

Table des matières

Gestion des nématodes en cultures de pommes de terre et sous verre	1
Brève info concernant la punaise marbrée	1
Bulletin PV Cultures maraîchères	2

Gestion des nématodes en cultures de pommes de terre et sous verre

Une rotation étroite de cultures maraîchères et de pommes de terre peut favoriser, chez ces dernières, l'apparition d'une maladie à symptômes nécrotiques causée par le virus du rattle du tabac (TRV, tobacco rattle virus). Ce pathogène est transmis aux plantes cultivées par des nématodes des genres *Trichodorus* et *Paratrichodorus*. Vous trouverez des informations sur les symptômes d'attaque, la biologie et la gestion de ces ravageurs dans la nouvelle fiche technique de Reinhard Eder (Agroscope) et Sebastian Kiewnick (JKI, Braunschweig (D)): «**Trichodorides: des nématodes vecteurs de virus dans la production de pommes de terre**».



Photo 1: Au cours des années fraîches et humides, on peut souvent voir apparaître, sur les variétés sensibles de pommes de terre, la maladie nécrotique causée par le virus TRV (photo: Agroscope).



Photo 2: Une attaque de nématodes cécidogènes du nord (*Meloidogyne* spp.) entraîne chez les plantes de concombre un épaississement des racines (photo: Agroscope).

Quelle est l'efficacité réelle de la désinfection à la vapeur? : des résultats d'essais intéressants et des recommandations pour les situations d'attaques de nématodes cécidogènes en serre ont été publiés par Reinhard Eder (Agroscope) dans la fiche technique : «**Désinfection à la vapeur pour réguler les nématodes à galles des racines *Meloidogyne* spp.**». Les fiches techniques présentées ici sont annexées au mail du présent bulletin. Vous les trouverez aussi sur le site de la nématologie d'Agroscope par le lien suivant: www.nematodes.agroscope.ch

Brève info concernant la punaise marbrée

Cette semaine, on n'a encore trouvé aucune punaise marbrée (*Halyomorpha halys*) dans les serres de Suisse alémanique que nous surveillons. Nous supposons que la migration d'importants groupes de ces punaises hors de leurs quartiers d'hiver commence maintenant. Dans les exploitations pratiquant des cultures précoces sous verre, il faut faire des tournées d'inspection régulières afin de collecter assez tôt, manuellement, les punaises marbrées en voie de s'y installer. Nous nous attendons à ce que les premières pontes se produisent vers la mi-mai au plus tôt dans les cultures sous abris, car il y a un certain délai entre la migration hors des zones d'hivernage et la maturité ovarienne des femelles.

Photo 3 (à dr.): Punaise marbrée sur lierre (photo: Agroscope).



Bulletin PV Cultures maraîchères



Photo 4: Il faut s'attendre dès maintenant à une notable intensification de l'activité de ponte de la mouche du chou (*Delia radicum*), y compris dans les zones tardives (photo: Agroscope).



Photo 5: On a découvert ce lundi du mycélium et des scléroties de la pourriture blanche (*Sclerotinia cepivorum*) sur des oignons rouges plantés flétrissant (photo: Agroscope).



Photo 6: Attention! Le vol d'invasion du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) est en cours. Il s'attaque à de nombreuses cultures de plein champ et de serre (photo: Agroscope).



Photo 7: Le vol d'immigration du puceron du saule (*Cavariella aegopdii*) vers les cultures de carottes a commencé. Cet aphide peut transmettre le Carrot red leaf virus (CtRLV) (photo: Agroscope).



Photo 8: Lors du contrôle de lundi dans les champs de différents sites, on a découvert les premiers foyers d'attaque de mildiou sur oignons hivernés (photo: D. Bachmann, Strickhof, Winterthur). La pression d'infection a fortement augmenté dans les zones sujettes à des attaques précoces.

Le mildiou continue de se répandre chez les oignons hivernés

Les annonces d'attaques en provenance de différentes régions de culture de Suisse alémanique se multiplient. Pour protéger les oignons hivernés, il faut privilégier des fongicides partiellement systémiques ou translaminaires, qui pénètrent dans les tissus foliaires, tel benthiavalicarbe-isopropyl (Valbon), diméthomorphe (Acrobat MZ WG), mandipropamide (Revus MZ, Sandora, Virexa) ainsi que fenamidon + hydrochlorure de propamocarbe (Arkaban, Consento). La plupart des produits mentionnés ici comprennent déjà une substance active à fonction protectrice (p. ex. mancozèbe)

Si l'on constate que le mildiou est déjà installé, on peut utiliser des substances actives susceptibles de bloquer son développement, tels le diméthomorphe + mancozèbe (Acrobat MZ WG) ou le benthiavalicarbe-isopropyl + mancozèbe (Valbon), ainsi que, par exemple, le fluazinam (divers produits), qui inhibe la sporulation du pathogène. Respectez bien les délais d'attente indiqués !

Les intervalles de traitement doivent être fixés en tenant compte de la pression d'infection (qui dépend de la météo) et de la rapidité de croissance de la culture. Si la croissance est forte et la météo favorable à l'infection, il faut privilégier des intervalles de 7 jours entre chaque traitement. Si le dernier traitement a été appliqué dans le délai d'une semaine avant une période de pluie annoncée, protéger à nouveau la culture concernée avec un traitement fongicide ciblé.

Les mouillants peuvent grandement améliorer l'adhérence et l'étalement des produits phytosanitaires sur la couche cireuse hydrophobe des feuilles d'oignons. Il faut cependant rester prudent lors d'ajout de mouillants dans les bouillies à plusieurs composants, surtout lorsqu'elles comprennent des concentrés émulsifiables (EC) ou des oléodispersions (OD), qui sont déjà très riches surfactants : les effets d'étalement s'additionnent alors, pouvant conduire à la formation de grosses gouttes induisant des brûlures foliaires. Pour la même raison, il est également déconseillé d'ajouter des mouillants dans une bouillie contenant des engrais foliaires. L'utilisation de droplets (rampes à pendillards) améliore le dépôt et la distribution des fongicides dans les cultures d'oignons, entraînant une meilleure efficacité.



Photo 9: Mouches mineuses du poireau (*Napomyza gymnostoma*) sur une feuille de ciboulette (photo: Agroscope).

Renforcement du premier vol de la mouche mineuse du poireau

On peut observer actuellement dans les cultures de liliacées une présence accrue de mouches mineuses du poireau dont le premier vol annuel est en cours. Contrôlez vos cultures et faites un traitement si nécessaire.

Les substances actives autorisées pour la lutte contre la mouche mineuse du poireau sont : lambda-cyhalothrine (divers produits ; poireau, ail, oignons : délai d'attente 2 semaines ; herbes condimentaires : délai d'attente 1 semaine) ou spinosad (Audienz, BIOHOP AudiENZ, Perfetto ; poireaux, oignons, ciboulette : délai d'attente 1 semaine). Si nécessaire, protéger vos plantons contre la mouche mineuse du poireau par un traitement ou au moyen d'un filet.



Photo 10: Mouche de la carotte (*Psila rosae*) sur une feuille de carotte (photo: Agroscope).

Mouche de la carotte: le vol se renforce dans les zones précoces

La semaine dernière, le seuil de tolérance d'une mouche par piège et par semaine a été dépassé, parfois nettement, dans certains sites précoces de Suisse alémanique. Si les captures dépassent le seuil dans les cultures non couvertes de voiles ou de filets, il est recommandé de faire un traitement contre ce ravageur. Dans les zones menacées, il faut veiller à maintenir les voiles et filets de protection aussi hermétiques que possible.

La substance active lambda-cyhalothrine (divers produits, délai d'attente : 2 semaines) est autorisée pour la lutte contre la mouche de la carotte dans les cultures de céleri-branché et de fenouil. Outre cette même lambda-cyhalothrine, les substances bifenthrine (Talstar SC), cyperméthrine (Cypermethrin, Cypermethrin S, Cypermethrine Médol), alpha-cyperméthrine (Fastac Perlen), zéta-cyperméthrine (ArboRondo ZC 1000, Fury 10 EW) et deltaméthrine (Aligator, Decis Protech) sont autorisées sur le céleri-rave, la carotte, le panais et le persil à racine, avec un délai d'attente de 4 semaines. Prenez garde au respect des autres charges d'utilisation.



Photo 11: Pucerons à stries vertes de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*) sur feuilles de tomate, dont quelques cadavres momifiés produits par l'activité de l'auxiliaire parasitoïde *Praon volucre* (photo: Agroscope).

Forte prolifération de pucerons sur les légumes fruits sous abris

On constate une prolifération très rapide, dans les cultures de légumes fruits sous abris, du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et des deux pucerons de la pomme de terre (*Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae*). Il y a également un fort vol d'invasion du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Contrôlez vos cultures et marquez les foyers d'infestation. Évaluez régulièrement l'activité des auxiliaires et commandez-en de nouveaux si nécessaire.

Dans les cultures sous abris d'aubergines, de concombres, haricots, de poivrons, et de tomates, on peut user d'insecticides ménageant les auxiliaires, par exemple : le pirimicarbe (Pirimicarb, Pirimicarb 50 WG, Pirimor)* avec un délai d'attente d'une semaine, ou, dans les cultures d'aubergines, de concombres et de tomates sous abris, la pymétozine (Plenum WG, d.a. 3 jours)^{oo}, ou encore en cultures d'aubergines et de poivrons sous abris l'azadirachtine (divers produits, BiO) également avec un délai d'attente de 3 jours.

* Attention: de nombreuses, voire la grande majorité, des populations du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) s'avèrent totalement résistantes au pirimicarbe
^{oo}il existe des populations du puceron à stries vertes de la pomme de terre résistantes à la pymétozine.

Toutes les données sont fournies sans garantie. Pour l'utilisation de produits phytosanitaires, respecter les consignes d'application, les charges et les délais d'attente. De nombreuses indications et charges sont révisées dans le cadre du réexamen ciblé des produits phytosanitaires autorisés. Il est recommandé de consulter DATaphyto ou la banque de données de l'OFAG avant toute utilisation. Pour consulter les résultats du réexamen ciblé, voir :

<https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel.html>

Mentions légales

Données, Informations :	Lea Andrae, Daniel Bachmann & Christof Gubler, Strickhof, Winterthur (ZH) Ivanna Crmaric, Grangeneuve, Posieux (FR) Vincent Günther, Châteauneuf, Sion (VS) Eva Körbitz & Daniela Büchel, Landw. Zentrum Rheinhof, Salez (SG) Suzanne Schnieper, Liebegg, Gränichen (AG) Philipp Trautzl, Arenenberg, Salenstein (TG) Matthias Lutz, Reto Neuweiler & René Total (Agroscope)
Éditeur :	Agroscope
Auteurs :	Cornelia Sauer, Matthias Lutz, Serge Fischer, Lucia Albertoni, Mauro Jermini (Agroscope) et Samuel Hauenstein (FiBL)
Photos :	photos 1-3, 5: C. Sauer (Agroscope), photos 4, 6, 7, 9, 11: R. Total (Agroscope), photo 8: D. Bachmann, Strickhof, Winterthur, photo 10: H.U. Höpli (Agroscope)
Coopération :	Offices cantonaux et Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL)
Adaptation française :	Serge Fischer, Christian Linder (Agroscope)
Copyright :	Agroscope, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil www.agroscope.ch
Changements d'adresse, Commandes :	Cornelia Sauer, Agroscope cornelia.sauer@agroscope.admin.ch

Désinfection à la vapeur pour réguler les nématodes à galles des racines *Meloidogyne* spp.

Auteur: Reinhard Eder



Figure 1: À gauche: préparation d'une serre pour une désinfection à la vapeur sous bâche (branchement visible au bas de la photo); à droite: chaudière à vapeur sur une exploitation agricole (photos: Reinhard Eder, Agroscope).

Dans les cultures sous abris en Suisse, les nématodes à galles des racines *Meloidogyne* spp., engendrent des dégâts et des pertes de rendement. Une méthode de lutte autrefois largement utilisée était le traitement du sol au nématicide Dazomet (p. ex. granulés Basamid). En Suisse, on utilise également le nématicide biologique BioAct WG. Ce dernier, composé de spores du champignon *Purpureocillium lilacinum* souche 251 (autrefois *Paecilomyces lilacinus*), est autorisé depuis quelques années pour le traitement des tomates et des concombres.

On dispose d'autres mesures de gestion des nématodes : l'utilisation de porte-greffes résistants ou tolérants (il n'en existe malheureusement pas pour tous les nématodes parasites de plantes, ni pour toutes les espèces de *Meloidogyne*), la mise en place d'une jachère noire de deux à trois mois, ou encore le choix de plantes non hôtes ou mauvaises hôtes comme engrais verts. Des engrais tels que Biosol et Biofence, qui favorisent les microorganismes dans le sol et réduisent ainsi les nématodes, peuvent être utilisés en

même temps. Une autre possibilité de contrôler *Meloidogyne* spp. consiste à traiter le sol à la vapeur. Ce traitement est utilisé aussi bien en agriculture conventionnelle que biologique.

Désinfection à la vapeur

Lors du traitement, de la vapeur chaude est injectée dans le sol et en élève la température. On élimine ainsi les agents pathogènes indésirables et les mauvaises herbes. Pour lutter contre les maladies telluriques et les ravageurs, parmi lesquels les nématodes parasites des plantes, il est nécessaire de soumettre le sol à une température élevée pendant un certain temps. Diverses études scientifiques se sont penchées sur ces questions de température et de durée d'exposition. Pour lutter contre *Meloidogyne incognita*, Gudehus (2005) conseille une température de 48 °C pendant 15 minutes. Hallmann (2009) recommande une température de 50–60 °C pendant 20 minutes contre la plupart des nématodes.

Pour atteindre d'autres agents pathogènes, tels que les bactéries, ainsi que les semences de mauvaises herbes, les insectes ou les acariens, une température de 70 °C durant au moins 30 minutes est recommandée (Runia 2000, Gudehus 2005, Runia et Molendijk 2010).

La désinfection du sol à la vapeur est une tâche exigeante, aussi bien en termes de main d'œuvre que de ressources. De telles mesures devraient donc viser le plus de maladies telluriques et de ravageurs possibles et inclure également les nématodes parasites des plantes, ainsi que les mauvaises herbes (Gilli et Michel 2016). C'est pourquoi, dans les essais encadrés par Agroscope, nous visons une température de 70 °C durant 30 minutes.

Dans les serres suisses, la méthode la plus utilisée est celle de la désinfection sous bâche. Le sol est recouvert d'une bâche imperméable à la vapeur. Celle-ci est lestée ou enterrée sur tout le pourtour et on y injecte de la vapeur chaude en un point donné (fig. 1). La température dans le sol doit être mesurée à la profondeur souhaitée (30 cm), au moyen d'un thermomètre ou d'une sonde de température. Afin d'évaluer l'effet et la durée d'efficacité de la désinfection à la vapeur sous bâche contre *Meloidogyne* spp., Agroscope a mené ses propres essais, ainsi que des essais pratiques en collaboration avec une entreprise maraîchère.

Rappelons qu'il existe des restrictions à l'utilisation de la vapeur en agriculture biologique. Actuellement, en production végétale, les traitements superficiels à la vapeur dans les serres et la solarisation du sol sont autorisés pour désinfecter le sol ou réguler les mauvaises herbes (Bio Suisse 2019a). Une autorisation spéciale est nécessaire pour le traitement thermique en profondeur (à partir de 10–30 cm, à une température maximale de 70 °C) (Bio Suisse 2019b).

Avantages et inconvénients de la désinfection à la vapeur

Le renoncement à des produits toxiques est le premier avantage du traitement à la vapeur par rapport à une désinfection chimique. Cependant, la vapeur ne va pas seulement détruire les nématodes qui remontent des couches plus profondes, mais également les microorganismes utiles. Cette «mise sous vide biologique» peut dans certains cas favoriser l'introduction de nouveaux agents pathogènes. Afin de permettre la recolonisation du sol par des microorganismes utiles, un apport en compost est conseillé après la désinfection à la vapeur. Des excédents de nitrite et/ou de manganèse peuvent apparaître suite à des modifications de la structure du sol. En outre, il arrive que la surface soit trop humide pendant une longue période pour permettre le travail du sol. La fiche technique d'Agroscope sur la désinfection du sol à la vapeur fournit des informations complémentaires à ce sujet: méthodes, avantages et inconvénients, coûts, etc. (Gilli et Michel 2016).

Matériel et méthodes

Agroscope a prélevé des échantillons de sol dans les cantons de Zurich et du Tessin, avant et après la désinfection à la vapeur, afin d'évaluer la population des nématodes avant et à la fin du traitement thermique. L'échantillonnage consistait en 25 et 30 prélèvements – effectués à une profondeur de 0–30 cm – sur des parcelles de 50 et 80 m². L'examen nématologique sur les échantillons composites s'est déroulé au laboratoire de nématologie d'Agroscope à Wädenswil. Pour chaque surface partielle, 100 ml de terre ont été extraits en utilisant la méthode de Baermann modifiée par Oostenbrink. Les nématodes ont ensuite été déterminés au microscope optique et leur densité évaluée (nombre d'individus par 100 ml de sol).

Afin d'évaluer la durée d'efficacité de la désinfection à la vapeur, des échantillons de sol ont à nouveau été prélevés 12 mois après le traitement et la population de nématodes a été estimée. Pendant le traitement, on a établi un profil des températures dans le sol au moyen d'un enregistreur de données. Les températures ont été mesurées à une profondeur de 10–65 cm.

Résultats du profil des températures

Jusqu'à 30 cm de profondeur, l'objectif de 70 °C à maintenir pendant une demi-heure au moins a été atteint dans toutes les mesures. Le temps d'exposition variait, selon le processus d'étuvage (section ou compartiment de serre, humidité du sol, etc.) et la profondeur des mesures, entre 3,5 et 8,5 heures.

La figure 2 présente un exemple de profil des températures. Dans ce compartiment expérimental, la désinfection à la vapeur a commencé à 8h30. L'objectif de 70 °C durant 30 minutes a été atteint à 10 cm de profondeur après 1 heure et demie, et à 20 cm après 2 heures trois quarts. Pour que la température atteigne 70 °C durant 30 minutes dans des sols de 30 cm de profondeur, il a fallu plus de 6 heures. L'opération s'est achevée après une quinzaine d'heures environ. La bâche a été laissée en place jusqu'au lendemain, puis transférée au compartiment suivant.

Effets sur les populations de nématodes

Directement après la désinfection à la vapeur, aucun juvénile de *Meloidogyne* n'a pu être détecté jusqu'à une profondeur de 30 cm. Une année après, la population de *Meloidogyne* atteignait à nouveau son niveau d'avant l'intervention (fig. 3). On n'a pas enregistré de baisses de rendement dans les principales cultures du moment (tomates et poivrons), mais des symptômes d'attaque de nématodes sur les racines (présence de galles). Ces attaques ont été causées par des nématodes qui sont remontés des couches plus profondes du sol – non soumises à l'étuvage – et qui se sont multipliés sur les racines. Ainsi, il a pu être démontré que la durée d'efficacité du traitement thermique correspond à celle d'une désinfection chimique et offre, pour une culture principale, une bonne protection contre les dégâts engendrés par les nématodes à galles des racines.

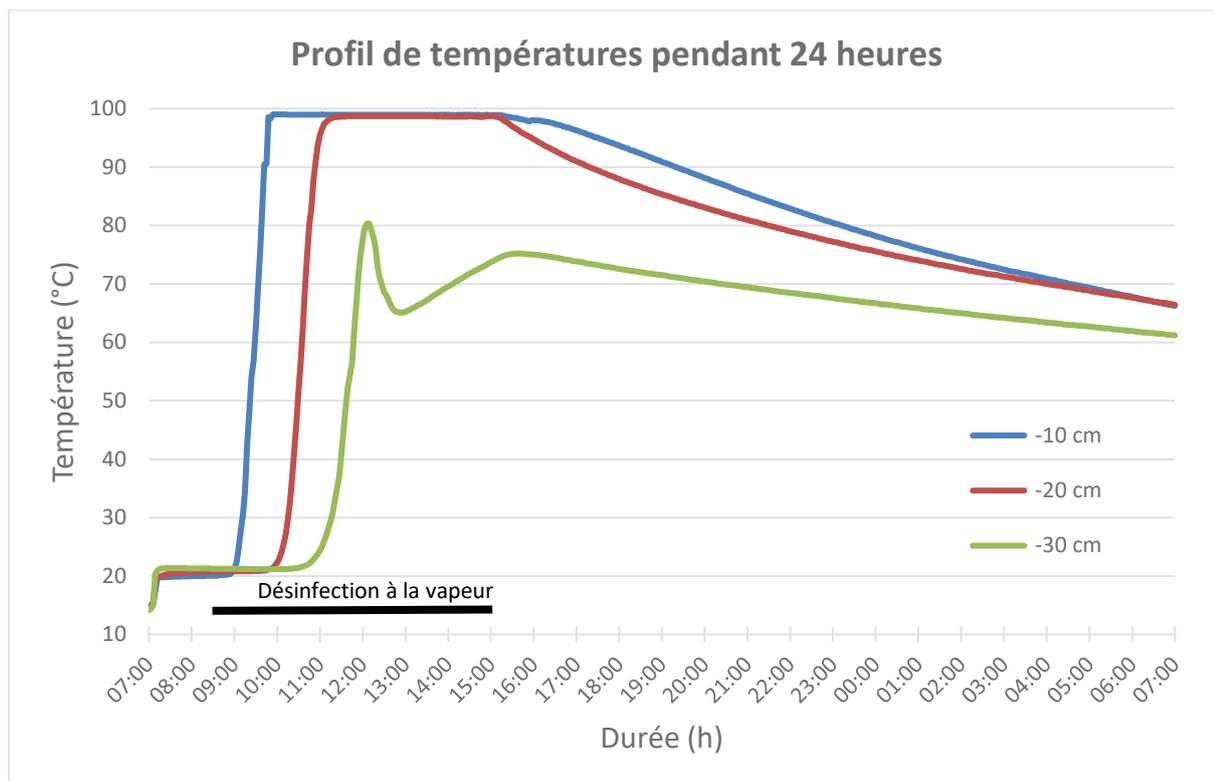


Figure 2: Exemple d'un profil de températures durant 24 heures à trois profondeurs: -10, -20 et -30 cm. Sur les trois profondeurs, l'objectif de 70 °C durant au moins 30 minutes a été atteint.

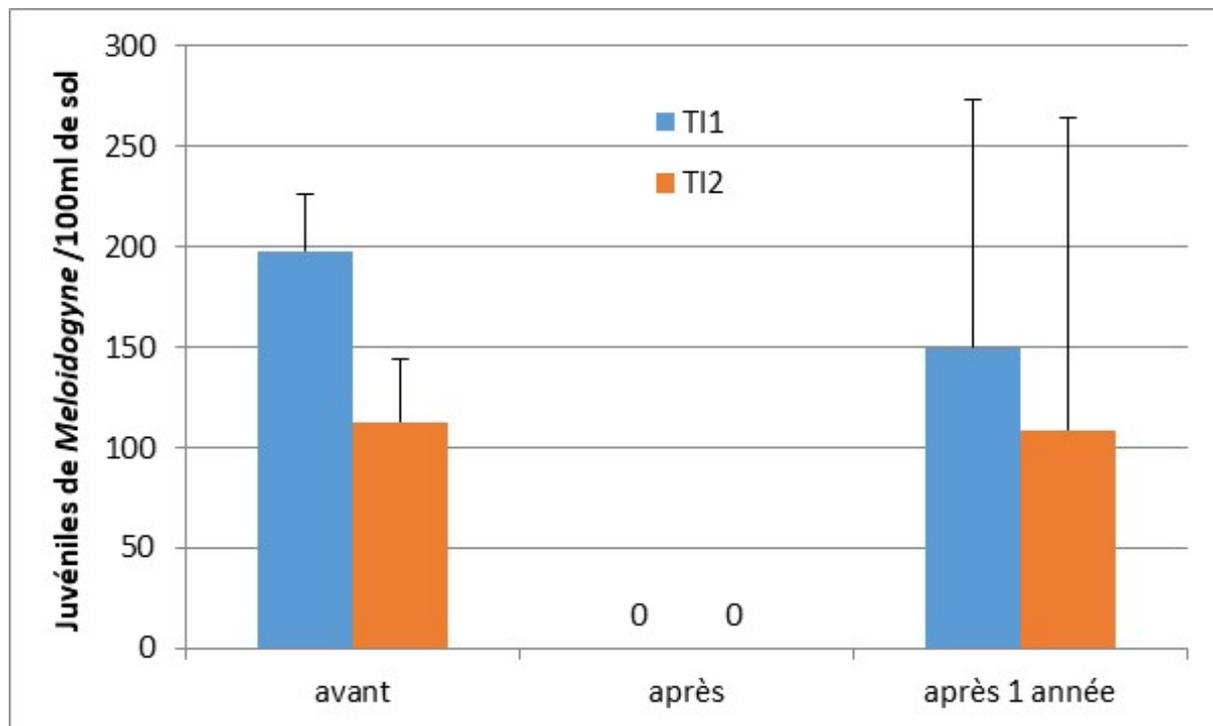


Figure 3: Nombre de juvéniles de *Meloidogyne* dans le sol, avant et après la désinfection à la vapeur ainsi qu'un an plus tard, dans deux serres de tomates (T11 et T12) du canton du Tessin.

Résumé

La désinfection à la vapeur sous bâche (70 °C pendant plus de 30 minutes) est efficace jusqu'à une profondeur maximale de 30 cm. Tout de suite après le traitement, aucun nématode à galles des racines n'a pu être détecté à cette profondeur. La durée d'efficacité du traitement thermique du sol correspond à celle d'une désinfection chimique et permet d'éviter les pertes de rendement imputables aux nématodes à galles des racines, dans les cultures principales.

L'investissement en main d'œuvre et en énergie d'un tel traitement doit être soupesé au cas par cas. Des expériences issues de la pratique montrent qu'en cas de très forte infestation durant l'année précédente et d'une désinfection à la vapeur ultérieure, une récolte rallongée de 4–6 semaines est à nouveau possible.

Néanmoins, la désinfection à la vapeur comme mesure isolée contre les nématodes à galles des racines n'est pas une pratique durable. Par contre, elle se justifie parfaitement lorsqu'elle est prise comme composante d'une gestion durable des nématodes, en combinaison p. ex. avec le choix d'un matériel végétal sain, de variétés résistantes/tolérantes, de plantes non hôtes ou mauvaises hôtes (plantes sur lesquelles les nématodes présents ne peuvent que difficilement se multiplier) ou avec des pauses entre les cultures (jachères noires).

Remerciement

Un grand merci pour l'excellente collaboration aux maraîchers participants ainsi qu'à l'exploitation pilote d'Agroscope à Cadenazzo (TI). Merci également à Irma Roth (ancienne collaboratrice d'Agroscope) pour son précieux soutien lors des analyses en laboratoire.

Bibliographie

- Bio Suisse, 2019a: Cahier des charges pour la production, la transformation et le commerce des produits Bourgeon. Version du 1er janvier 2019. Bio Suisse, Association Suisse des Organisations d'Agriculture Biologique. Accès: <https://www.bio-suisse.ch/fr/cahierdeschargesetrglements.php> [14.10.2019].
- Bio Suisse, 2019b: Liste des critères d'octroi des autorisations exceptionnelles – Producteurs. Version du 1er janvier 2019. Bio Suisse, Association Suisse des Organisations d'Agriculture Biologique, Bâle.
- Eder R., Roth I. & Kiewnick S., 2013: Regulierung von *Meloidogyne* spp. mit Dampf. *Journal für Kulturpflanzen*. 65 (12), 491–494.
- Gilli C. & Michel V., 2016: La désinfection du sol à la vapeur. Agroscope Fiche technique No 34. Accès: <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/35464> [13.11.19].
- Gudehus H. C., 2005: Dämpfen im Gartenbau. Osnabrücker Beiträge zum Gartenbau- Hochschule Osnabrück.
- Hallmann J., Quadt-Hallmann A. & von Tiedemann A., 2009: *Phytomedizin*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 2. Auflage.
- Runia W.T., 2000: Steaming methods for soil and substrates. *Acta horticultrae*. 532, 115–123.
- Runia W.T. & Molendijk L. P. G., 2010: Physical methods for soil disinfestation in intensive agriculture: old methods and new approaches. *Acta horticultrae*. 883, 249–258.

Impressum

Éditeur:	Agroscope, Wädenswil
Renseignements:	reinhard.eder@agroscope.admin.ch
Rédaction:	Reinhard Eder
Traduction:	Service linguistique Agroscope
Mise en page:	Müge Yildirim
Photos:	Reinhard Eder
Copyright:	© Agroscope 2020

Trichodorides: des nématodes vecteurs de virus dans la production de pomme de terre

Auteurs: Reinhard Eder¹ et Sebastian Kiewnick^{1,2}

¹ Agroscope, domaine de recherche Protection des végétaux, Wädenswil

² Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig

Les nématodes vecteurs de virus (trichodorides) se rencontrent principalement dans des sols sablonneux légers, généralement dévolus à la rotation de cultures céréalières. Ces dernières années, on a cependant constaté une augmentation des dégâts également dans des sols lourds. Certains trichodorides, notamment des genres *Trichodorus* spp. et *Paratrichodorus* spp., transmettent le virus rattle du tabac (TRV) aux pommes de terre. Par temps froid et humide au printemps et en été, on observe d'importants dégâts aux variétés de pommes de terre sensibles. Le TRV provoque des taches de rouille virales qui peuvent entraîner des pertes de rendement de l'ordre de 60 %. Au-delà de la perte quantitative, une population faible de nématodes est souvent suffisante pour que les dégâts aux tubercules incitent le commerce à refuser toute une livraison, ce qui génère des pertes élevées. En cas de prolifération entraînant des densités de population élevées dans le sol, les trichodorides peuvent également provoquer des dégâts directs aux cultures maraîchères sensibles.



Figure 1: Culture de pomme de terre en Suisse (photo: Reinhard Eder, Agroscope).

Dégâts observés et biologie

Les trichodorides sont des parasites obligatoires. Ectoparasites, ils ne pénètrent pas dans les racines des plantes et leur cycle de développement se déroule entièrement dans le sol. Les nématodes pénètrent les cellules situées à la pointe des racines ou juste derrière et en aspirent le contenu. Cette activité de succion entrave la croissance des racines. Les radicelles sont atrophiées et prennent un aspect hérissé (fig. 2 et 3).



Figure 2: Dégâts de trichodorides sur des poireaux: à gauche, une plante saine; à droite des racines atrophiées et hérissées (photo: Leendert Molendijk, WUR Wageningen).



Figure 3: Dégâts de trichodorides sur un poireau: détail d'une racine hérissée (photo: Leendert Molendijk, WUR Wageningen).

Les trichodorides sont des nématodes plutôt trapus de 0,6–1,2 mm de long (fig. 4). Le stylet est massif et de forme incurvée (fig. 5). Les deux genres présents en Europe, *Trichodorus* spp. et *Paratrichodorus* spp., appartiennent à la famille des trichodorides. Comparés aux autres genres de nématodes, ils ne sont généralement présents qu'en faible nombre dans le sol.



Figure 4: Prise de vue agrandie d'une espèce de *Trichodorus* vecteur de virus (photo: Reinhard Eder, Agroscope).

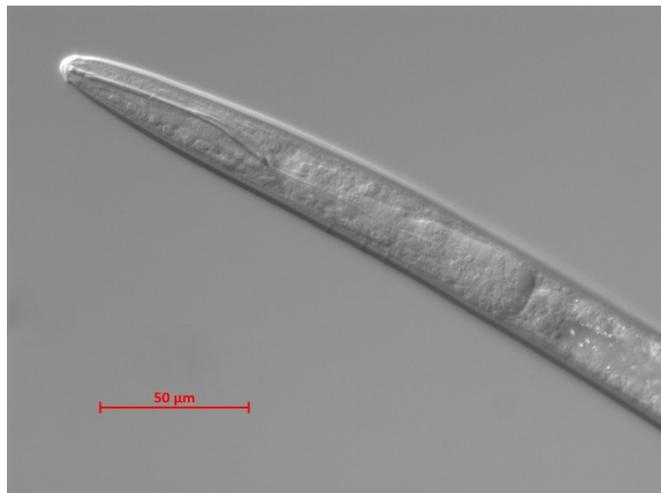


Figure 5: Prise de vue très agrandie de la tête d'un *Trichodorus* avec son stylet incurvé typique (photo: Reinhard Eder, Agroscope).

De l'œuf à l'adulte (mâle ou femelle), le nématode passe par quatre stades larvaires. Le cycle de vie dépend de la température et dure environ 45 jours. De nombreuses générations annuelles sont ainsi possibles. Les adultes peuvent survivre jusqu'à deux ans dans le sol.

Plantes hôtes

On recense près de 140 plantes hôtes susceptibles d'héberger des trichodorides. Parmi les plantes hôtes favorisant la prolifération des nématodes, on compte notamment les pommes de terre, de nombreuses espèces de céréales, le colza, les betteraves sucrières, les haricots nains, le chou chinois, les betteraves rouges, les oignons ainsi que diverses graminées. Le maïs, le colza, les betteraves sucrières, la chicorée, les carottes, les poireaux, les betteraves rouges et les oignons figurent parmi les plantes cultivées vulnérables exposées à d'importants dégâts potentiels. Ce ne sont généralement pas les dégâts directs occasionnés par l'activité de succion qui sont les plus dommageables pour les pommes de terre, mais bien le virus rattle du tabac TRV transmis par les nématodes. Celui-ci est responsable de la maladie virale des taches de rouille.

Transmission du virus

Par leur activité de succion, les nématodes absorbent les virus contenus dans des racines des plantes infectées et les transmettent de la même façon aux plantes saines. À chacune des quatre mues qui les conduisent au stade adulte, les nématodes perdent certes les virus absorbés, mais ils en contractent de nouveaux par l'intermédiaire de plantes infectées. Aux stades adultes, le virus devient persistant et peut ainsi être transmis à de nombreuses plantes hôtes. Lorsque le temps est chaud et humide, l'activité des nématodes dans le sol – et par conséquent la transmission de virus – augmentent. À partir d'un individu par 100 ml de sol, il existe déjà un risque potentiel pour les pommes de terre de consommation et de transformation.

Symptômes de la maladie virale des taches de rouille

La maladie virale des taches de rouille évolue fréquemment sans symptôme visible sur la partie aérienne de la plante. Les tiges ou les feuilles peuvent toutefois présenter des taches colorées et nécrotiques, généralement accompagnées de déformations. Lorsque les tubercules sont attaqués par le TRV, il se forme des taches nommées «de rouille». Les symptômes sur les tubercules sont variables: taches ou lignes sombres nécrotiques évoluant parfois en anneaux (nécrose annulaire, fig. 6). Ces anneaux peuvent également atteindre la chair en profondeur (formation de bouchons). Des taches brunes irrégulières apparaissent alors dans les tubercules (taches de rouille, fig. 7).



Figure 6: Taches, lignes et anneaux nécrotiques sur des tubercules de pommes de terre provoqués par le TRV (photo: Marianne Benker, Landwirtschaftskammer NRW).



Figure 7: Tubercule de pomme de terre dont la chair présente des arcs bruns dus au TRV (photo: Marianne Benker, Landwirtschaftskammer NRW).

Une augmentation de la maladie des taches de rouille affectant les pommes de terre peut s'expliquer par différents facteurs: les produits de désinfection des sols à large spectre ne sont plus utilisés ; la rotation des cultures est généralement trop resserrée et les surfaces sont exploitées plus intensivement en cultures maraîchères, car de nombreuses variétés de légumes sont des plantes hôtes du TRV et des trichodorides. Certaines

mesures de protection contre l'érosion, tels les engrais verts, les cultures intercalaires ou un travail du sol réduit, peuvent favoriser les trichodorides et d'autres nématodes présents dans le sol.

Mise en évidence des nématodes et des virus dans le sol

Les mois d'octobre/novembre et de février/mars sont les périodes optimales pour prélever des échantillons de sol dans l'optique d'y apercevoir des nématodes, car c'est à ce moment que l'humidité du sol est suffisante. La faible densité de population de nématodes et leur présence dans des couches plus profondes (jusqu'à 90 cm) compliquent l'échantillonnage. Les échantillons de sol sont analysés en vue de détecter la présence des genres *Trichodorus* spp. et *Paratrichodorus* spp.. L'identification s'appuie sur des critères morphologiques ou des méthodes moléculaires.

Afin d'évaluer les risques de TRV, on teste diverses plantes indicatrices en combinaison. On identifie d'abord les nématodes sur la base de leur morphologie et, en présence de trichodorides, on recourt ensuite à des plantes indicatrices pour mettre en évidence une attaque de TRV. Ces analyses s'étendent généralement sur 8–10 semaines (M. Heupel, comm. personnelle).

Mesures de gestion pour les surfaces menacées et/ou contaminées

Analyse des surfaces

Une analyse du sol est toujours nécessaire pour déterminer un risque ou des dégâts potentiels sur pommes de terre par le TRV. Les surfaces doivent être analysées dans l'année **précédant** la plantation de pommes de terre, afin qu'on puisse réagir à temps et, le cas échéant, adapter la planification.

Lutte directe

Actuellement, il n'est pas possible en Suisse de lutter directement contre les nématodes au moyen de nématicides chimiques ou biologiques.

Choix de variétés

Il est par contre possible de limiter les dégâts en recourant à des variétés de pommes de terre moins vulnérables aux taches de rouille (TRV). Des informations sur la sensibilité aux viroses sont contenues dans la Liste suisse des variétés de pommes de terre éditée par Agroscope (voir www.agroscope.ch > Publications > Recherche publications > terme recherché: liste des variétés de pommes de terre). Il faut cependant savoir que des trichodorides ou le TRV peuvent se multiplier même avec des variétés peu sensibles.

Lutte contre les mauvaises herbes

Comme les mauvaises herbes peuvent représenter de bonnes plantes hôtes aussi bien pour le TRV que pour les trichodorides. Il faut donc veiller à les réguler correctement et systématiquement. Il ne suffit pas de le faire au cours de l'année de plantation des pommes de terre, mais également durant les années avant la prochaine plantation.

Cultures intercalaires

Il est possible de réduire la densité de populations de trichodorides – et par conséquent la multiplication du virus – grâce à des cultures intercalaires adaptées. Le risque d'une transmission du TRV et donc de dégâts aux cultures s'en trouvent ainsi amoindris. Il importe de ne pas se préoccuper uniquement des plantes hôtes du TRV, mais également de celles des trichodorides (tabl. 1).

Tableau 1: Cultures intercalaires permettant de réduire les trichodorides et/ou de prévenir le virus rattle du tabac (tableau modifié selon Kandera & Berendonk 2013).

Cultures	Favorisant la multiplication des nématodes	Favorisant le TRV
Féverole commune		
Sarrasin		
Ray-grass anglais	+	+
Pois protéagineux	+	+
Moutarde blanche	+	+
Seigle fourrager	+	+
Avoine	+	+
Trèfle incarnat		
Ray-grass italien	+	+
Chou moëllier		
Lupin bleu		-
Lupin jaune		-
Lupin blanc		-
Radis oléifère	+	-
Trèfle de Perse		+
Phacélie	+	+
Nyger (Guizotia)		
Millet commun		
Trèfle violet		
Avoine rude	-	
Moutarde sarepta		+
Orge de printemps	+	+
Colza de printemps	+	+
Navette d'été		+
Triticale de printemps		
Vesce d'été	+	-
Tournesol		
Navet		
Sorgho du Soudan		
Trèfle blanc	+	+
Ray-grass Westerwold	+	+
Colza d'automne	+	+
Navette d'hiver		+
Vesce d'hiver	+	-

Explications:	
+	= favorise le TRV = inapproprié
-	= baisse naturelle = neutre
vide	= inconnu

Longue rotation de cultures

En général, une longue rotation de cultures est également un bon moyen de diminuer les dégâts sur pommes de terre imputables au TRV. Lorsqu'on laisse le plus de temps possible (plusieurs années) entre des plantes hôtes favorisant la multiplication et des cultures sensibles, le potentiel de dégâts diminue nettement. En s'aidant d'un schéma des nématodes, on peut choisir des cultures qui, d'une part, ne multiplient que peu ou pas les trichodorides et, d'autre part, ne favorisent pas non plus le virus rattle du tabac (schéma des nématodes des principales espèces, Eder 2014).

Bibliographie

Benker M., 2014: Neue Erkenntnisse zum Tabak Rattle Virus. Vortrag am 34. Kartoffeltag in Gülzow am 26.6.2014.

Crow W. T., 2018: A stubby root nematode. University of Florida. Accès: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/nematode/stubbyroot/par atrichodorus_minor.htm [22.11.2018].

Decraemer W., 1991: Stubby root and virus vector nematodes. In: Nickle W. R. (Ed.). Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc., New York, 587–625.

Eder R., 2014: Nematodenschema wichtiger Arten. Kompetenzzentrum Nematologie. Agroscope Wädenswil.

Eder R. & Kiewnick S., 2019: Nématodes en cultures de plein champ. Centre de compétence Nématologie. Agroscope Transfer, 271. Accès: <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/41527> [13.11.19].

Hallmann J., Frankenberg A., Paffrath A. & Schmidt H., 2007. Occurrence and importance of plant-parasitic nematodes in organic farming in Germany. Nematology 9 (6), 869–879.

Häni F. J., Popow G., Reinhard H., Schwarz A. & Voegeli U., 2018: Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau. edition-Imz, Zollikofen, 9. Auflage.

Julius-Kühn-Institut, 2018: Progemüse. Accès: <http://www.progemuese.eu> [29.11.18].

Kandera M. J. & Berendonk C., 2013: Zwischenfruchtpass Landwirtschaftskammer NRW. 3. überarbeitete Auflage.

PPO Wageningen UR, 2018: Aaltjesschema. Wageningen. Niederlande. Accès: <http://www.aaltjesschema.nl> [3.12.18].

Sikora R. A., Coyne D., Hallmann J. & Timper P. (Eds.), 2018. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK, CABI, 3. Auflage.

Impressum

Éditeur:	Agroscope, Wädenswil
Renseignements:	eder.reinhard@agroscope.admin.ch
Traduction:	Service linguistique Agroscope
Rédaction:	Sibylle Willi, Reinhard Eder
Mise en page:	Müge Yildirim
Photos:	Reinhard Eder
Copyright:	© Agroscope 2020