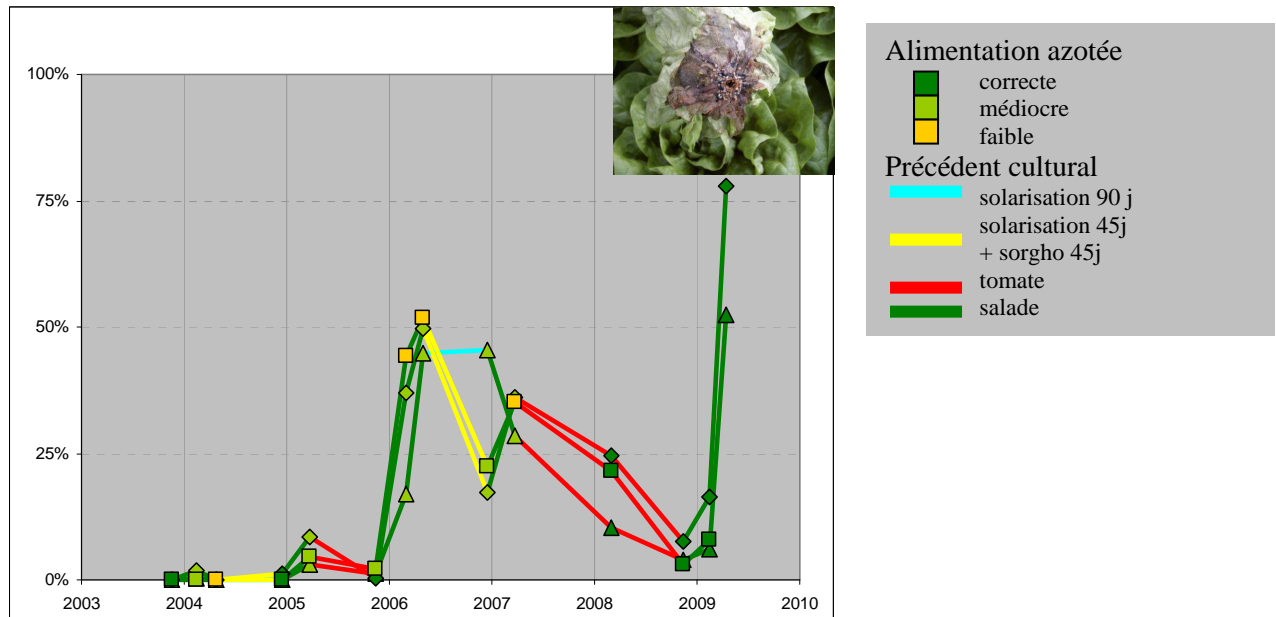
Le botrytis provoque une pourriture humide, qui se couvre rapidement d'une moisissure grise très caractéristique. Il atteint des niveaux très élevés dans nos essais sans protection chimique (jusqu'à 75% des plantes touchées lors des périodes les plus fraîches et humides).

Le botrytis est un champignon avec des formes de conservation dans le sol susceptibles d'infecter directement les cultures, mais qui produit aussi en quelques jours une multitude de spores qui peuvent contaminer par les airs de nombreuses autres plantes à partir de tissus abîmés. L'environnement d'un tunnel peut donc avoir une grande

part dans le développement de cette maladie. A Alénya, l'installation au printemps 2009 de capteurs a montré une présence constante et élevée de spores de botrytis, à l'intérieur comme à l'extérieur des tunnels, y compris en l'absence de salades.

Nos suivis montrent toutefois une légère influence du système de culture au sein du tunnel. En effet, comme pour le rhizoctonia, la Figure 5 montre une aggravation de la maladie en cas de rotation rapprochée de salade. Cependant, la solarisation semble dans ce cas permettre de redescendre un peu le niveau des infections, avec peut être un intérêt supplémentaire en combinaison avec du sorgho.

Figure 5 : Pourcentage de plantes touchées par botrytis cinerea sur les salades successives selon les systèmes de culture



De nouveaux systèmes de culture à suivre ...

Depuis 2008, plusieurs programmes de recherche –développement ont débuté en vue de produire des références pour maîtriser les maladies et ravageurs telluriques. Ainsi, l'ensemble des stations d'expérimentation se sont organisées en réseau autour de la gestion des rotations et la combinaison de pratiques améliorantes, notamment solarisation et biodésinfection. La confrontation de l'ensemble des résultats, obtenus avec différents problèmes, différents climats et différentes rotations, pourra permettre de mieux comprendre les applications possibles de ces techniques.

A Alénya, sur ces mêmes tunnels avec leur système de culture intensif, nous testerons dès cette année d'une part l'intérêt de la combinaison moutarde brune plus solarisation tous les 2 ans, et d'autre part celui d'une diversification des espèces. Les champignons n'auront pas le dernier mot...