

Lutter contre les nématodes à galle en Agriculture Biologique

C. BERTRAND (GRAB).

Les nématodes à galle (*Meloïdogyne spp.*), aussi parfois appelés anguillules, sont des ravageurs du sol particulièrement difficiles à éliminer en agriculture biologique comme en agriculture traditionnelle. Ils provoquent des dégâts considérables sur les cultures maraîchères mais aussi sur les plants des pépinières fruitières et ornementales.

Qu'est-ce qu'un nématode à galle ?

Classification

Les nématodes phytophages (aussi appelés anguillules) sont longtemps passés inaperçus du fait de leur taille microscopique et de la non spécificité des symptômes qu'ils engendrent. En effet, on n'observe souvent qu'un dépérissement des parties aériennes alors que ce symptôme est commun à de nombreux stress pathologiques et physiologiques. On a donc couvert l'ignorance de leur présence par le terme général de "fatigue des sols".

Les nématodes *Meloïdogyne* (Root-knot nématodes) sont des vers ronds de la famille des *Tylenchida*. Le genre *Meloïdogyne* se subdivise en de nombreuses espèces, toutes phytophages, dont les plus répandues sont, en France : *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla* et *M. javanica*. L'identification des espèces, assez ardue, se fait par observation microscopique de la figure périnéale (région postérieure) des femelles.

Caractéristiques biologiques

Morphologie

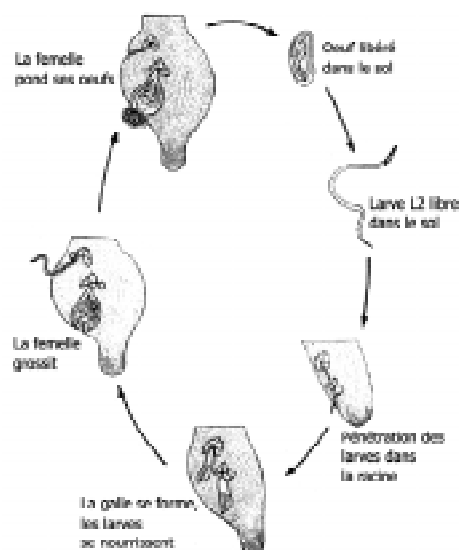
Les *Meloïdogyne* sont morphologiquement très simples. Ils sont filiformes et mesurent respectivement ~ 0.4 mm pour les femelles et 1mm pour les mâles. Les nématodes phytophages se caractérisent par un stylet piqueur qui permet de perforer les cellules des vaisseaux conducteurs de sève.



Biologie et cycle de développement

La forme de dissémination est la larve de stade L2. C'est la seule forme libre : elle se déplace dans le film d'eau recouvrant les particules de sol. Cette larve s'insinue dans la racine jusqu'aux faisceaux vasculaires qu'elle pique de son stylet. Elle se nourrit de la sève et perturbe la multiplication des cellules de la racine. Ceci aboutit à la formation d'une galle. La larve s'hypertrophie en évoluant par les stades L3 et L4 pour aboutir à la forme adulte sexuée. Le mâle reste filiforme et quitte la racine alors que la femelle, incapable de se mouvoir, reste incluse dans les tissus. Elle devient piriforme et continue à se nourrir aux dépens de la plante. Une fois fécondée, elle pond les œufs dans une sorte de sac de la taille d'une tête d'épingle à la surface de la racine (~ 300 œufs/masse).

Les œufs sont la forme de résistance. Leur évolution passe par la forme L1 qui reste incluse dans l'enveloppe de l'œuf. Au stade L2, la larve sort de l'œuf et va coloniser de nouvelles racines. La durée de ce cycle est très variable selon les conditions externes (de trois à huit semaines, six semaines à 25°C).



Ecologie

Le cycle de développement des nématodes à galles est très lié aux conditions du milieu.

La température joue un rôle fondamental : une température assez élevée (~ 25 °C) accélère le cycle, mais au-delà de 40°C, il est freiné (effet léthal, d'ailleurs utilisé lors des désinfections à la vapeur). Les attaques débutent donc autour de Mars et cessent généralement en Octobre.

De même, les excès d'eau ou les sécheresses sont néfastes aux nématodes, bien que dans ces cas, les masses d'œufs constituent une forme de résistance souvent efficace.

L'effet du sol : Les nématodes préfèrent les sols légers et aérés (déplacements facilités) aux sols lourds riches en argiles ou en matière organique.

Ce ravageur peut descendre profondément dans le sol (+ de 50 cm) : c'est cela qui rend la lutte très difficile.

Pourquoi une lutte contre les nématodes en maraîchage?

Les nématodes en maraîchage

Les cultures maraîchères sont attaquées par un grand nombre de nématodes, mais les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sont probablement les plus graves ennemis des maraîchers sous toutes les latitudes. Ils s'attaquent à la plupart des légumes avec une certaine prédilection pour les cucurbitacées (melons, concombres ...), les solanées (tomates, aubergines, poivrons ...) et les composées (laitues, chicorées).

Les dommages qu'ils occasionnent aux Etats-Unis sur fruits et légumes sont évalués à 6 milliards de dollars par an.

Les cultures en serres sont les plus touchées dans la mesure où les attaques sont aggravées par les hautes températures. Cette particularité fait que les *Meloidogyne* entraînent fréquemment des dommages considérables en climat chaud : cultures tropicales (tabac, café, coton ...), cultures méridionales et sous serres.

Les chutes de rendement sont rarement sensibles la première année d'infestation (population de nématodes trop faible). Par contre, si les cultures sensibles se succèdent pendant deux ou trois ans, la récolte peut se trouver gravement compromise dès la troisième année.

Il n'est pas rare d'observer des chutes de rendement de plus de 50 % en maraîchage.

Symptômes

Les symptômes d'une attaque de *Meloidogyne* sont caractéristiques et aisés à remarquer : le système racinaire est envahi de galles (jusqu'à 1 cm de diamètre) qui perturbent l'assimilation des nutriments. Ainsi, la première alerte est donnée par l'observation des symptômes classiques d'un dysfonctionnement racinaire : dépérissement des parties aériennes (chloroses, flétrissement), croissance réduite, petits fruits de mauvaise qualité ...

Le plus souvent, ces symptômes apparaissent par foyers ou en lignes (zones de dépérissement) dans la culture ; ces tâches (les zones peuplées de nématodes) s'agrandissent d'années en années jusqu'à finalement couvrir toute la culture.



Les méthodes de lutte

Les méthodes de lutte prophylactiques

■ **Bien gérer les rotations culturales** est un moyen de freiner une population mais rarement de l'éliminer. Elle consiste à **éviter le retour de plantes hôtes** pendant plusieurs années (5 à 6 ans). Le problème est que les *Meloidogyne* sont très polyphages : ils peuvent s'installer non seulement sur de nombreuses cultures mais aussi sur les adventices.

■ **Un labour en période très sèche** pour soumettre les nématodes à la dessiccation (efficacité non démontrée).

■ **Limiter au maximum l'inoculum** : en retirant le maximum de racines du sol en fin de culture ; en surveillant la **qualité de l'eau d'irrigation, des plants de pépinières et du terreau** ; et en nettoyant le matériel après un travail dans une parcelle contaminée.

Les méthodes de lutte thermique

Ces méthodes consistent à **élever la température du sol** à des niveaux létaux pour les nématodes (de 40°C à 60 °C).



Appareil de désinfection vapeur

■ **La désinfection vapeur** : elle est injectée sous une bâche étanche recouvrant le sol pendant 1h30 à 3h (consommation : 400l de fuel / 500m²). La profondeur traitée est de dix à vingt centimètres lorsque le sol est finement préparé.

Avantages : Efficace à court terme.

Inconvénients : **destruction de l'ensemble de la microfaune** du sol ; à répéter chaque année (seules les couches superficielles du sol sont nettoyées) ; coûte très cher (30 à 50 KF/ha) ; compter autour d'un mois pour traiter un hectare de tunnels.

■ **La solarisation** : utilisation des rayonnements solaires. Après avoir fait un travail fin du sol et l'avoir rempli à la capacité au champ, on couvre le sol avec une bâche plastique transparente pendant au moins cinq semaines. L'eau est ici le vecteur de l'échauffement du sol : un goutte à goutte est nécessaire pour maintenir l'humidité en sol léger et la bâche doit être plaquée au sol pour éviter les adventices. Cette technique utilisée seule est très peu efficace : la température n'est pas assez élevée et la profondeur atteinte est trop faible..

Utilisation de variétés résistantes en porte-greffe

L'hybride interspécifique type KNVF (pour Corky root, Nématodes, Verticillium, Fusarium) peut être utilisé comme porte greffe dans les cultures de tomates et d'aubergines. Issu du croisement de *Lycopersicon esculentum* avec *Lycopersicon hirsutum*, cet hybride est résistant aux *Meloidogyne* grâce à sa réaction d'hypersensibilité liée au gène "Mi".

Avantages : conférer une résistance complète au porte greffe et assainir le sol : les nématodes sont attirés et meurent sans pouvoir évoluer en adulte : le cycle du ravageur est coupé.

Cette technique est très intéressante pour protéger les Tomates et Aubergines. Il n'existe pour l'instant pas de porte greffe résistant pour les cucurbitacées et autres familles.

Variétés du commerce : Brigeor (Gautier) et Beauford (Ruiter).



© APREL

Les méthodes de lutte microbiologiques

Il existe de façon naturelle dans le sol un nombre relativement important de champignons antagonistes des nématodes. L'inconvénient de cette technique réside dans les contraintes liées à son utilisation pratique (formulation, stockage, maintien dans le sol ...).

Les champignons prédateurs

Nématode piégé par un champignon



Le mycélium de ces champignons est pourvu de ramifications formant des boucles, boutons ou anneaux sécrétant une glu. Lors de ses déplacements, le nématode peut se trouver piégé dans ce réseau mycélien.

C'est l'INRA d'Antibes qui a promu l'utilisation d'un de ces champignons en France (*Arthrobotrys irregularis*, commercialisé sous le nom de S350 puis T350).

L'efficacité de ce produit est bonne si le champignon parvient à s'installer correctement dans le sol, mais ce n'est pas toujours le cas. Aucun produit commercial n'existe de nos jours mais plusieurs équipes de recherche travaillent sur le sujet.



"J'ai roulé sur un de ces champignons nématophages..."

Les bactéries antagonistes des nématodes



Spores bactériennes sur nématodes

Pasteuria penetrans est une bactérie qui parasite très efficacement les nématodes : la réduction de la population de ces ravageurs peut atteindre 80 %. Cependant, l'étroite spécificité des souches bactériennes et leur statut de parasite obligatoire sont des obstacles à leur utilisation pratique.

Utilisation de plantes nématicides

A l'heure actuelle, plus de deux cents espèces de plantes, appartenant à 80 familles différentes, sont étudiées pour leurs propriétés nématicides. C'est sur l'activité nématicide de certains végétaux que s'appuient les pratiques empiriques utilisées en Afrique, en Amérique du sud et en Asie pour protéger les cultures contre les nématodes.

Introduction de plantes nématicides dans les rotations

Beaucoup de ces plantes sont introduites en précédent cultural puis, pour certaines (les Fabaceae surtout) enfouies comme engrais vert : Crotalaire, Radis fourrager, Rue... D'autres plantes sont utilisées sans enfouissement : le *Cosmos*, le *Panicum sp*, *Eragrostis sp*, le *Tagetes (Tagetes sp)* sont autant de plantes ayant permis de réduire le nombre de galls sur les racines de tomates.

Dans de nombreux cas, l'action nématicide est due au piégeage des nématodes dans les racines.

Il faut aussi noter que la décomposition des engrais verts libère dans le sol différents acides gras volatiles dont l'effet nématicide pourrait s'ajouter à celui des molécules contenues dans les tissus des plantes enfouies.

Le Tagete (*Tagetes minuta*)

Le Tagete (ou œillet d'Inde) a déjà été très étudié et une méthode de lutte l'utilisant comme précédent cultural a été proposée. Il est produit par la société GSN et commercialisé sous le nom commercial de Nemanon. Pour lutter contre les nématodes à galls, l'espèce la plus efficace est le *Tagetes minuta*.



Utilisation : Semis mi Avril ; densité 800 gr/ha.

Inconvénients : Durée de culture d'au moins trois mois comme précédent cultural ; il devient rapidement envahissant (l'enfourer avant l'apparition des graines, sinon il se transforme facilement en adventice) ; risque d'allergie.

La crotalaire (*Crotalaria spp*)



Les agriculteurs des pays d'Amérique du sud et d'Asie l'utilisent traditionnellement dans leurs assolements pour abaisser les populations de parasites avec, semble-t-il, un certain succès.

La Crotalaire apprécie les sols léger et frais associés à un climat ensoleillé et chaud.

Utilisation : Semis de Mai à Juillet ; densité : 5 plants/m² ; ne pas trop arroser ; désherbage régulier ; attention aux acariens.

Inconvénients : En France, elle boucle difficilement son cycle et l'approvisionnement en graines reste la contrainte principale ; elle est très sensible à la concurrence des adventices en début de culture.

La Crotalaire constitue un engrais vert nématicide intéressant (comme c'est une légumineuse, son enfouissement constitue

une fumure azotée non négligeable). Il faut impérativement l'enfouir pour avoir une action nématocide.

Utilisation des tourteaux végétaux

Le Nématorg

Origine et utilisation : Le Nématorg est un tourteau végétal issu des graines de Neem.

C'est un fertilisant organique (3% d'azote ; 1.5% de phosphore et 1 % de potassium) à libération lente.

Il est épandu et enfoui comme tout fertilisant (action nématocide à 6 t/ha).

Activité nématocide : Utilisé traditionnellement en Inde et autres pays d'Asie pour lutter contre les nématodes, le Nématorg a fait l'objet de nombreux travaux qui ont confirmé son efficacité nématocide. En France, des expérimentations du GRAB ont montré que son épandage à 6 t/ha permettait de bien protéger les cultures sensibles de printemps.

Le Tourteau de Ricin (*Ricinus communis*)

Le Ricin (*Euphorbiacée*), culture oléagineuse assez commune, possède non seulement des propriétés de plante-piège mais aussi des propriétés ovicides intrinsèques.

Le tourteau de Ricin associé au Nématorg permet là aussi de contrôler les populations de nématodes à galles (2.5 t/ha de chaque tourteau).



Itinéraires techniques pour produire au mieux sur des parcelles infestées

Choix des variétés :

Dans le cas des solanées (tomates, aubergines), utiliser obligatoirement des plants greffés **sur porte-greffe résistant** (type KNVF). Le surcoût dû au greffage est compensé par une densité de plantation plus faible.

Dans le cas des concombres, éviter le concombre lisse, beaucoup plus sensible que l'épineux. Mais en règle générale, il faut **éviter la culture de concombre (et de melon) sur une parcelle infestée**.

Le greffage du melon et du concombre ne permet pas de lutter contre les nématodes : il n'existe pas de porte greffe de cucurbitacée résistant. Le greffage ne fait qu'apporter un surcroît de vigueur qui permet au plant de mieux « encaisser » l'attaque des nématodes. Porte greffe : Courge japonaise (RS 841).

GRAB

(Groupe de recherche en agriculture biologique)
Site Agroparc - BP 1222 - 84911 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 84 01 70 - Fax : 04 90 84 00 37
E-mail : grab@wanadoo.fr

ITAB

(Institut technique de l'Agriculture Biologique)
149 rue de Bercy - 75595 PARIS Cedex 12
Tél. : 01 40 04 50 64 - Fax : 01 40 04 50 11

Fiche réalisée en collaboration avec J F LIZOT et C. MAZOLLIER (GRAB).

Choix des dates de plantation :

Pour les cultures de printemps, plus la date de plantation sera précoce (jusqu'à février), plus le plant aura le temps de bien s'implanter avant le réveil des populations de nématodes. De même, pour les cultures d'automne, les cultures plantées tardivement (à partir d'octobre) seront moins attaquées que les cultures précoces (août – Sept).

Les rotations :

Essayer d'alterner cultures sensibles et cultures non hôtes : comme les plants greffés, haricot, chou, pomme de terre... Il vaut mieux éviter de répéter des cultures sensibles sur une zone déjà infestée.

Fertilisation :

Utiliser des tourteaux nématocides avant les cultures sensibles. Sur les parcelles très infestées, le Nématorg épandu et enfoui à 6t/ha peut donner de bons résultats. Pour les traitements d'entretien, un mélange de 2.5 t/ha tourteau de Ricin plus 2.5 t/ha de Nématorg reste vraisemblablement satisfaisant et couvre les besoins en azote. Compléter si besoin en phosphore et potasse éventuellement en azote pour le début de culture.

Coût : 18 000 F/ha pour le Neem seul et 12 000 F/ha pour le mélange. Mais ce coût englobe le coût de fertilisation (~ 10 000 F/ha). **Le coût du traitement nématocide lui-même revient donc à 8000 F/ha pour le Nématorg et 2000 F/ha pour le mélange.**

Engrais vert d'été :

Privilégier l'utilisation d'engrais verts nématocides ou, au moins, d'engrais verts non hôtes (Sorgho, Phacelie). Des travaux restent à faire pour définir précisément les meilleures plantes nématocides, mais on peut citer le *Tagete minuta*, les *Crotalaires*, ...

Rappel : Les moutardes permettent de lutter contre les nématodes du genre *Heterodera* et non contre les *Meloidogyne*. Certains radis fourragers (semences Carneau) auraient une action contre les *Meloidogyne*.

Prophylaxie :

Attention de ne pas contaminer des parcelles saines avec des outils ayant travaillé sur des parcelles contaminées. Eliminer les racines à l'arrachage.

Quelques adresses :

- **Sopropêche (Nématorg et Ricin) :**
ZI Trésorerie - BP 275 - 62204 BOULOGNE / MER
tel : 03.21.32.27.27 ou 04.90.32.37.87 (Montfavet, 84)

- **GSN (Tagetes)**
BP 1 - Rte de Nogaro - 32 460 LE HOUGA
tel : 05.62.08.89.10

- **Carneau (Radis) :**
26, rue Leon Ruden - BP 8 - 59 310 ORCHIES
tel : 03.20.71.83.05

Quelques sites web sur les nématodes :

- ☞ <http://www.antibes.inra.fr/unites/nematolo.html>
- ☞ <http://perso.wanadoo.fr/grab/grab>
- ☞ <http://nematode.unl.edu/wormhome.htm>
- ☞ <http://www.schwekendiek.com/axel/plantparasiticnematodes.html>
- ☞ <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r783200111.html>
- ☞ <http://www.aces.edu/departement/ipm/anr856.htm>

Janvier 2001

Tous droits de traduction, d'adaptation, et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous les pays.