



# Le RAP

RÉSEAU D'AVERTISSEMENTS PHYTOSANITAIRES

Leader en gestion intégrée  
des ennemis des cultures

## FICHE TECHNIQUE | PÉPINIÈRES ORNEMENTALES

### NÉMATODES BÉNÉFIQUES EN PÉPINIÈRE

**Noms scientifiques** : *Heterorhabditis* sp. et *Steinernema* spp.

**Classification** : Rhabditida : Heterorhabditidae et Steinernematidae

#### Introduction

L'utilisation des nématodes entomopathogènes constitue un élément intéressant dans l'éventail des outils en lutte biologique et intégrée. Ils sont utilisés pour lutter contre plusieurs insectes ravageurs en pépinière comme les vers blancs et les vers gris, mais aussi contre d'autres insectes qui s'attaquent notamment aux vivaces en pots comme les larves de charançons. Afin d'obtenir le potentiel maximum de ces auxiliaires, ce bulletin d'information vise à faire mieux connaître :

- La biologie des nématodes
- Les avantages d'utiliser les nématodes
- Les espèces de nématodes utilisées en pépinière
- Le mode d'emploi
- Les méthodes d'application
- Comment optimiser l'efficacité des applications
- La compatibilité des nématodes

#### Biologie des nématodes

Dans la nature, il existe différents types de nématodes : les prédateurs, les parasites de végétaux, les parasites de vertébrés et les parasites d'invertébrés. Ces derniers sont les nématodes entomopathogènes (parasites obligatoires d'insectes). Les nématodes entomopathogènes utilisés en pépinière sont des vers ronds microscopiques qui ont moins de 1 mm en longueur. Ils peuvent être visibles à l'œil nu lorsqu'ils sont dans leur format de vente, mais il est toutefois plus facile de les observer avec un microscope ou une loupe. On ne peut pas les voir à l'œil nu lorsqu'ils sont sur la plante ou dans le terreau. Ils vivent dans le sol et se déplacent grâce à l'eau contenue entre les particules de sol. On utilise les nématodes entomopathogènes pour contrôler les insectes qui passent une partie de leur cycle de vie dans le sol. Le succès du parasitisme est influencé par le stade du cycle de vie de l'hôte, la température, la lumière, la fécondité des nématodes, le pH du substrat ainsi que les pesticides et les sels retrouvés.

## Cycle de vie des nématodes

1. Certains nématodes attendent que leur proie soit à proximité avant de les attaquer, tandis que d'autres les repèrent grâce à leurs excréments de CO<sub>2</sub> et de méthane (entre autres) ou grâce à un gradient de température.
2. Les nématodes pénètrent leur hôte par ses orifices naturels ou directement par la surface du corps grâce à leur stylet ou à des sécrétions enzymatiques. Ce sont les nématodes juvéniles (stade larvaire) qui sont infectieux. À ce stade, les nématodes vivent de manière symbiotique avec certaines bactéries. Ces bactéries sont ensuite libérées dans l'insecte hôte.
3. L'hôte meurt en 2 à 3 jours tandis que les bactéries dégradent ses tissus et les rendent assimilables pour les nématodes. Les nématodes juvéniles passent alors au stade adulte.
4. Les nématodes se multiplient dans l'hôte et lorsque les conditions sont favorables, une nouvelle génération se répand dans le substrat afin de parasiter de nouveaux insectes.

## Production ou élevage

La production de nématodes se fait soit de façon in vitro ou in vivo :

- In vitro : les nématodes sont élevés sur de la bouillie et sont récoltés au troisième stade larvaire. Les larves sont en mode survie.
- 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.



Nématodes qui émergent d'un thrips  
© Becker Underwood



Nématode vivant  
© IQDHO

## Avantages d'utiliser les 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 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 floraison.
- Compatibilité avec la lutte biologique et intégrée ainsi qu'avec certains produits chimiques.
- Action préventive possible.

## Espèces de nématodes utilisées en pépinière

Une diversité de nématodes est utilisée pour contrôler les ravageurs au stade larvaire. Le tableau suivant indique quel nématode est à privilégier en fonction du ravageur. Pour les doses d'application, consulter l'étiquette du produit.

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

Nématode	Ravageurs	Application	Températures d'activité
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charançon de la racine du fraisier</li> <li>• Charançon de la vigne</li> <li>• Hanneton</li> <li>• Pyrale</li> <li>• Scarabée</li> <li>• Tipule</li> <li>• Vers blanc</li> <li>• Vers gris</li> </ul>	Sol	12 à 33 °C
<i>Heterorhabditis megidis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charançon de la racine du fraisier</li> <li>• Charançon noir de la vigne</li> </ul>	Sol	12 à 30 °C
<i>Steinernema carpocapsae</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anneleur</li> <li>• Charançon de la racine du fraisier</li> <li>• Charançon noir de la vigne</li> <li>• Noctuelle</li> <li>• Pyrale</li> <li>• Tipule</li> <li>• Charançon des racines (<i>Otiorhynchus</i> spp.)</li> <li>• Mouche du rivage (<i>Ephydriidae</i>)</li> <li>• <i>Paysandisia archon</i></li> <li>• <i>Rhynchophorus ferrugineus</i></li> </ul>	Sol	14 à 33 °C
<i>Steinernema feltiae</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mouche du rivage (<i>Ephydriidae</i>)</li> <li>• Sciarides (<i>Bradysia</i> spp.)</li> <li>• Thrips des petits fruits (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</li> <li>• Charançon des racines (<i>Otiorhynchus</i> spp.)</li> </ul>	Sol ou Foliaire <i>Selon le ravageur et le stade visé</i>	10 à 30 °C

*S. carpocapsae* embusque ses proies en se plaçant sur sa queue près de la surface du sol; il infectera son hôte lorsqu'il y en aura un à proximité. Il est donc très efficace contre les insectes qui se déplacent beaucoup. En serre, son utilisation est possible dans les zones où les larves de mouches du rivage peuvent vivre, comme sous les tables, dans les coins de serre, dans les drains et sur le matériel de propagation.

*H. megidis* est efficace en conditions plus froides. Il parasite efficacement les insectes sous des températures de 15 °C.



Charançon noir de la vigne  
© IQDHO



Larve de charançon dans le substrat d'un pot  
© IQDHO

Il est possible d'acheter les nématodes entomopathogènes sous différentes formes :

- Gel : ne laisse aucun résidu sur le feuillage après l'application et optimise la cryptobiose en privant les nématodes d'eau et d'espace pour se mouvoir. Peut être moins cher selon le fournisseur.
- Support inerte : une éponge.

### **Cryptobiose**

La cryptobiose est le moyen utilisé par les compagnies pour conserver les nématodes sur une plus longue période de temps. C'est un état où leur métabolisme est complètement arrêté et qui permet de conserver leur énergie.

## **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 : agiter doucement le gel pour le disperser dans l'eau.
3. Bien mélanger et laisser reposer pendant 5 minutes afin de réhydrater les nématodes.
4. Brasser doucement le mélange afin de défaire tous les grumeaux.
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 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 de trouver leurs hôtes plus facilement.
7. Enlever les filtres de moins de 1 mm (50 mesh) du pulvérisateur : les filtres bloquent les nématodes.
8. Pulvériser immédiatement. Distribuer le mélange uniformément sur le sol.
9. Maintenir un substrat ou un 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 de la densité du feuillage et de l'endroit où l'on veut appliquer le produit, soit sur le sol ou sur le feuillage. Les applications foliaires sont plus efficaces en serre puisque le contrôle de l'humidité relative y est possible.

### Pour une application au sol

- *Sprenc* : le *sprenc* est une association de mots entre un *spray* (pulvérisation foliaire) et un *drench* (pulvérisation au sol). En serre, la solution est appliquée à l'aide d'un pulvérisateur sur le feuillage et ruisselle jusqu'au substrat. À utiliser lorsque le feuillage n'est pas trop dense, en début de production (voir la [vidéo](#) produite par l'Institut de recherche et d'innovation de Vineland qui explique cette méthode d'application, à partir de 1:55 minute).

Les outils suivants peuvent être utilisés :

- arrosoir manuel;
  - pulvérisateur à dos;
  - pulvérisateur relié à un tracteur;
  - injecteur;
  - pulvérisateur connecté à un boyau d'arrosage (comme le [Miracle Gro](#)).
- Trempage : immerger les plateaux de plants dans le mélange de nématodes et d'eau.
  - Pulvérisation au sol (*Drench*) : humecter le sol avec le mélange.

### Pour une application foliaire en serre

- Vaporisation : vaporiser le feuillage en douceur de façon à ce que l'eau ne ruisselle pas. Les outils suivants peuvent être utilisés :
  - arrosoir manuel;
  - pulvérisateur à dos;
  - pulvérisateur relié à un tracteur;
  - injecteur;
  - pulvérisateur connecté à un boyau d'arrosage (comme le [Miracle Gro](#));
  - [pompe manuelle](#);
  - vaporisateur domestique;
  - système de brumisation.

Il est possible de construire un aérateur maison (voir la [vidéo](#) de *Becker Underwood*) ou d'en [acheter](#) un. Ce qu'il faut retenir, c'est que le système de pulvérisation doit permettre l'agitation et l'aération de l'eau et le maintien de l'eau à une température adéquate, et s'assurer que les nématodes ne restent pas collés aux parois.

## Comment optimiser l'efficacité des applications

Même si on ne les voit pas à l'œil nu, les nématodes sont des êtres vivants et ont besoin de bonnes conditions pour assurer leur survie et leur efficacité. Voici quelques recommandations qui vont optimiser l'efficacité des applications et la survie des nématodes :

### Avant l'application

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

## 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, tard en soirée ou lors de journées nuageuses.
- En serre, fermer les toiles d'ombrage afin de garder un meilleur taux d'humidité et bloquer davantage les rayons UV.
- Utiliser un système d'agitation pour garder l'oxygène dans l'eau ainsi que les nématodes en suspension : les nématodes sont des êtres vivants aérobies. L'agitateur ne devrait pas réchauffer l'eau.
- Maintenir la pression du pulvérisateur sous 300 PSI.

## Après l'application

- En serre, s'assurer que les plants restent humides pendant 2 heures à la suite d'une application foliaire. Maintenir l'humidité relative entre 90 et 95 % pendant 6 heures.

## Trucs et astuces supplémentaires

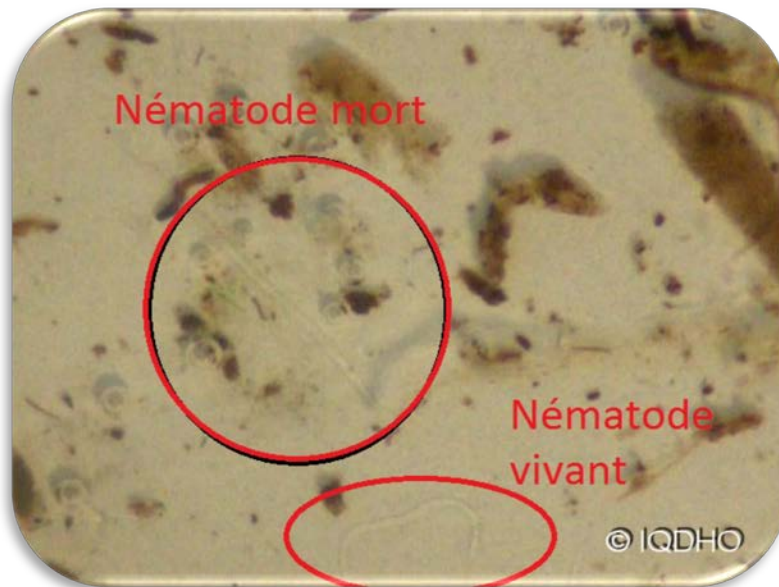
- Si l'application n'est pas réalisée dès la réception, entreposer les nématodes à 5 °C au réfrigérateur, une température qui convient à la plupart des nématodes. Les nématodes ne doivent pas geler ni être exposés à des températures chaudes. Privilégier un endroit à la noirceur.
- Maintenir l'humidité du produit entreposé au réfrigérateur avec une éponge mouillée. Ils 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.

### Test de viabilité des nématodes

1. Placer une petite quantité du produit dans un sac en plastique transparent avec environ 5 ml d'eau ambiante OU tremper le bout d'une aiguille dans les 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 à 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.

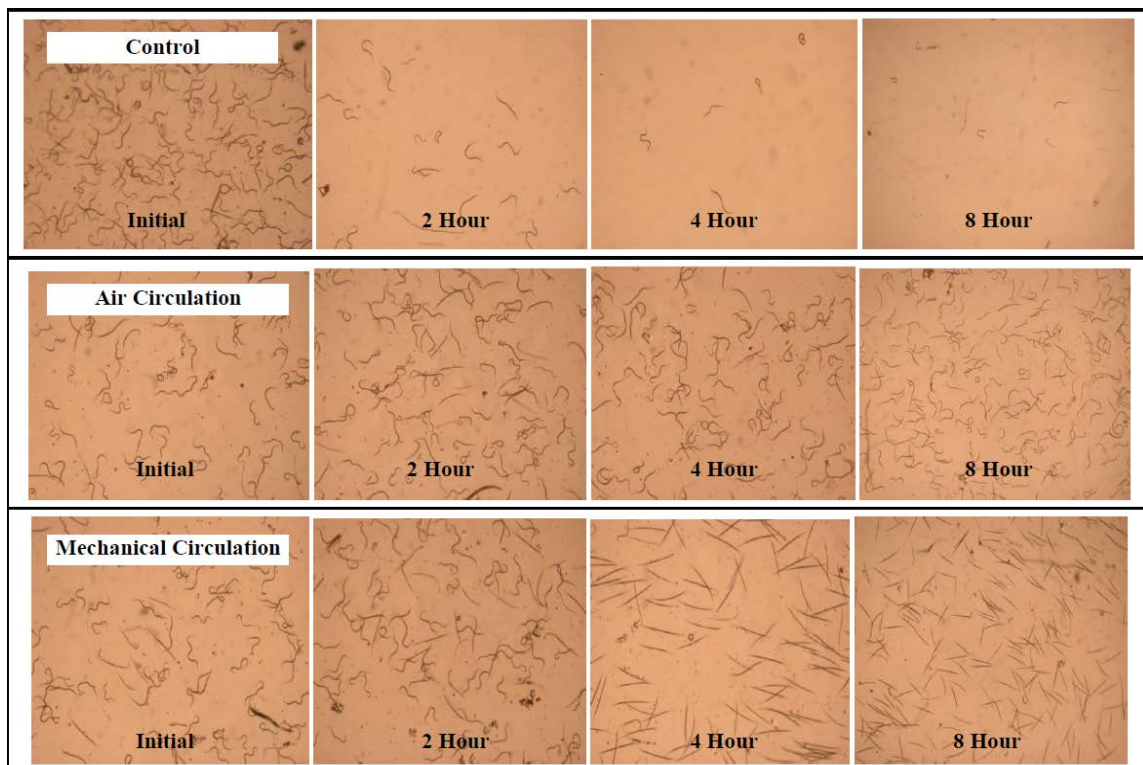
Le [site Internet](#) sur la lutte biologique et intégrée de l'IQDHO (inscription gratuite) comprend la section 6.3 sur la vérification de la viabilité des arrivages. La première partie de la [vidéo](#) produite par l'Institut de recherche et d'innovation de Vineland explique le test de viabilité.

La photo suivante montre bien la différence de position entre un nématode vivant et un nématode mort.



Différence entre un nématode vivant et un nématode mort  
© IQDHO

L'image suivante montre l'effet d'une agitation de l'eau avec de l'air ou de façon mécanique sur l'uniformité et la viabilité des nématodes dans l'eau. Sans agitation, comme on peut voir dans le témoin (*Control*), les nématodes se déposent rapidement et ne sont plus en suspension dans l'eau. Avec une circulation d'air, les nématodes sont actifs et demeurent en suspension. L'agitation mécanique garde les nématodes en suspension, mais n'assure pas leur viabilité à long terme dans le mélange dû aux stress mécanique et de température. L'agitation d'air dans le mélange est donc à privilégier.



Uniformité et viabilité des nématodes à la suite de deux circulations d'eau différentes  
([Article](#) paru dans *American Nurseryman*)  
© Becker Underwood

## 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 *Beauveria* sp.).
- Les néonicotinoïdes.
- Les fertilisants.
- Le compost mature.

Un effet synergique est même observé lors d'un mélange de nématodes et de certains biopesticides. Une [recherche](#) effectuée par l'Institut de recherche et d'innovation de Vineland démontre que l'utilisation de *Steinernema feltiae* combiné avec un champignon entomopathogène (Met52) est plus efficace dans le contrôle des thrips que chacun des organismes utilisés seuls.

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

- Des concentrés de produits.
- Des nématicides.
- Ces matières actives : diazinon et méthomyl.
- Du compost frais.

Aussi, il est recommandé d'attendre un certain temps entre l'application d'un pesticide non compatible et l'application de nématodes dans une perspective de lutte intégrée, en fonction de l'espèce de nématode et du pesticide.

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

- [Koppert](#)
- [Biobest](#)
- BioWorks : [NemaShield HB](#) ou [NemaShield](#)

L'application de nématodes est donc un atout intéressant contre plusieurs ravageurs et peut facilement s'inclure dans un programme de lutte biologique et intégrée. N'hésitez pas à demander l'aide de votre fournisseur ou de votre conseillère ou conseiller.

## Pour plus d'information

- [Liste des insectes tués par les nématodes](#) qui provient du livre *Nematodes for Biological Control of Insects*.
- [Vidéo](#) de Koppert biological systems qui illustre le parasitisme des nématodes.
- Informations générales de [Greenhouse Integrated Pest Management](#) sur les nématodes entomophages.
- Informations générales de l'[Université de Cornell](#) sur les nématodes entomopathogènes.

*Cette fiche technique a été rédigée par Alexandra Bélanger, dta, et relue par Marie-Édith Tousignant, agr., et Nicolas Authier, agr. Pour des renseignements complémentaires, vous pouvez contacter [les avertisseurs du réseau Pépinières ornementales](#) 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.*

29 mars 2019