

# Le **RAP**

RÉSEAU D'AVERTISSEMENTS PHYTOSANITAIRES

Leader en gestion intégrée  
des ennemis des cultures

## FICHE TECHNIQUE | CULTURES ORNEMENTALES EN SERRE

### UTILISATION DE NÉMATODES EN LUTTE INTÉGRÉE

Différentes espèces de nématodes entomopathogènes peuvent être employées pour lutter contre plusieurs ravageurs en serre, comme les thrips et les mouches de terreau, mais aussi contre d'autres insectes s'attaquant notamment aux vivaces en pots, comme les larves de charançons.

#### Biologie des nématodes

Les nématodes sont des vers ronds qui colonisent de nombreux habitats. La plupart vivent dans le sol, mais certaines espèces sont des parasites d'animaux, de plantes ou d'insectes. Les nématodes entomopathogènes sont des espèces parasites des insectes qui causent la mort de leur hôte. Ils sont microscopiques et mesurent moins de 1 mm de longueur. Ils peuvent être visibles à l'œil nu lorsqu'ils sont dans leur format de vente, mais pas lorsqu'ils sont sur la plante ou dans le terreau. Il est toutefois plus facile de les observer avec un microscope ou une loupe. Ils vivent dans le sol et se déplacent grâce à l'eau contenue entre les particules de sol.



Nématode *Heterorhabditis bacteriophora* vivant observé au binoculaire.

Photo : IQDHO

On utilise les nématodes entomopathogènes en serre pour contrôler les insectes qui complètent une partie de leur cycle de vie dans le sol. Le succès du parasitisme est influencé par le stade physiologique de l'hôte, les conditions environnementales et les conditions du substrat. Les espèces utilisées en serre sont des parasites obligatoires et nécessitent un hôte pour compléter leur cycle de vie.

## Cycle de vie des nématodes

- Les nématodes juvéniles infectieux présents dans le sol entrent en contact avec leur hôte de plusieurs façons. Certains nématodes repèrent leur hôte par les molécules qu'il excrète, comme le CO<sup>2</sup>, et se dirigent vers eux. Certaines espèces se déplacent aléatoirement jusqu'à ce qu'elles rencontrent l'insecte, tandis que d'autres guettent leur proie sur place.
- Les nématodes pénètrent généralement leur hôte par ses orifices naturels. Une fois dans le corps de l'insecte, ils relâchent des bactéries avec lesquelles ils ont une association symbiotique.
- L'hôte meurt en un à trois jours alors que les bactéries se multiplient et dégradent ses tissus. Les nématodes juvéniles se développent alors au stade adulte en se nourrissant des bactéries et des tissus endommagés.
- Les nématodes se reproduisent dans l'hôte sur une ou deux générations et lorsque les nutriments disponibles diminuent, les œufs se développent pour former une nouvelle génération de juvéniles infectieux. Le corps de l'hôte cède et les juvéniles infectieux se répandent dans le substrat afin de parasiter de nouveaux insectes.

## Élevage commercial

La production commerciale de nématodes se fait soit de façon *in vitro* ou *in vivo*.

- *In vitro* : les nématodes sont élevés sur un substrat nutritif et sont récoltés au stade larvaire infectieux.
- *In vivo* : les nématodes sont élevés dans un hôte vivant et sont récoltés lorsqu'ils émergent de l'insecte. Les larves sont plus vigoureuses que lorsqu'elles sont produites *in vitro*.

Les larves du stade 3, le stade infectieux, sont ensuite acclimatées aux conditions de transport et entrent en mode de survie. Le nématode à ce stade est robuste et ne se nourrit pas en dehors de son hôte; lui seul peut survivre une longue période dans les conditions de transport pour la commercialisation.



Nématodes *Heterorhabditis bacteriophora* émergeant d'une larve infectée.

Photo : IQDHO

## Avantages liés à l'utilisation des nématodes

L'utilisation de nématodes comporte plusieurs avantages sur le plan de la santé et de l'environnement, mais aussi de nombreux aspects pratiques, dont :

- Aucune toxicité ou pathogénicité pour les êtres humains.
- Aucun impact négatif sur l'environnement ni sur les plantes.
- Contrôle de certains insectes ravageurs en peu de temps (24 à 48 heures).
- Aucun résidu sur la plante.
- Aucun délai de réentrée à la suite de l'application.
- Aucune application maximale par saison.
- Aucune homologation n'est nécessaire au Canada pour l'application de nématodes.
- Limitation de la résistance des ravageurs aux pesticides.
- Utilisation possible en période de floraison.
- Compatibilité avec la lutte biologique et intégrée ainsi qu'avec plusieurs produits chimiques.
- Action préventive possible.

## Espèces utilisées

Plusieurs espèces de nématodes sont utilisées en production horticole pour contrôler les ravageurs au stade larvaire. Le tableau suivant indique les hôtes et les températures d'activité de chaque espèce de nématodes. Pour les doses d'application, consulter l'étiquette du produit.

**Tableau 1 : Nématodes utilisés en serre et ravageurs ciblés par chacun d'eux**

Nématode <sup>1</sup>	Ravageurs	Application	Températures d'activité
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Charançon de la racine du fraisier Charançon noir de la vigne Hannetons Scarabées	Sol	12 à 33 °C
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Charançon de la racine du fraisier Charançon noir de la vigne	Sol	12 à 30 °C
<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	Limaces Escargots	Sol	5 à 30 °C
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Anneleurs Charançon de la racine du fraisier Charançon noir de la vigne Hannetons Mouche du rivage ( <i>Ephydriidae</i> ) Noctuelles Pyrales Thrips Tipules Vers gris	Sol	14 à 33 °C
<i>Steinernema feltiae</i>	Charançon noir de la vigne Mouche du rivage ( <i>Ephydriidae</i> ) Sciarides ( <i>Bradysia</i> spp.) Thrips des petits fruits ( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	Sol ou foliaire <sup>2</sup>	10 à 30 °C
<i>Steinernema kraussei</i>	Charançon de la racine du fraisier Charançon noir de la vigne	Sol	5 à 30 °C

1. La disponibilité commerciale de certaines espèces peut varier.

2. Méthode variable selon le ravageur et le stade visé.

La liste des ravageurs contrôlés qui apparaît sur l'étiquette des produits peut varier pour une même espèce de nématodes. Ceci s'explique par la source d'information utilisée par le fabricant. Un grand nombre de ravageurs ont été parasités efficacement dans le cadre d'essais réalisés en conditions artificielles en laboratoire, tandis que d'autres ont été réalisés en milieu de production (en champ ou en serre) ou dans les deux cas. Sur le terrain, l'efficacité sur les insectes des nématodes testés seulement en conditions artificielles peut donc être variable.

Les nématodes peuvent parasiter une grande variété d'insectes qui ont au moins une étape de leur cycle de vie se déroulant dans le sol.

## Comportement dans le sol

Les nématodes utilisent différentes méthodes pour trouver leur hôte. On peut classer les espèces de nématodes selon leur comportement dans le sol.

*Steinernema carpocapsae* embusque ses proies en restant sur place près de la surface du sol : il infectera son hôte lorsqu'il sera à proximité. Il est donc très efficace contre les insectes qui se déplacent beaucoup, comme les larves de la mouche du rivage. Son utilisation est possible dans les zones où les larves de la mouche du rivage peuvent vivre, comme sous les tables, dans les coins de serre, dans les drains et sur le matériel de propagation.

*Heterorhabditis bacteriophora* et *Heterorhabditis megidis* se déplacent activement dans le sol et se dispersent davantage que *Steinernema carpocapsae*, ce qui les rend plus efficaces à trouver et infecter des proies immobiles. Leur utilisation est possible dans des pots de plantes vivaces hivernées en serre, qui peuvent héberger des larves de charançon noir de la vigne et de charançon des racines du fraisier.

*Steinernema feltiae*, comme la plupart des autres espèces de nématodes, adopte un comportement intermédiaire entre ces deux extrêmes. En plus de s'appliquer au sol contre plusieurs insectes, il est parfois recommandé de le distribuer sur le feuillage de plants affectés par des larves de thrips.

## Formats de produits

Les produits contenant des nématodes sont distribués sous différentes formes :

- Poudre ou granulés : un support inerte soluble, tel que de l'argile, dans lequel les nématodes sont maintenus en anhydrobiose.
- Gel : un mélange soluble semi-solide dans lequel les nématodes sont maintenus en cryptobiose.
- Éponge : une éponge emballée et maintenue humide.

Les formules à base de gel ou les éponges ne laissent généralement pas de résidus à la surface des feuilles, contrairement à certains mélanges à base d'argile.

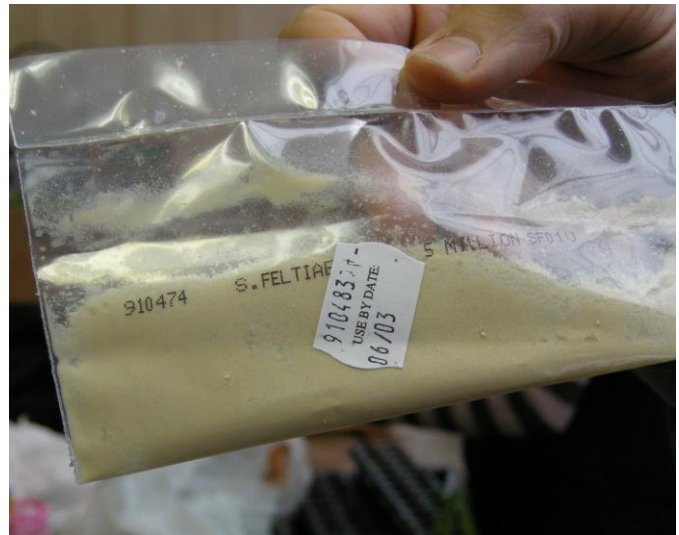
### Cryptobiose et anhydrobiose

La cryptobiose et l'anhydrobiose sont les mécanismes naturels des nématodes qui leur permettent de survivre aux périodes de sécheresse (anhydrobiose) et de froid (cryptobiose) dans le sol. Leur métabolisme est complètement arrêté, ce qui permet de conserver leur énergie pendant une longue période.





Éponge humide contenant les nématodes



Poudre soluble contenant les nématodes

Photos : IQDHO

## Mode d'emploi\*

1. Sortir les nématodes du réfrigérateur et les laisser à la température de la pièce (environ 20 °C) pendant 30 minutes.
2. Dans 10 à 12 litres d'eau entre 10 à 15 °C (5 litres à 15 à 20 °C pour les nématodes vendus sur gel) :
  - a. Éponge : presser l'éponge pour libérer les nématodes.
  - b. Gel ou poudre : agiter doucement pour les disperser dans l'eau.
3. Bien mélanger et laisser reposer pendant cinq minutes, afin de réhydrater les nématodes.
4. Brasser doucement le mélange afin de le rendre complètement homogène.
5. Vider le contenu dans le réservoir du pulvérisateur et compléter avec la quantité d'eau nécessaire. Agiter le mélange afin de garder les nématodes en suspension tout au long de l'application.
6. Humidifier le sol ou les plants préalablement, selon l'endroit de l'application. Cela permet aux nématodes de mieux se déplacer dans l'eau libre sous la surface du sol et ainsi trouver leurs hôtes plus facilement lors de l'application.
7. Enlever les filtres de moins de 1 mm (maille 50 et moins) du pulvérisateur. Les filtres bloquent les nématodes.
8. Pulvériser immédiatement. Distribuer le mélange uniformément sur le sol.
9. Maintenir le substrat ou le feuillage humide, selon le mode d'application.

\* *Toujours se référer à l'étiquette pour le mode d'emploi et les restrictions d'utilisation.*

## Méthodes d'application

La méthode d'application des nématodes varie en fonction du ravageur ciblé et selon les étiquettes. Le mélange contenant les nématodes peut être pulvérisé sur le feuillage ou au sol (*drench*) ou encore être utilisé par trempage (immersion).

Les outils suivants peuvent être utilisés :

- Arrosoir manuel
- Pulvérisateur à dos ou manuel
- Injecteur
- [Pulvérisateur pour boyau d'arrosage](#)
- Système de brumisation (buses à orifice de plus de 0,5 mm de diamètre)
- Système d'irrigation goutte-à-goutte

## Pour une application au sol

- Pulvérisation au sol : pulvériser la surface du substrat (*drench*) de façon à faire pénétrer les nématodes dans les premiers centimètres du substrat.
- *Sprenc* : le *sprenc* est une association de mots entre *spray* (pulvérisation foliaire) et *drench* (pulvérisation au sol). La solution est appliquée sur le feuillage et ruisselle jusqu'au substrat à l'aide d'un pulvérisateur. À utiliser lorsque le feuillage n'est pas trop dense, en début de production (voir ci-après la section *Pour plus d'information*).
- Trempage : immerger les plateaux de plants dans le mélange de nématodes et d'eau.

## Pour une application foliaire

- Vaporiser le feuillage en douceur de façon à ce que l'eau ne ruisselle pas. Cette méthode est généralement moins efficace que la pulvérisation au sol, puisque le risque que les nématodes soient exposés aux rayons UV et à la dessiccation est plus important. Toutefois, ils peuvent survivre pour une certaine période dans les interstices où l'humidité élevée peut se maintenir. Il est primordial de faire les applications en soirée.

## Comment optimiser l'efficacité des applications

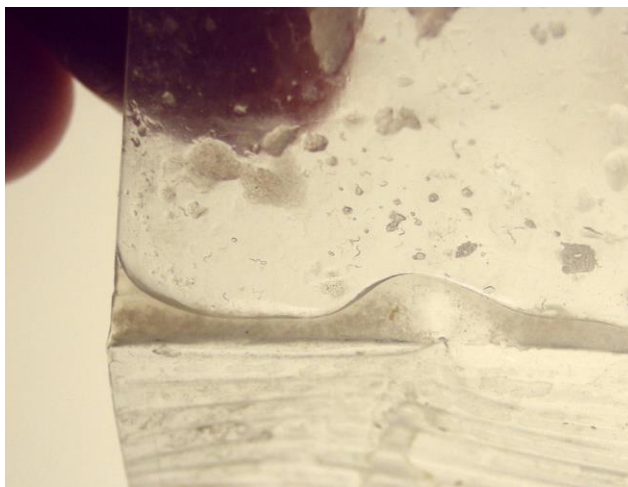
Les nématodes sont des êtres vivants et ont besoin de conditions favorables pour assurer leur survie et leur efficacité. Voici quelques recommandations afin d'optimiser l'efficacité des applications et la survie des nématodes :

### Avant l'application

- Effectuer un test de viabilité des nématodes avant l'application.
- Vérifier que la date de péremption du produit n'est pas dépassée avant l'application.
- Utiliser l'entièreté du sachet chaque fois, les nématodes n'y étant pas dispersés uniformément.
- Vérifier que la température du substrat est adéquate pour l'activité des nématodes.

### Test de viabilité des nématodes

1. Placer une petite quantité du produit dans un sac de plastique transparent avec environ 5 ml d'eau ambiante OU tremper le bout d'une aiguille dans la préparation commerciale de nématodes, puis tremper ce même embout dans une goutte d'eau salée de quelques grains de sel.
2. Laisser reposer quelques minutes afin de permettre aux nématodes de se réhydrater.
3. Observer si les nématodes bougent grâce à un microscope ou une loupe. Placer le sac transparent sur une surface plus foncée ou à travers la lumière.
  - Les nématodes vivants se positionnent en S ou avec un corps courbé en J et se déplacent lentement.
  - Les nématodes morts sont droits et ne se déplacent pas.



Cliquez sur la photo pour l'agrandir

Nématodes vivants visibles dans un sac plastique

Photo : IQDHO

## Pendant l'application

- Appliquer les nématodes à l'abri de la lumière du soleil (rayons UV), puisqu'ils y sont sensibles. Il est préférable de les appliquer tôt le matin ou plus tard en soirée ou lors de journées nuageuses.
- Fermer les toiles ombrageantes de la serre afin de garder un meilleur taux d'humidité et bloquer davantage les rayons UV.
- Utiliser un système d'agitation pour maintenir un bon niveau d'oxygénation dans l'eau et garder les nématodes en suspension pour assurer leur distribution égale sur la surface traitée.
- Maintenir la pression du pulvérisateur sous 300 PSI.

## Après l'application

- S'assurer que les plants restent humides pendant deux heures à la suite d'une application foliaire. Maintenir l'humidité relative entre 90-95 % pendant 6 heures.
- S'assurer que le substrat est maintenu humide à la suite d'une application à la base des plants.

## Trucs et astuces supplémentaires

- Le système d'agitation ne devrait pas réchauffer l'eau. Il est possible de [fabriquer un aérateur maison pour agiter le mélange](#). Le système de pulvérisation doit idéalement permettre une agitation et une aération de l'eau et le maintien d'une température adéquate de l'eau.
- Entreposer les nématodes à 5 °C au réfrigérateur, une température qui convient à la plupart des nématodes, si l'application n'est pas réalisée dès la réception. Les nématodes ne doivent pas geler ni être exposés à des températures chaudes. Privilégier un endroit à la noirceur.
- Maintenir l'humidité du produit entreposé au réfrigérateur. Les nématodes peuvent être entreposés entre 1 à 7 mois.
- Ajouter des blocs réfrigérants (*cooler packs*) dans le réservoir pour maintenir l'eau à une température adéquate. Vérifier que la température de l'eau dans le boyau au départ n'est pas trop chaude.
- Utiliser un surfactant (agent mouillant), comme Agral 90, pour aider les nématodes à pénétrer dans le sol ou à mieux se disperser sur le feuillage.
- Recouvrir les cuves du pulvérisateur afin de garder le mélange frais.

## Comparaison de deux méthodes d'agitation

Une étude réalisée par la division de la protection des cultures de BASF a comparé les effets sur les nématodes selon le type d'agitation de la solution. Deux méthodes ont été évaluées, soit l'agitation mécanique et l'agitation par pompe à air (aération). Les résultats ont démontré que l'agitation, peu importe la méthode, permet de répartir les nématodes uniformément dans la solution. L'aération permet de maintenir la température de la solution plus basse que l'agitation mécanique et minimise les dommages mécaniques causés aux nématodes, ce qui en fait une méthode optimale. Toutefois, si l'agitation mécanique est utilisée, les auteurs recommandent d'utiliser la solution rapidement, en deux heures ou moins, pour assurer la viabilité des nématodes.



Nématodes vivants à gauche (ondulés) et morts (raides et immobiles) observés au binoculaire.

Photos : IQDHO

## Compatibilité des nématodes

Il est possible de combiner les nématodes avec certains autres produits phytosanitaires lors des applications. Les nématodes sont pour la plupart compatibles avec :

- les herbicides;
- les fongicides;
- les insecticides (dont ceux à base de *Beauvaria* sp.);
- les néonicotinoïdes;
- les fertilisants;
- le compost mature.

Il est possible d'obtenir un effet synergique lors d'un mélange de nématodes et de certains biopesticides. Une [recherche](#) effectuée par l'Institut de recherche et d'innovation de Vineland a démontré que l'utilisation de *Steinernema feltiae* combiné avec le champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* (Met52) est plus efficace dans le contrôle des thrips que les organismes agissant seuls.

Par contre, il est recommandé de ne pas mélanger les nématodes avec :

- des concentrés de produits;
- des nématicides;
- du compost frais.

De plus, il est recommandé d'attendre un certain temps entre l'application d'un pesticide non compatible et l'application de nématodes, en fonction de l'espèce de nématodes et du pesticide.

Les compagnies fournissent des tableaux ou des outils informatiques qui permettent de connaître la compatibilité des pesticides ou des engrais et des nématodes.

- [Koppert](#)
- [Biobest](#)
- [BASF](#) (Nemasys)

## Pour plus d'information

- Le bulletin d'information N° 3 du 27 mars 2020 [Les nématodes entomopathogènes dans les cultures ornementales en serre](#) du RAP Cultures ornementales en serre présente un tableau sur les nématodes entomopathogènes disponibles commercialement.
- IQDHO, 2018. Capsule vidéo : [Utilisation des nématodes bénéfiques en horticulture ornementale](#).
- IQDHO, 2018. Capsule vidéo : [Vérification de la viabilité des auxiliaires à leur arrivée](#).
- Greenhouse Canada, 2017. Capsule vidéo : [Quality control and application of entomopathogenic nematodes](#) (en anglais).
- Flowers Canada Growers, 2015. [Insect pathogenic nematodes](#) (en anglais).
- Fiche de l'Université de Cornell. [Nematodes](#) (en anglais).

*Cette fiche technique, mise à jour par Roxane Babin, agr. (IQDHO), est adaptée du Bulletin d'information N° 4 du 8 mars 2018 publié par le réseau Cultures ornementales en serre et rédigé à l'origine par Alexandra Bélanger, dta. Pour des renseignements complémentaires, vous pouvez contacter [les avertisseurs du réseau Cultures ornementales en serre ou le secrétariat du RAP](#). La reproduction de ce document ou de l'une de ses parties est autorisée à condition d'en mentionner la source. Toute utilisation à des fins commerciales ou publicitaires est cependant strictement interdite.*

25 août 2020