

LES BIOAGRESSEURS TELLURIQUES

Les bioagresseurs telluriques regroupent les ravageurs et microorganismes qui effectuent l'ensemble ou une partie de leur cycle de développement dans le sol. Cela comprend de nombreux types d'organismes tels que les champignons, les virus, certains insectes, les nématodes, des bactéries... La plupart des organismes telluriques, de par, leur vie souterraine sont difficiles à éliminer durablement. Ces ravageurs demeurent une problématique majeure pour les agricultures car pénalisant grandement le rendement. Dans cette fiche, nous nous focaliserons sur les nématodes à galles (*Meloidogynes sp.*) présents principalement sur cultures de pomme de terre. Puis nous nous intéresseront aux *Sclerotinia sclerotarium* provoquant « la pourriture blanche des racines » ou sclérotiniose. Enfin nous terminerons cette introspection par le *Verticilium dahliae* responsable de la verticilliose en particulier sur les aubergines.

NÉMATODES A GALLES (*Meloidogynes sp.*)

Les nématodes (Némathelminthes), présents dans le sol font partis de la microfaune, et ont une grande diversité trophique. Dans un cm³ de sol on peut dénombrer plus de 100 000 individus. Certaines espèces sont très utiles pour les cultures ayant des capacités d'entomopathogènes ou bactérivores. D'autres espèces sont plus problématiques car **phytoparasites**. Ces organismes invisibles à l'œil nu (0,015 à 3 mm de long) génèrent des attaques sur tout organe souterrain des plants (racines, tubercules...) [1,2]. **Les nématodes à galles** (*Meloidogynes spp.*) sont endoparasites sédentaires (cycle réalisé dans une seule plante). Il existe plusieurs espèces nuisibles pour les plantes cultivés par exemple : *Meloidogyne incognita* Chitwood et *Meloidogyne arenaria* Chitwood. **Les nématodes à galles** *Meloidogynes sp.* sont polyphages : ils ont pour hôtes premiers les Solanacées et Fabacées. Les nématodes à galles (*Meloidogynes spp.*) sont endoparasites sédentaires (cycle réalisé dans une seule plante. Les conditions optimales de développement de ces organismes se situent entre 20 et 25°C. Les sols humides et pauvres (sableux, peu de MO) sont propices. Les mauvaises herbes constituent des plantes dites réservoirs permettant de conserver et multiplier le nématode phytoparasite dans le sol. Les larves vont pénétrer dans la racine avant de remonter vers les vaisseaux à travers les cellules.

La présence des femelles adultes dans les racines induit la formation de galles, d'abord blanches puis brunissant progressivement. Les nématodes vont injecter des protéines contenues dans leur glandes salivaires dans les cellules des racines de la plante. Ceci aura pour effet de la transformer en **cellule géante**. Une fois la femelle installée et protégée dans la **galle**, devenu son site nourricier, celle-ci va commencer à pondre de nombreux œufs (500 en moyenne) [1,2,3].

Des **symptômes secondaires** peuvent être observés tels qu'un dessèchement **foliaire** accompagné d'une **chlorose** des feuilles. La croissance des plantes ralentit fortement. Les nématodes à galles sont capables de résister et se conserver dans le sol durant plusieurs années. Ils se conservent alors sous la forme d'œufs protégés par une gangue mulagineuse (**kyste**). A ce jour, les nématodes à galles *M. incognita* et *M. arenaria* sont les plus répandus dans le sud de la France. Les nématodes *M.chitwoodi*/*M.fallax* sont des organismes de quarantaine dont la lutte est obligatoire et font l'objet d'une surveillance renforcée. Ceux-ci sont le plus souvent transportés par l'eau ou bien par l'Homme (outils, tubercules, chaussures...). Des **méthodes prophylactiques** telles que le nettoyage des outils, l'installation de pédiluves ou encore la destruction des adventices sont recommandés [6,7,8]. De plus il existe plusieurs techniques de luttés contre les nématodes présentées dans le tableau ci-dessous :

Méthodes de lutte directes	Caractéristiques	Source
Solarisation	Couverture du sol à l'aide d'un film de polyéthylène de 35 à 50 um d'épaisseur. Cette méthode applicable dans les régions à fort ensoleillement est réalisable aux périodes les plus chaudes.	(Goillon, 2015) [4]
Plantes pièges	Plantes capables de piéger les nématodes sans permettre d'accomplir leur cycle. Ces plantes doivent être détruites avant 3-4 semaines. Des plantes comme le Persils, carotte, salades, Radis fourrager peuvent être utilisées.	(Djian-Caporalino et al. 2018). [5]
Plantes non-hôtes	Plantes produisant des exsudats racinaires toxique ou produite suite à l'infestation. Ces plantes ne permettront pas la reproduction de nématodes.	(Védie et al.,2006)[6]
Interculture engrais vert	Utilisation de plantes relachant des composés nématocides après le broyage. Ex : Le sorgho ayant une forte teneur en dhurine se dégrade en HCN (propriétés nématocides) après destruction.	(Goillon et Boisvilliers 2017)[6]

LES
BIOAGRESSEURS
TELLURIQUES

Ce champignon s'attaque à de très nombreux végétaux (500 espèces) notamment plantes cultivées aussi bien en plein champs que sous abris. Il s'agit d'un **champignon ascomycète**, il effectue une partie de son cycle dans le sol puis sur la plante. Il est capable d'attaquer de nombreux hôtes, soit plus de 400 espèces végétales, cultivées ou adventices. Il existe d'autres espèces que *Sclerotinia sclerotiorum* (commune sur la plupart des espèces). On connaît également *Sclerotinia cepivorum* (sur Alliacées), *Sclerotium rolfii* (sur Solanacées, cucurbitacées) et *Sclerotinia minor* (sur laitues-chicorées).

Le sclerotinia est présent dans **les premiers cm du sol** car il a besoin de luminosité afin d'assurer son développement. La contamination peut s'effectuer sous deux formes : soit par **dissémination des spores** (forme sexuée), soit par **expansion du mycélium** (forme asexuée).

Les sclérotés sont des formes persistantes du champignon. Ils sont capables de sporuler lorsque les températures se situent autour de **11 à 15°C** et en présence d'une **forte humidité** en continue. Après germination d'un sclérote, devenue l'apothécie (forme de petites trompettes jaunâtres), celui-ci peut **émettre plus de 2.106 spores**. Les spores peuvent être transportés par le vent pouvant se **dispenser jusqu'à plusieurs km** (Abawi et Grogan, 1979). Cependant la plupart se déposeront dans un périmètre de 10 m (Wu et al., 2011). Sclerotinia infectera, en premier lieu les racines superficielles par expansion de son mycélium. La propagation des spores (mode de multiplication majoritaire) infestera les tissus des plantes à proximité, en profitant de **tissus blessés ou sénescents** afin de pénétrer dans son hôte [9,10,11].

Sclerotinia sclerotium, après son installation dans le végétal provoque la sclerotiniose. L'installation de ce champignon ascomycète est reconnaissable par la présence de lésions humides et chancreuses sur tiges et collets (photo a).



Photos : Sclerotinia étend son mycélium sur les racines et le collet de ce plant de tomate (photo a). flétrissement des feuilles de la plante en réponse à l'infection (photo b)

On donne également le nom de « **pourritures blanches des racines** » à cette maladie. Ce mycélium d'aspect cotonneux peut être visible aussi bien sur tige et dans la moelle, qu'il consommera et qui finira par se nécroser. Les sclérotés se développe au sein de ce mycélium. Ces organes noirs responsables de leurs persistances, peuvent être identifiés facilement à l'œil nu. Par la suite, l'infection des racines va entraîner leurs **pourrissements**. Ce qui provoquera à terme le **dépérissement progressif** de la plante (photo b). Les feuilles du bas d'abord vont se flétrir avant que toute la plante ne meure [9,10,11].

Afin d'éviter très rapidement l'installation de ce champignon. Des **mesures prophylactiques** sont à mettre en place. Les débris végétaux, support de prédilections pour les sclérotés, doivent être supprimés en cours et à la fin de la culture. L'apport d'intrants azotés doit être maîtrisé car sa carence ou son excès rendent les tissus végétaux plus propices à l'infection. Enfin, il est recommandé d'éviter la succession de cultures sensibles au sclerotinia sur la même parcelle. Le champignon est cependant polyphage et peut s'adapter aux différents hôtes. De plus il existe plusieurs techniques de luttés contre sclerotinia spp. sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Méthodes de lutte directes	Caractéristiques	Source
Solarisation	Couverture du sol à l'aide d'un film de polyéthylène de 35 à 50 um d'épaisseur. Cette méthode applicable dans les régions à fort ensoleillement est réalisable aux périodes les plus chaudes. Les mycélium/sclérotés vont dépérir à des températures qui vont atteindre 40°C. Une solarisation tous les 3 ans permet de maintenir le sclerotinia à un niveau faible.	ephytia
Désinfection à la vapeur	Injection dans le sol de vapeur à 180°C. Le sol va alors monter en température atteignant jusqu'à 90°C. Cette méthode est très destructrice et stérile les premiers 25 cm du sol. L'équilibre du sol est détruite, toute vie est supprimée. Le coût est également élevé : 10000€/ha.	GRAB
Champignons et bactéries prédateurs/parasites	Il existe plusieurs mycoparasite (Coniothyrium minitans, Gliocladium virens, Sporidesmium sclerotivorum, Talaromyces flavus) ou bactéries préadtrices (Streptomyces griseoviridis) sont disponibles.	ephytia



VERTICILLIUM DALHIAE (VERTICILLIOSE)

Parmi les bioagresseurs telluriques les plus répandus parmi les plantes cultivées, on trouve le champignon *Verticillium dahliae* responsable de la **verticilliose**, maladie touche plus de 300 végétaux, notamment des végétaux cultivés (aubergines, tomates...). Ce champignon peut être nuisible aussi bien en plein champ, sous abri ou en hors sol.

Verticillium dahliae, n'est pas un champignon saprophyte, il se conserve dans le sol grâce à ces **microsclérotés** durant plusieurs années. Lorsque les conditions environnementales sont optimales à son développement (entre 20 à 32°C), le mycélium va pénétrer de lui-même directement dans la racine ou par diverses blessures racinaires. *V. dahliae* va rejoindre rapidement le **système vasculaire** (vaisseaux du xylème) afin d'atteindre au plus vite tous les organes de la plante. La circulation de la sève sera fortement perturbée par le mycélium. La plante va alors réagir en formant de la gomme ou des thylles dans ses vaisseaux afin de freiner sa progression. Durant son expansion, le champignon va produire des microsclérotés et/ou des conidies qui vont après germination, accélérer sa dissémination sur l'ensemble du végétal.

L'ensemble de ces processus vont entraîner un jaunissement, puis une nécrose des feuilles fragilisées (photo b). La croissance s'arrête, les plantes peuvent être atteintes de nanisme. Puis ils finissent par flétrir tandis que les fruits exposés au soleil vont se brûler. Une section de la tige en deux sur la longueur, permet d'observer un brunissement des vaisseaux à la base des tiges ou des rameaux (photo a).



Crédits : Ephytia



Crédits : A-L Preterre

Photos : Tissus vasculaires de la tige à gauche de la photo deviennent bruns contrairement aux tissus sains à droite (photo a). Les feuilles se jaunissent et se dessèchent (photo b)

Les méthodes prophylactiques sont vivement recommandées car il n'existe actuellement aucune méthode de lutte contre cette maladie. Tout d'abord, il est reconnu que les adventices (en particulier l'Amarante ou la morelle noire) permettent au verticillium de se conserver en favorisant même sa multiplication. Il convient donc d'éliminer toutes adventices aux abords des cultures sensibles. De plus, les microsclérotés peuvent se reprendre par l'intermédiaire des outils et matériaux utilisés. Il est préférable de nettoyer le matériel après utilisation. Par ailleurs, les résidus de cultures ne doivent pas être enfouis dans le sol. Ils sont colonisés par *V.dahliae* qui risquent de se maintenir sur la parcelle.

Enfin, la pratique de rotations culturales, permet, s'il sont suffisamment longues (4 années min) de freiner l'apparition de *V.dahliae*. Certaines espèces comme le pois, le chou ou encore les céréales ne permettent pas au champignon de se maintenir [12,13].

Sources

- [1] Djian-Caporalino C, Villeneuve F, Hoefflerlin P, Navarrete M, Mateille T. 2018. « HS Meloidogyne webOK » [2] Villeneuve F, Djian-Caporalino C., 2013. Les nématodes et les cultures légumières. La protection des cultures (2e partie). Infos-Ctifl, Mai 2013, n° 291,66-76. [3] Stapleton J.J., 2000. Soil solarization in various agricultural production systems. Crop Protection 19 : 837-841. [4] Goillon C, Caporalino S, Védi H. 2019. « Gestion des Nématodes à galles en maraichage sous abris » <https://ephytia.inra.fr/C/5119/Tomate-Verticilliose-Verticillium-dahliae#:~:text=Verticillium%20dahliae%20est%20un%20des,plein%20champ%20que%20sous%20abri.> [5] Djian-Caporalino C, Védie H, Arrufat A. 2009 « Gestion des nématodes à galles : Lutte conventionnelle et luttes alternatives. L'atout des plantes pièges ». Phytoma. Disponible en ligne : https://www.supagro.fr/ress-tice/EcoHort/Uved/PratiqueAgroecologiqueCultureMaraichere/res/Caporalino_2009_TK_altern.pdf [6] Védie H, Geffroy T., and Lambion J., 2006. Lutte contre les nématodes à galles : test de différents engrais verts nématicides : compte-rendu d'essai 2005. Groupe de Recherche en Agriculture Biologique. [6] Goillon, Claire. 2015. « Gestion durable des nématodes à galles 2015 ». [7] Goillon, Claire, et Fanny DE Boisvilliers. 2017. « Gestion Durable des Bioagresseurs Telluriques ». [8] Ephytia. « Meloidogyne spp. » Consulté le 2 novembre 2023 : <https://ephytia.inra.fr/C/23095/Tropileg-Nematodes-a-galles> [9] Villeneuve, 2017 rencontre technique sclerotinia, un parasite sous haute surveillance, Infos CTIFL n°335. Disponible en ligne : http://www.ctifl.fr/ecophytopic/infos_ctifl/infos335/335p9-12.pdf [10] « Sclerotinia spp. » Ephytia : <https://ephytia.inra.fr/C/5281/Tomate-Principaux-symptomes> [11] Abawi G.S et Grogan R.G, 1979. Epidemiology of diseases caused by Sclerotinia species. Phytopathology, 69: p899-904. Disponible en ligne : https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1979Articles/Phyto69_n08_899.PDF [12] « Verticilliose ». Consulté le 2 novembre 2023. <https://www.jean-marc-gil-toutsurlabotanique.fr/page/introduction-a-la-botanique/les-maladies-cryptogamiques/nomenclature-des-maladies-cryptogamique/verticilliose.html> [13] « Verticillium dahliae », Ephytia <https://ephytia.inra.fr/C/5119/Tomate-Verticilliose-Verticillium-dahliae#:~:text=Verticillium%20dahliae%20est%20un%20des,plein%20champ%20que%20sous%20abri.>