

AGRO PERSPECTIVES

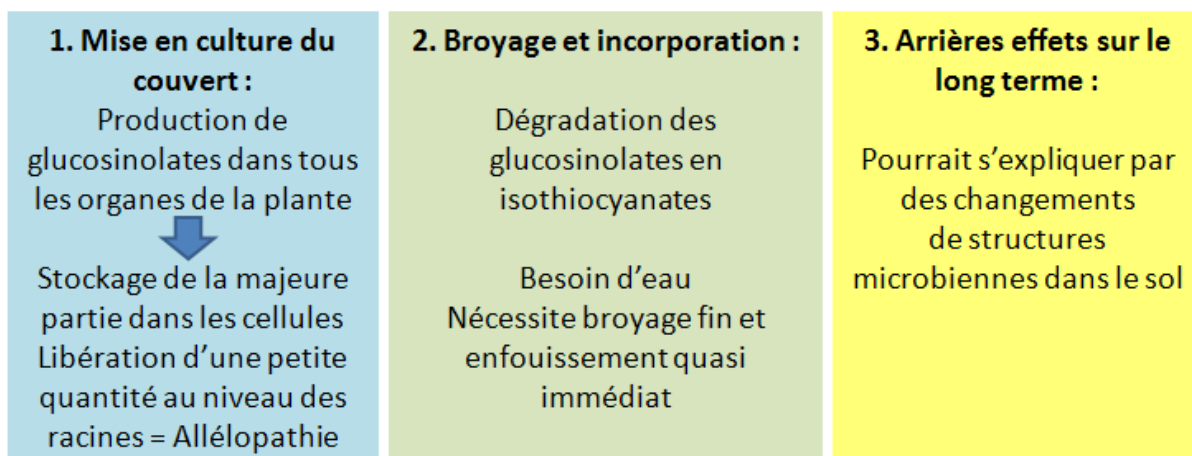
Diffusion des techniques innovantes en agriculture

La biofumigation : une piste prometteuse pour gérer les maladies du sol !

Les maladies telluriques (du sol) peuvent être très préjudiciables pour les cultures. L'Aphanomyces pour le pois en est un bon exemple. En effet, cette maladie peut occasionner jusqu'à 50 quintaux de perte et se conserve plus de 5 ans dans le sol, entraînant tout simplement l'abandon de la culture dans les parcelles infestées. Ces maladies se caractérisent par une dispersion spatiale limitée et une dynamique pluriannuelle. Actuellement, même si il existe des leviers agronomiques pour diminuer le risque (broyage et enfouissement des résidus, rotation...), force est de constater que la gestion de ces maladies est encore fortement dépendante des produits phytosanitaires. Une des pistes étudiées pour réduire cette dépendance est d'utiliser l'interculture pour planter des couverts ayant un effet assainissant du sol. On parle de biofumigation.

La biofumigation ou comment nettoyer les sols grâce aux plantes !

La biofumigation est basée sur la libération de molécules toxiques et volatiles lors de la dégradation de certaines plantes. Ce sont principalement des plantes de la famille des Brassicacées (moutarde, colza) qui sont étudiées. En effet, les Brassicacées produisent des glucosinolates qui, une fois dégradés, se transforment en isothiocyanates, produits aux propriétés fongicides avérés en milieu contrôlé. Ces composés étant très volatils, ils circulent dans le sol et agissent sur la croissance mycélienne et/ou la formation et la germination des spores.



Différents facteurs influent le processus de biofumigation :

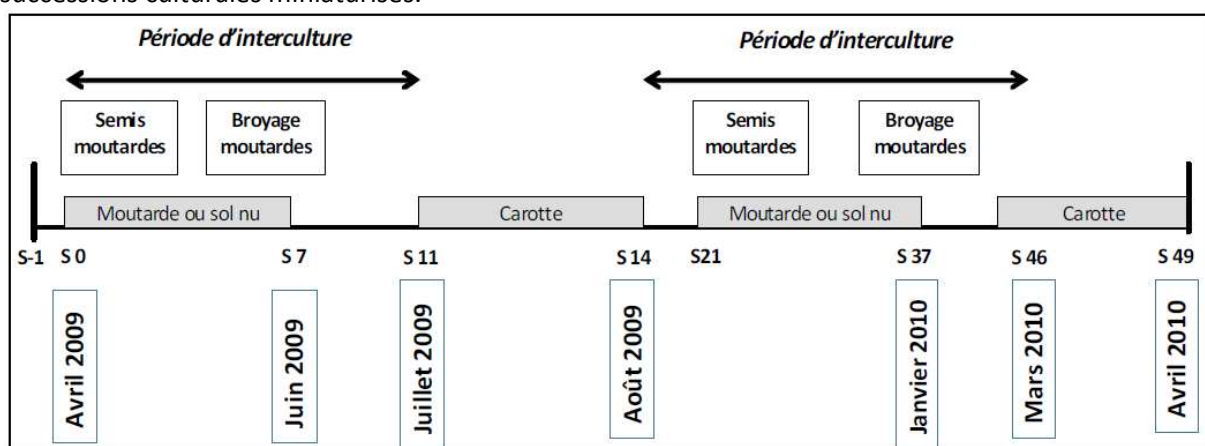
1. **L'espèce utilisée.** Toutes les espèces de Brassicacées libèrent des composés toxiques mais le niveau d'efficacité varie d'une espèce à l'autre, voire d'une variété à l'autre en fonction de la quantité et du type de glucosinolates produits. Actuellement, la moutarde brune est une des espèces les plus étudiées.

2. **La finesse de broyage.** Plus le broyage est fin, plus il permet d'éclater les cellules et donc de libérer le maximum de composés.
3. **L'incorporation (stade de la plante au moment de l'incorporation, délai entre broyage et enfouissement).** La production maximale de glucosinolates est atteinte au moment de la floraison. Il faudra donc attendre ce stade pour broyer. La libération des isothiocyanates est maximale au bout de 2 jours. Etant des composés très volatils, l'enfouissement doit être quasi immédiat.
4. **Le potentiel infectieux initial du sol.** Dans un sol très infecté, la diminution du potentiel infectieux doit être très importante pour pouvoir en observer les conséquences sur les plantes. Dans ce cas, la biofumigation devra être associée à d'autres leviers pour réduire le risque maladies. Le type de sol aurait également un impact avec une meilleure efficacité sur limon que sur sable mais trop peu d'essais ont été menés sur ce sujet.
5. **Les conditions climatiques.** La biofumigation est un procédé qui nécessite un sol humide et réchauffé (plus de 10°C). Par ailleurs, un gel précoce avant l'incorporation peut provoquer une réaction de biofumigation avant enfouissement par éclatement mécanique des cellules. Cela peut d'ailleurs être une limite dans l'utilisation de ce procédé dans nos systèmes car les couverts sont en général implantés à l'automne et détruits avant le printemps et donc avant le réchauffement des sols.

Concrètement, il s'agira donc de semer, à une densité élevée pour produire beaucoup de biomasse, un couvert riche en composés toxiques puis de le broyer finement au stade début floraison et de l'enfouir immédiatement dans le sol. Attention également au semis de la culture suivante : il faudra respecter un certain délai après l'incorporation qui reste encore à quantifier précisément compte tenu des différents résultats de recherche obtenus (au minimum une semaine d'après certains chercheurs suisses mais probablement plus car certains essais montrent des effets encore 6 semaines après).

Une technique bien étudiée et prometteuse en cultures légumières.

Dans le cadre du GIS PICLég, plusieurs projets en collaboration traitent de la biofumigation principalement sur carotte. L'objectif d'un de ces projets était d'analyser le mode d'action de la biofumigation de 2 lignées de moutarde brune sur *Rhizoctonia solani* AG2-2 sur carottes en successions culturales miniaturisées.



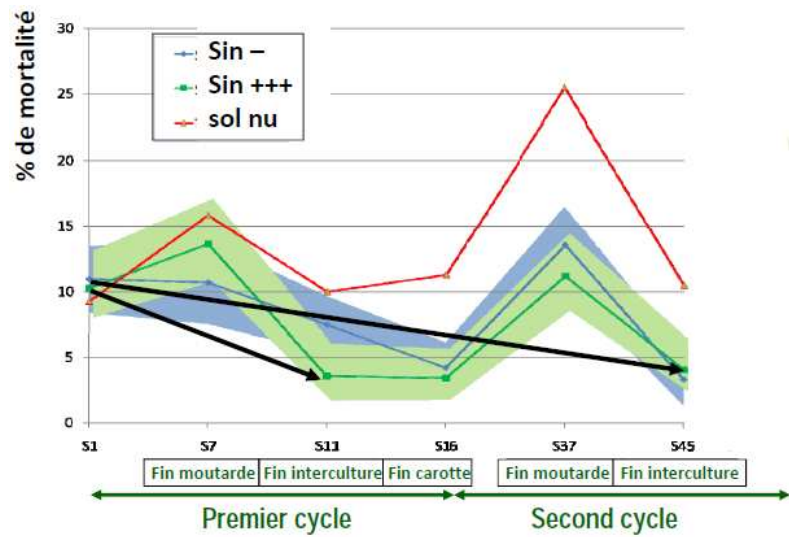
3 facteurs sont combinés :

- Facteur inoculum : 2 niveaux R0 (non infecté) et R1,
- Facteur antagoniste (*Trichoderma atroviride*) : 2 niveaux T0 (sans) et T1 (avec),
- Facteur période d'interculture : 2 variétés avec des profils différents de glucosinolates en sinigrine (Sin+++ et Sin-) et sol nu (BS).

▪ **Une réduction du potentiel infectieux au bout de 2 cycles de cultures.**

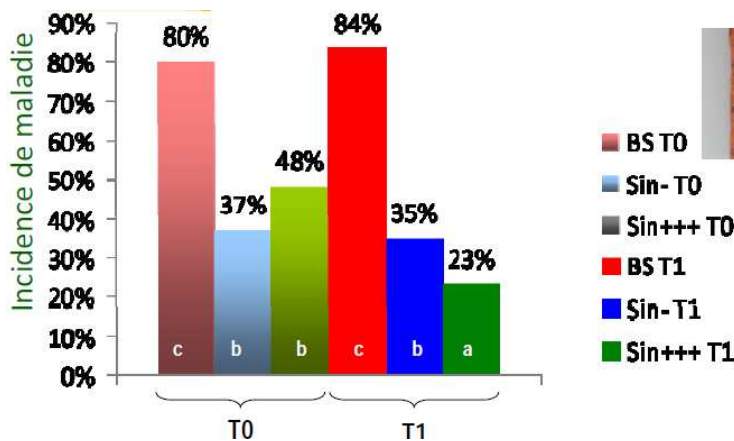
En début d'expérimentation, le potentiel infectieux (exprimé en % de mortalité correspondant au % de fonte des semis de carottes) est identique dans toutes les modalités.

Dès la fin de la 1^{ère} période d'interculture, on observe une diminution significative du potentiel infectieux entre le sol nu et la modalité avec la variété Sin +++. Et dès le second cycle, les 2 traitements de biofumigation permettent de réduire de 2 à 3 fois les fontes de semis.



Source Montfort F. INRA

▪ **Une réduction par 2 du pourcentage de carottes malades par rapport au sol nu !**



Quelle que soit la variété de moutarde brune, on observe un effet significatif de la biofumigation sur le % de carottes présentant des nécroses noires aux lenticelles. Par ailleurs, sans présence de *Trichoderma* (T0), il n'y a pas de différence significative entre les 2 variétés. Par contre, *Trichoderma* (T1) permet un effet additionnel significatif.

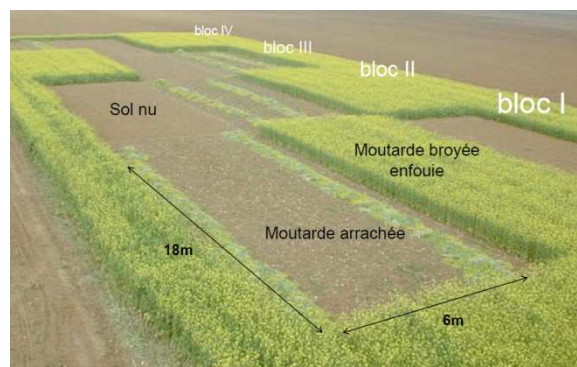
Source Montfort F. INRA

La biofumigation semble donc un levier très efficace en conditions contrôlées c'est-à-dire en bacs de culture. Il reste donc à confirmer cette efficacité en conditions naturelles en fonction des systèmes (serre, plein champ...) mais cela reste une perspective intéressante pour réduire les phytos dans les rotations légumières.

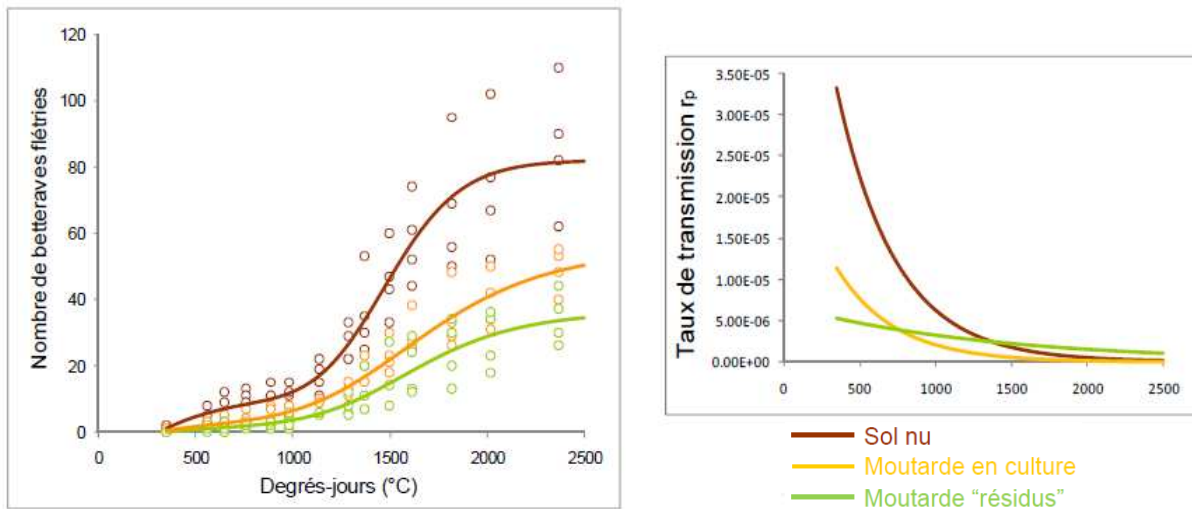
En grandes cultures, encore peu de résultats.

Les travaux les plus récents menés en grandes cultures concernent l'impact de la moutarde brune sur le rhizoctone brun de la betterave sucrière, causé par *Rhizoctonia solani*. L'intérêt de ces travaux est d'avoir également été réalisés au champ.

La thèse menée par Natacha Morisi avait 2 objectifs: (1) expliquer l'action d'une culture intermédiaire de moutarde brune suivant différents modes de gestion sur les différentes composantes de l'épidémie et (2) examiner les



facteurs de variations possibles de l'efficacité au champ pour en déduire les conditions d'expression de l'efficacité de la biofumigation.



Source MOTISI N. INRA

L'étude au champ a permis de montrer que la moutarde brune en culture uniquement (courbe orange) permettait de réduire significativement l'incidence de la maladie par rapport au sol nu mais que l'enfouissement des résidus apportait un réel plus (courbe verte) en réduisant davantage l'incidence mais également la sévérité de la maladie. De plus, cette technique réduit la densité d'inoculum primaire. L'enfouissement des résidus semble également diminuer l'activité pathogène de l'inoculum.

Cette étude est particulièrement intéressante car les résultats obtenus avec enfouissement des résidus sont réguliers d'une année sur l'autre ce qui n'est pas le cas pour la moutarde en culture.

La biofumigation est une méthode de lutte utilisant la toxicité de molécules issues de résidus de cultures principalement les Brassicacées pour lutter contre de nombreux bioagresseurs telluriques. Les travaux de recherche se sont intéressés à l'impact de ce procédé essentiellement sur les maladies. Si la technique démontre une très bonne efficacité en conditions contrôlées, en conditions naturelles, les niveaux d'efficacité restent inégaux. Cela peut s'expliquer par la culture biofumigante elle-même, par les caractéristiques écologiques et épidémiologiques du pathogène ou encore par les conditions climatiques au moment du procédé. Toutefois, face à la réduction des solutions chimiques, la biofumigation devient une option tout à fait envisageable pour les agriculteurs. Reste à bien choisir les espèces utilisées et à mieux connaître les facteurs responsables de la variabilité des niveaux d'efficacité pour pouvoir espérer un développement de cette technique. D'autres travaux seront également à mener pour étudier les effets de cette technique sur les ravageurs ou les adventices.

Pour plus d'info :

http://www.picleg.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=79

F. MONTFORT, S. POGGI, S. MORLIERE, F. COLLIN, E. LEMARCHAND, et D.J. BAILEY, 2011. **Approche expérimentale des mécanismes d'action de la biofumigation sur la microflore tellurique.** INRA, UMR1099 BiO3P, Le Rheu, francoise.montfort@rennes.inra.fr

MOTISI N., 2009. **Réguler les maladies d'origine tellurique par une culture intermédiaire de Brassicacées : mécanismes d'actions et conditions d'expression dans une rotation betterave-blé.** INRA-ITB.