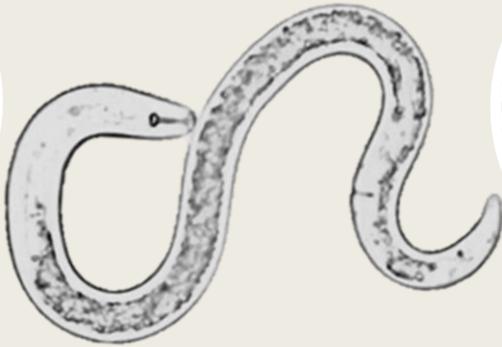


GUIDE DE GESTION DES NÉMATODES DES LÉSIONS DANS LA CULTURE DE LA POMME DE TERRE AU QUÉBEC

2024



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



LE NÉMATODE DES LÉSIONS

Le nématode des lésions est **un ver microscopique d'environ 500 µm au stade adulte**. Il faut un microscope pour pouvoir l'observer. Il possède un appareil buccal, le stylet, qui lui permet de perforer les parois cellulaires et de s'introduire dans les racines. Une fois à l'intérieur de celles-ci, il pourra se nourrir et se reproduire. C'est un endoparasite migrateur, il peut entrer et ressortir des racines tout au long de son cycle vital.

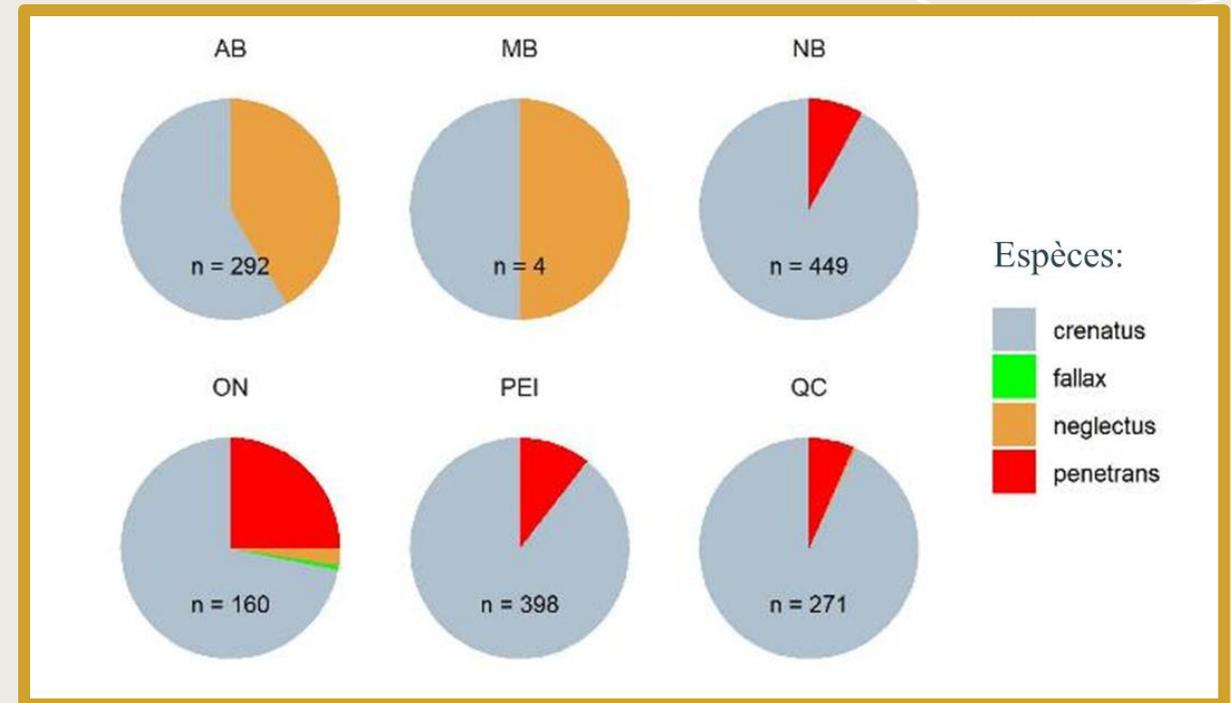
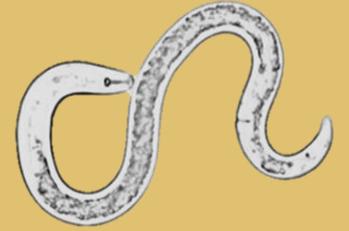
Le nématode des lésions appartient au genre *Pratylenchus* et fait partie de la famille des Pratylenchidae. **Il se situe au 3e rang des nématodes les plus dévastateurs des cultures** (Jones *et al.* 2013).

Ce genre comprend 101 espèces distribuées à travers le monde (Janssen *et al.* 2017), mais seule une douzaine d'espèces causeraient d'importants dommages économiques. **Douze espèces de *Pratylenchus* ont été identifiées au Canada: *P. allenii*, *P. crenatus*, *P. fallax*, *P. flakkensis*, *P. hexincisus*, *P. macrostylus*, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. pratensis*, *P. sensillatus*, *P. thornei*, and *P. zeae*** (Bélair *et al.* 2018).



LE NÉMATODE DES LÉSIONS (suite)

Dans la production de la pomme de terre, une étude pancanadienne a démontré que le *P. crenatus* est l'espèce la plus répandue dans toutes les provinces étudiées: Île-du-Prince-Édouard, Nouveau-Brunswick, Québec, Ontario, Manitoba et Alberta (Mimee 2023). L'espèce *P. neglectus* était uniquement présente dans les provinces de l'Ouest (Manitoba et Alberta) alors que *P. penetrans*, se retrouvait surtout dans les provinces de l'Est (Île-du-Prince-Édouard, Nouveau-Brunswick, Québec, Ontario). L'espèce la plus destructrice pour la pomme de terre est *P. penetrans* (Yu 2008; Potter et McKeown 2003). De plus, *P. penetrans* interagit de manière synergique avec le champignon *Verticillium dahliae* et cause la mort prématurée de la pomme de terre.

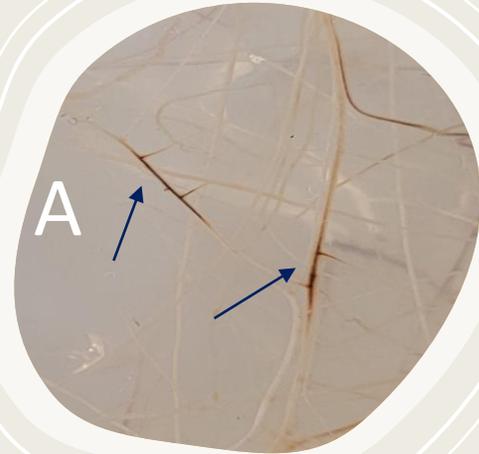


Proportion des espèces de *Pratylenchus* détectée dans chaque province
Le nombre total d'individus analysés est indiqué pour chaque province
Tiré de Mimee 2023

SYMPTOMATOLOGIE

Les symptômes causés par le nématode des lésions sont souvent confondus avec des maladies ou des carences nutritionnelles. **Le nématode crée des lésions brunâtres (A)** et des nécroses racinaires en se nourrissant et en se déplaçant dans les racines. Il s'ensuit une diminution de l'absorption de l'eau et des nutriments, qui provoque **la chlorose des parties aériennes des plants de pomme de terre (B)**. **La croissance est retardée et plus lente, les plants sont plus petits (C) et subissent une sénescence prématurée.**

Les nématodes n'étant pas distribués de façon homogène dans un champ, les symptômes sont observés sur des zones localisées plus ou moins circulaires. De plus, lorsque les populations de ce nématode sont très élevées, les nématodes se retrouveront aussi sous la surface des tubercules. **Il y a généralement moins de tubercules produits et le calibre est plus petit, ce qui entraîne une perte de rendement pouvant aller de 30 à 70 % (Holgado *et al.* 2009; Olthof and Potter 1973).** Les plus grandes pertes sont généralement observées en sol sablonneux, car ce type de sol facilite le déplacement des nématodes.



GAMME D'HÔTES

En plus de la pomme de terre, le nématode des lésions **peut infecter plus de 400 plantes hôtes** appartenant à différentes familles de plantes cultivées, ornementales, arbres fruitiers, et mauvaises herbes telles que les Astéracées, Cucurbitacées, Fabacées, Poacées et Solanacées, etc (Tableau 1). **Les espèces hôtes de mauvaises herbes constituent des réservoirs de nématodes**, il faut donc en faire une bonne gestion au champ (Bélaïr *et al.* 2007).

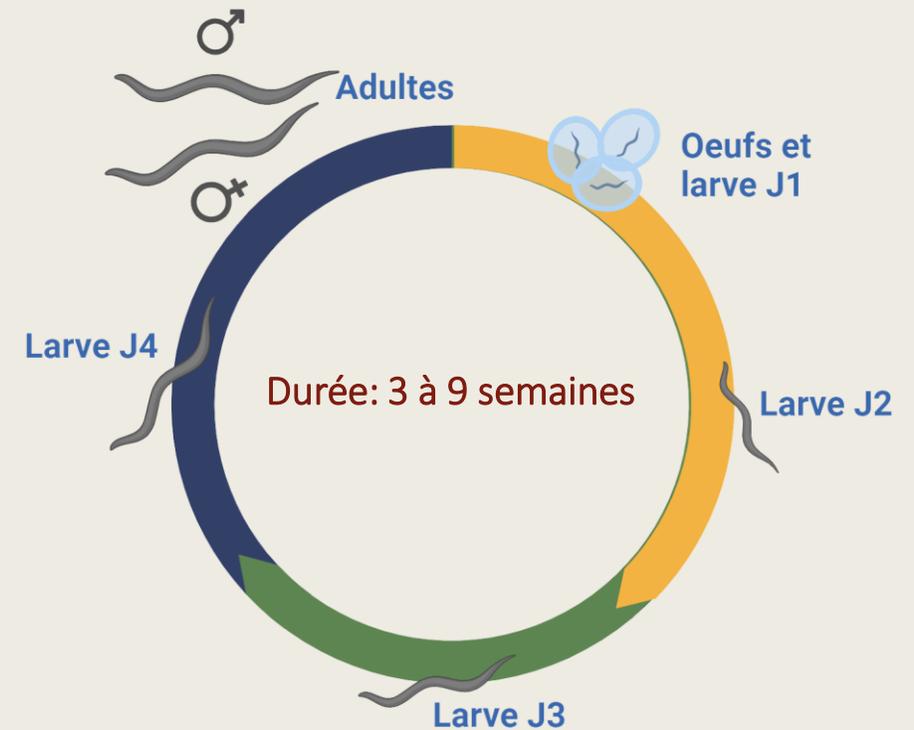
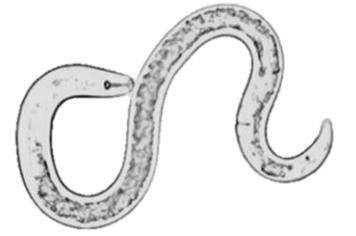
Type de plantes	Familles	Nom latin	Nom commun en français	Nom commun en anglais
Cultivées	Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i>	Orge	Barley
	Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i>	Moutarde noire	Black mustard
	Brassicaceae	<i>Brassica juncea</i>	Moutarde brune	Brown mustard
	Poaceae	<i>Zea mays</i>	Mais	Corn
	Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	Laitue	Lettuce
	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Avoine	Oat
	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	Pois	Peas
	Solanaceae	<i>Capsicum spp.</i>	Poivron	Pepper
	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Pomme de terre	Potato
	Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>	Canola	Rapeseed
	Poaceae	<i>Secale cereale</i>	Seigle	Rye
	Fabaceae	<i>Glycine max</i>	Soya	Soybean
	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Tomato
	Poaceae	<i>Triticum aestivum</i>	Blé	Wheat
	Brassicaceae	<i>Sinapis alba</i>	Moutarde blanche	White mustard
Mauvaises herbes	Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Pied-de-coq	Barnyard grass
	Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>	Chardon des champs	Canada thistle
	Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>	Mouron des oiseaux	Chickweed
	Asteraceae	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Petite herbe à poux	Common ragweed
	Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i>	Spargoute des champs	Corn spurry
	Amaranthaceae	<i>Amaranthus powellii</i>	Amarante de Powell	Green amaranth
	Poaceae	<i>Setaria viridis</i>	Panic rampant	Green foxtail
	Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i>	Renouée persicaire	Lady's thumb
	Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc	Lamb's quarters
	Asteraceae	<i>Matricaria discoida</i>	Matricaire odorante	Pineapple weed
	Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amarante à racine rouge	Redroot pigweed
	Polygonaceae	<i>Polygonum convolvulus</i>	Sarrasin sauvage	Wild buckwheat
	Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Radis sauvage	Wild radish

Tableau 1 : Liste non exhaustive des plantes hôtes cultivées et des mauvaises herbes permettant la reproduction du nématode des lésions

CYCLE VITAL

Le cycle vital des *Pratylenchus* comprend un stade œuf, quatre stades juvéniles nommés J1, J2, J3 et J4 et un stade adulte avec mâle et femelle. Au printemps, lorsque les températures se réchauffent, les œufs du nématode des lésions éclosent et les larves de deuxième stade se retrouvent dans le sol. Suite à la plantation, les nématodes des lésions pénètrent et circulent dans les jeunes racines, afin de se nourrir et de compléter leur cycle de vie. Ils subiront trois mues avant d'atteindre le stade adulte et de se reproduire. Les femelles adultes pondent un ou deux œufs par jour durant environ 35 jours dans les racines ou dans le sol (Mizukubo and Adachi 1997; Zunke 1990).

Un cycle complet dure entre 3 et 9 semaines (Jones and Fosu-Nyarko 2014) et la durée varie en fonction de la température du sol et de l'état de la plante hôte. De plus, ces nématodes peuvent hiverner dans les tissus racinaires infectés, les mauvaises herbes hôtes ou dans le sol à n'importe quel stade de leur vie. La dispersion de ce nématode peut se faire par le mouvement de sol contaminé (via le vent ou la machinerie agricole) ou les semences.



GESTION DES NÉMATODES DES LÉSIONS DANS LA POMME DE TERRE



1- PRÉVENTION

Une fois que les populations de nématodes des lésions sont établies sur le terrain, il est extrêmement difficile de les éradiquer. Les nématodes des lésions se propagent facilement d'un champ à l'autre par l'intermédiaire du sol contaminé, des morceaux de semences (A), de l'équipement (B) et du sol soufflé par le vent (C).

Il est donc avantageux d'éviter l'introduction grâce à des procédures d'assainissement. Un assainissement soigneux par le nettoyage de l'équipement déplacé entre les champs est un moyen efficace de réduire la propagation. L'achat et la plantation de semences de haute qualité, exemptes de nématodes et de maladies réduiront également le risque d'introduction de nématodes dans le champ.



2- DÉPISTAGE

Une des premières étapes pour la gestion du nématode des lésions est de faire un dépistage des genres/espèces de nématodes présents dans le champ. Pour ce faire, **un échantillonnage de sol effectué à l'automne**, après la récolte en septembre/octobre, à une profondeur de 0-30 cm, va permettre de déterminer quel est le genre de nématodes qui est présent. L'échantillonnage au printemps est aussi possible mais les nématodes y sont généralement moins nombreux.



Un échantillon de sol ou de racines de plantes peut être envoyé au laboratoire de diagnostic le plus proche. **Le laboratoire va déterminer le nombre de nématodes présents et leur genre.** Ainsi, il sera possible de prendre une décision quant aux traitements à effectuer, si on se retrouve au-dessus du seuil de dommage économique. Ce seuil se situe à 1000 *P. penetrans*/kg de sol pour la culture de la pomme de terre.

Si les populations de nématodes se situent au-dessus de ce seuil, il faut s'attendre à avoir des pertes de rendements, soit une diminution du nombre de tubercules ou une réduction de la grosseur de ceux-ci. Il sera alors primordial de mettre en œuvre une stratégie de lutte intégrée pour contrôler ce nématode. Il est important de noter que les laboratoires de diagnostic ne font pas d'identification à l'espèce mais seulement au genre, ce qui peut complexifier la prise de décision pour la gestion des nématodes des lésions.

Différentes espèces de *Pratylenchus* vont avoir des impacts différents sur la culture de pomme de terre. Par exemple, le nématode *P. crenatus* cause peu de dommage dans cette culture alors que *P. penetrans* peut engendrer de grandes pertes économiques. Afin de remédier à ce problème, des outils moléculaires permettant la détermination rapide des espèces sont en développement.



3- CULTURES DE ROTATION

Les rotations sont un excellent moyen de réduire les populations de pathogènes. Par contre, comme les nématodes des lésions sont polyphages (se développent sur une large gamme d'hôte), très peu de cultures de rotation permettent de réduire efficacement les populations (Bélaïr *et al.* 2002). **Une culture qui s'est avérée efficace est le millet perlé fourrager.** Un semis du cultivar CFPM 101, un an avant la plantation des pommes de terre, a mené à une réduction significative des populations de *P. penetrans* tout en augmentant les rendements de pomme de terre l'année subséquente (Bélaïr *et al.* 2005).

En plus d'être une des rares cultures qui peut être utilisée pour réduire les populations de ce nématode, **le millet perlé fourrager a l'avantage d'être un excellent engrais vert.** Il augmente la matière organique au champ, ce qui favorise aussi la rétention d'eau dans les sols de type sablonneux.

Cultures	Facteur de reproduction
Moutarde brune	17.2 a
Soya	9.6 b
Millet japonais	9.5 b
Colza	9.3 b
Seigle	9.0 bc
Sarrasin	8.8 bc
Moutarde blanche	8.7 bc
Raygrass vivace	8.4 bc
Millet d'Italie	5.8 de
Avoine	5.7 de
Maïs	4.5 ef
Brome des prés	3.2 f
Millet perlé	0.4 g

Il y a augmentation de la population lorsque le facteur de reproduction est > que 1. Les lettres différentes montrent des différences significatives entre les cultures. Tiré de Bélaïr *et al.* 2002.



Un autre avantage des cultures de rotation est qu'elles contribueront au maintien de la biodiversité ce qui favorise la présence d'organismes bénéfiques s'attaquant naturellement aux nématodes phytoparasites.

4- CHOIX DE VARIÉTÉS

Il n'existe pas de variété de pomme de terre totalement résistante aux nématodes des lésions sur le marché. Par contre, **certaines variétés de pommes de terre peuvent mieux tolérer les dommages causés par ces nématodes et subir moins de pertes de rendements** (Olthof 1983). De plus, certaines variétés seraient moins favorables au développement des nématodes sans toutefois empêcher complètement leur multiplication (Figueiredo *et al.* 2022).



5- CONTRÔLE DES MAUVAISES HERBES

Un bon contrôle des mauvaises herbes est un autre élément à prendre en compte car ce sont d'excellentes plantes hôtes pour les *Pratylenchus* spp. et elles peuvent servir de refuge.



6- BIOFUMIGATION

La biofumigation consiste à incorporer des résidus de cultures de crucifères dans le sol, telle la moutarde brune à haute teneur en glucosinolates, pour lutter contre les nématodes parasites des plantes. **L'enfouissement de ces résidus permet la production de gaz ou molécules toxiques, qui auront pour effet de diminuer les populations de nématodes** (Chen *et al.* 2022; Ntalli and Caboni 2017). Par contre, le succès de cette pratique dépend de plusieurs paramètres qui doivent être respectés en même temps, sinon l'effet obtenu pourrait être l'inverse de ce qui est souhaité. La concentration de gaz biocide

produite lors de l'incorporation de la moutarde brune varie considérablement en fonction de plusieurs facteurs, notamment la texture du sol, la température, l'humidité, la variété de moutarde, le stade de plante, l'efficacité de broyage, le délai d'incorporation dans le sol, ainsi que le fait que le sol soit couvert ou non (Price *et al.* 2005). Si mal réalisé, trop peu de gaz sera produit et les populations de nématodes augmenteront car la plupart des crucifères sont de très bonnes plantes hôtes pour les nématodes des lésions. Voici un lien vers une vidéo expliquant la biofumigation et comment la réaliser : <http://agrobonsens.com/technique/biofumigation-3>

7- NÉMATOCIDES

En dernier recours, la fumigation est un moyen efficace pour contrôler les nématodes en cas d'infestation grave. Quelques produits sont homologués au Québec (chloropicrine, métam sodium, métam potassium). Par contre, les fumigants détruiront la majorité des organismes bénéfiques du sol et peuvent porter atteinte à la santé environnementale et humaine. De plus, cette méthode de lutte chimique implique un coût assez élevé et l'achat d'équipements spécialisés pour en faire l'application. Dû à leur toxicité, de moins en moins de produits sont disponibles.

Par contre, la fumigation permet le contrôle simultané des nématodes et des champignons pathogènes impliqués dans la mort prématurée de la pomme de terre. Au cours des dernières années, de nouveaux nématicides (fluopyram, fluazaindolizine) ont fait leur apparition sur le marché et pourraient permettre un contrôle plus ciblé des nématodes.



RÉFÉRENCES

Bélaïr, G., Dauphinais, N., Benoit, D.L. and Fournier, Y. 2007. Reproduction of *Pratylenchus penetrans* on 24 common weeds in potato fields in Québec. *Journal of Nematology* 39(4): 321-326.

Bélaïr, G., Dauphinais, N., Fournier, Y., Dangi, O.P. and Clément, M.F. 2005. Effect of forage and grain pearl millet on *Pratylenchus penetrans* and potato yields in Quebec. *Journal of Nematology* 37(1): 78-82.

Bélaïr, G., Forge, T., Mimee, B., Tenuta, M. and Yu, Q. 2018. Current state of plant parasitic nematodes in Canada. *Plant Parasitic Nematodes in Sustainable Agriculture of North America: Vol. 1 Canada, Mexico and Western USA*, 1-29.

Bélaïr, G., Fournier, Y., Dauphinais, N. and Dangi, O.P. 2002. Reproduction of *Pratylenchus penetrans* on various rotation crops in Quebec. *Phytoprotection* 83(2): 111-114.

Chen, D., Zebarth, B.J., Goyer, C., Comeau, L.P., Nahar, K. and Dixon, T. 2022. Effect of biofumigation on population densities of *Pratylenchus* spp. and *Verticillium* spp. and potato yield in Eastern Canada. *American Journal of Potato Research* 99(3): 229-242.

Figueiredo, J., Vieira, P., Abrantes, I. and Esteves, I. 2022. Commercial potato cultivars exhibit distinct susceptibility to the root lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Horticulturae* 8(3): 244.



RÉFÉRENCES (suite)

Holgado, R., Oppen Skau, K.A. and Magnusson, C. 2009. Field damage in potato by lesion nematode *Pratylenchus penetrans* (Coob, 1917) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941, its association with tuber symptoms and its survival in storage. *Nematology Mediterranea* 37: 25–29.

Janssen, T., Karssen, G., Orlando, V., Subbotin, S. and Bert, W. 2017. Molecular characterization and species delimiting of plant parasitic nematode of the genus *Pratylenchus* from the *penetrans* group (Nematoda: Pratylenchidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 117: 30–48.

Jones, M.G.K. and Fosu-Nyarko, J. 2014. Molecular biology of root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) and their interaction with host plants. *Annals of Applied Biology* 164(2): 163-181.

Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G., ... and Perry, R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 14(9): 946-961.

Mimee, B. 2023. Canadian Agri-Science Cluster for Horticulture ASC-18/19 CHC Activity 18A Potato Early Dying Network CanPEDNet. Final report for Activity 4a. Root lesion nematode species and interaction with *V. dahliae* isolates.



RÉFÉRENCES (suite)

Mizukubo, T. and Adachi, H. 1997. Effect of temperature on *Pratylenchus penetrans* development. *Journal of Nematology* 29(3): 306-314.

Ntalli, N. and Caboni, P. 2017. A review of isothiocyanates biofumigation activity on plant parasitic nematodes. *Phytochemistry Reviews* 16: 827-834.

Olthof, T.H. 1983. Reaction of six potato cultivars to *Pratylenchus penetrans*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 5(4): 285-288.

Olthof, T.H.A. and Potter, J.W. 1973. The relationship between population densities of *Pratylenchus penetrans* and crop losses in summer-maturing vegetables in Ontario. *Phytopathology* 63: 577–582.

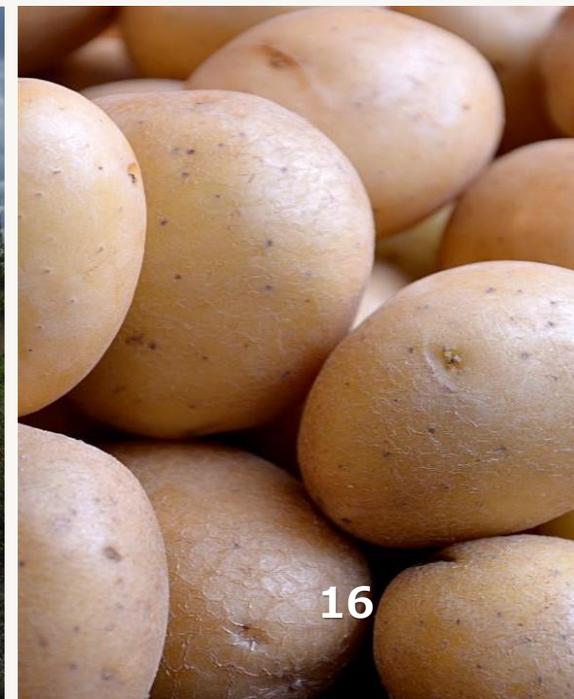
Potter, J.W. and McKeown, A.W. 2003. Nematode biodiversity in Canadian agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science* 83 (Special Issue): 289-302.

Price, A.J., Charron, C.S., Saxton, A.M. and Sams, C.E. 2005. Allyl isothiocyanate and carbon dioxide produced during degradation of *Brassica juncea* tissue in different soil conditions. *HortScience* 40(6): 1734-1739.

Yu, Q. 2008. Species of *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae) in Canada: description, distribution, and identification. *Canadian Journal of Plant Pathology* 30(3): 477-485.

Zunke, U. 1990. Observations on the invasion and endoparasitic behavior of the root lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology* 22(3): 309-320.





 **CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LA POMME DE TERRE DU QUÉBEC**



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada