

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.

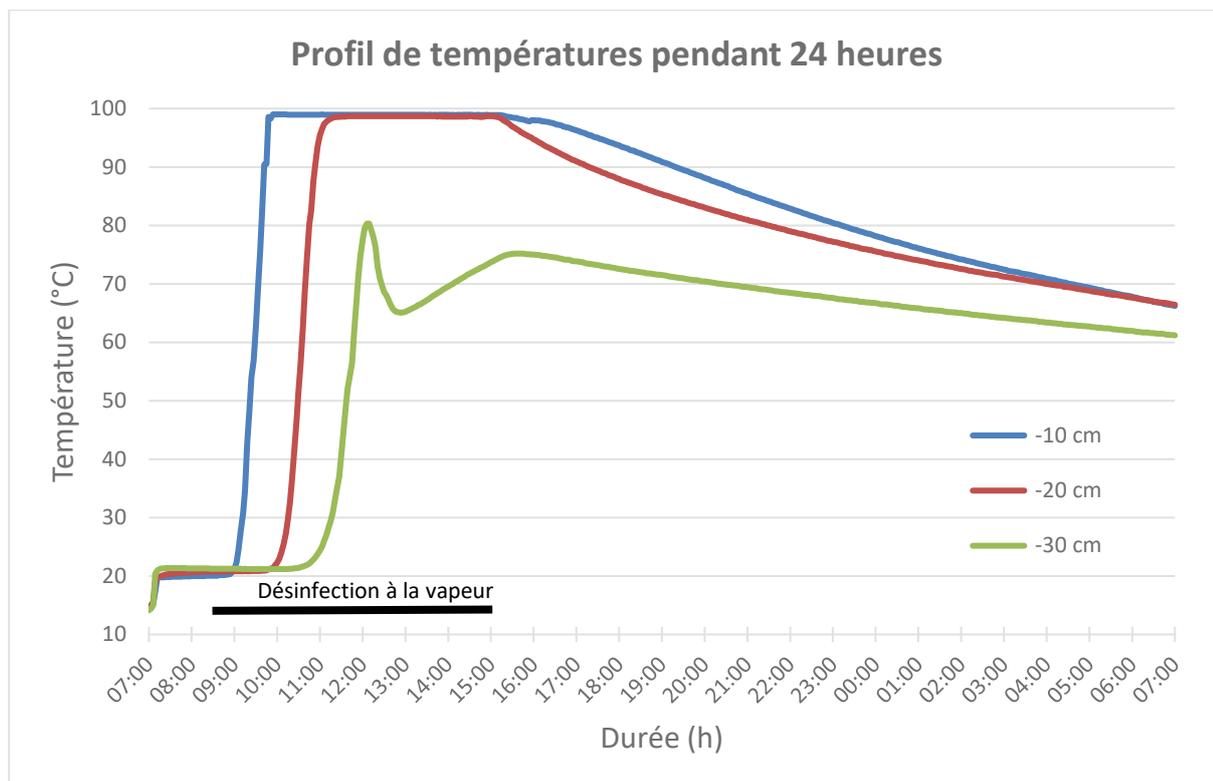


Figure 2: Exemple d'un profil de températures durant 24 heures à trois profondeurs: -10, -20 et -30 cm. Sur les trois profondeurs, l'objectif de 70 °C durant au moins 30 minutes a été atteint.

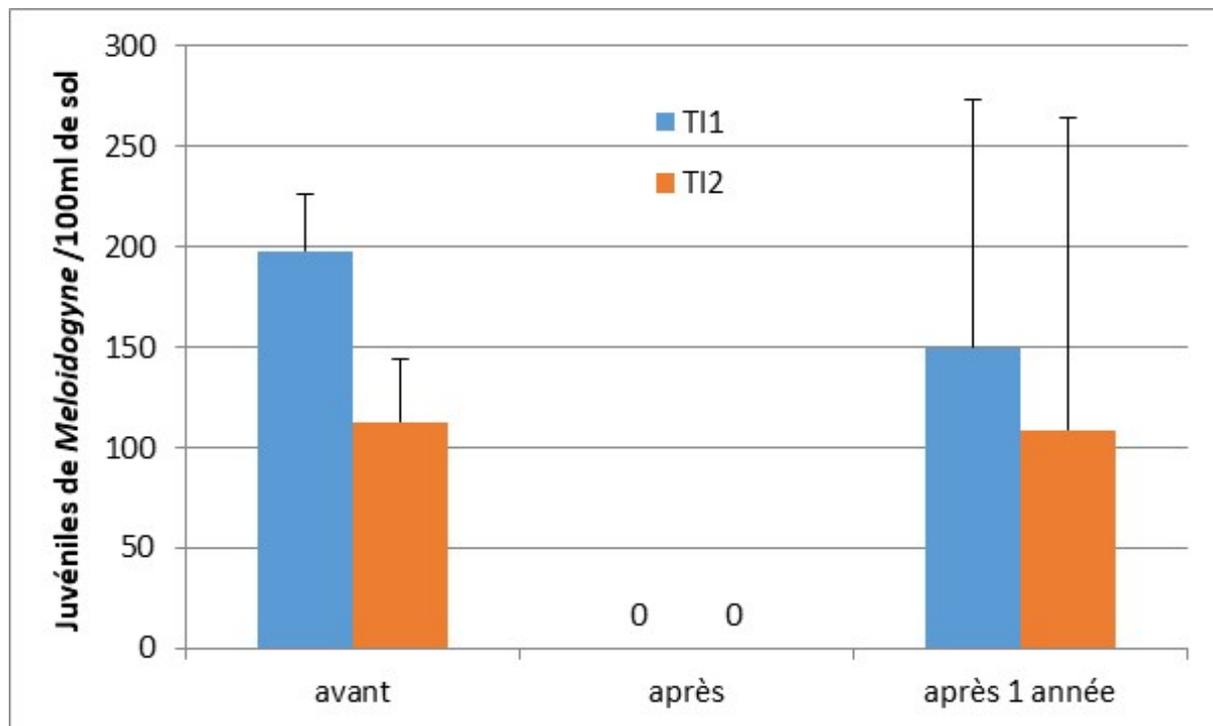


Figure 3: Nombre de juvéniles de *Meloidogyne* dans le sol, avant et après la désinfection à la vapeur ainsi qu'un an plus tard, dans deux serres de tomates (T11 et T12) du canton du Tessin.

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 horticulturae*. 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 horticulturae*. 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