

Nécrose annulaire de la pomme de terre

Guide | 2024



Figure 1. Symptômes causés par le Virus du bruissement du tabac (TRV) sur les feuilles (A) et tubercules (B) de pomme de terre. Le cycle de vie et morphologie des vecteurs du virus (C, image du haut). Structure morphologique du TRV au microscope électronique (C, image du bas). **Note:** les symptômes de nécrose annulaire peuvent être causés par le virus Y de la pomme de terre, en effet il est difficile de distinguer les symptômes causés par PVY et ceux causés par TRV.

Historique et biologie du TRV

La découverte du virus du brunissement du tabac (Tobacco Rattle virus, TRV) remonte à 1931 en Allemagne alors que Boning le décrivait sur le tabac. C'est en 1946 que le virus est observé pour la première fois sur la pomme de terre aux États-Unis. Cependant, le lien entre la transmission du virus et la présence de nématodes vecteurs dans le sol a été établi qu'en 1960.

Le TRV fait partie de la famille des *Virgaviridae* et du genre *Tobravirus* représenté par des virus à ARN simple brin à polarité positive. Le virus du TRV est constitué d'un génome bipartite formé de deux molécules d'ARN simple brin encapsulées séparément. L'encapsulation de ces molécules d'ARN forme deux types de particules en forme de bâtonnet, hélicoïdales, avec un diamètre identique de 22,5 nm (Fig. 1). La première d'une longueur de 180-215 nm (L) et la deuxième de 46 à 115 nm (S). La particule L est composée de l'ARN 1 d'environ 6800 paires de bases (pb) qui codent pour quatre protéines dont deux sont impliquées dans la réplication du virus, la troisième servirait dans le transport intercellulaire du virus et la quatrième agirait comme suppresseur des défenses antivirales de la plante. La particule S héberge l'ARN 2 et mesure environ 2200 pb. L'ARN 2 produit trois protéines dont la capsid pour les particules L et S, les protéines P2b et P2c. La protéine P2b est absolument essentielle pour permettre la transmission du virus aux plantes par les vecteurs. Le TRV possède une particule très stable ce qui en fait un virus qui se propage facilement.

Symptomatologie

Les symptômes sur la pomme de terre s'observent sur les feuilles, les pétioles, les tiges et les racines bien que peu fréquents. Mais en général, les symptômes foliaires (Fig. 1A) sont rares et peuvent être confondus avec une déficience en calcium. Toutefois, le symptôme plus distinctif dans la pomme de terre est la présence dans la chair des tubercules d'arcs et de nécroses liégeux communément appelés « Springs » en anglais (Fig. 1B). Ces dommages peuvent être considérés comme une réponse d'hypersensibilité à l'infection virale visant à freiner sa progression. L'intensité de ces arcs liégeux est plus prononcée sur les tubercules de plus grosse taille, les tubercules récoltés plus tardivement et s'accroît pendant l'entreposage. Cependant, la transmission du virus de tubercules de pomme de terre mère vers des tubercules filles est limitée.

EN BREF

Nom commun

Fr: Nécrose annulaire de la pomme de terre
Ang: Corky ring spot (CRS) disease

Nom scientifique virus

Fr: Virus du bruissement du tabac (TRV)
Ang: Tobacco rattle virus

Classification

Sphère: *Riboviria*
Règne: *Orthornavirae*
Phylum: *Kitrinoviricota*
Ordre: *Martellivirales*
Famille: *Virgaviridae*
Genre: *Tobravirus*

Nématode vecteur

Trichodorus spp
Paratrichodorus spp

Distribution

Mondiale

Principaux hôtes

Solanum tuberosum (Pomme de terre)
Capsicum annuum (Poivron)
Nicotiana tabacum (Tabac)
Solanum lycopersicum (Tomate)
Plus de 400 hôtes

Nécrose annulaire de la pomme de terre

L'incidence de ces dommages liégeux en champ peut s'avérer faible. En effet, ce sont les conditions climatiques, telle que la température, qui déclenchent l'apparition de nécroses annulaires liégeuses sur les tubercules qui deviennent alors invendables. Ainsi, avec l'augmentation des températures due aux changements climatiques, le TRV risque de causer de lourdes pertes de rendement puisqu'un champ avec plus de 6% de tubercules symptomatiques est systématiquement dévalué ou rejeté

La Distribution géographique du virus

Le TRV est observé sur tous les continents. En Amérique Nord, le virus a été détecté en Californie, au Colorado, en Floride, au Michigan, au Minnesota, au Dakota du Nord, en Oregon, à Washington et au Wisconsin. Au Canada, le TRV a été détecté dans les provinces de l'Alberta, de la Colombie-Britannique et de Terre-Neuve-et-Labrador. Au Québec, une étude financée par le consortium de recherche sur la pomme du Québec (CRPTQ) et réalisée au CRD de Saint-Jean-sur-Richelieu d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, n'a détecté aucune présence du virus après avoir analysé plus de 200 échantillons de tubercules et de sols provenant 40 champs couvrant six régions administratives du Québec. Si le virus est présent au Québec, sa faible prévalence est très probablement liée aux faibles échanges de semences entre le Québec et les autres zones de production de pomme de terre de l'Amérique du Nord.

Gamme d'hôtes

En plus de la pomme de terre, le TRV peut infecter plus de 400 plantes hôtes appartenant à différentes familles de plantes cultivées, ornementales, et de mauvaises herbes telles que les cucurbitacées, astéracées, fabacées et solanacées, etc.. Les espèces de mauvaises herbes constituent des hôtes alternatifs et des réservoirs du virus (Tableau 1). En effet, le TRV et les nématodes vecteurs du virus ont des hôtes très diversifiés. Au Minnesota, il a été démontré que le TRV pouvait être présent dans des habitats forestiers ou dans des zones cultivées autres que la pomme de terre. Aussi, une grande majorité de ces hôtes ne développent pas de symptômes en absence de stress abiotiques.

Tableau 1: Liste non exhaustive des plantes réservoirs et hôtes alternatifs

Type de plantes	Familles	Nom latin	Nom commun en français	Nom commun en anglais
Cultivées	Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i>	Orge	Barley
	Fabaceae	<i>Phaseolus spp.</i>	Haricots	Beans
	Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i>	Betteraves	Beets
	Brassicaceae	<i>Brassica spp.</i>	Brassicacées	Brassicas
	Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maïs	Corn
	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>	Concombres	Cucumbers
	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	Pois	Peas
	Solanaceae	<i>Capsicum spp.</i>	Poivrons	Peppers
	Amaranthaceae	<i>Spinacia oleracea</i>	Épinards	Spinach
	Solanaceae	<i>Nicotiana spp.</i>	Tabac	Tobacco
	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Tomato
	Mauvaises herbes	Asteraceae	<i>Bidens spp.</i>	Gaillet gratteron
Plantaginaceae		<i>Plantago major</i>	Plantain majeur	Broadleaf plantain
Caryophyllaceae		<i>Stellaria media</i>	Mouron des oiseaux	Chickweed
Asteraceae		<i>Xanthium spp.</i>	Bardane commune	Cocklebur
Ranunculaceae		<i>Ranunculus repens</i>	Renoncule rampante	Creeping buttercup
Poaceae		<i>Setaria viridis</i>	Panic rampant	Green foxtail
Solanaceae		<i>Solanum sarrachoides</i>	Morelle poilue	Hairy nightshade
Lamiaceae		<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamier amplexicaule	Henbit
Amaranthaceae		<i>Amaranthus spp.</i>	Amarante	Pigweed
Asteraceae		<i>Lactuca serriola</i>	Laitue scariole	Prickly lettuce
Portulacaceae		<i>Portulaca oleracea</i>	Pourpier	Purslane
Brassicaceae		<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bourse-à-Pasteur	Shepherd's-purse
Asteraceae		<i>Sonchus spp.</i>	Laiteron	Sowthistle
Polygonaceae		<i>Polygonum convolvulus</i>	Sarrasin sauvage	Wild buckwheat

Nécrose annulaire de la pomme de terre

La transmission du virus

Le virus du TRV est principalement transmis par 14 espèces de nématodes du genre *Trichodorus* et *Paratrichodorus*, en partie par les semences ainsi que par greffage et par inoculation mécanique. Les espèces de nématodes *T. primitivus*, *T. similis* et *P. pachydermus* sont les vecteurs les plus répandus. En effet, les nématodes dans le sol, acquiert le virus lorsqu'ils se nourrissent des racines des plantes infectées insèrent leur stylet au travers du tissu cortical. Les particules virales adhèrent aux stylets et y restent collées pour une période allant jusqu'à trois mois si le nématode ne se nourrit pas. Les adultes et les larves juvéniles peuvent tous deux transmettre le virus suite à un repas d'au moins une heure sur les racines. Toutefois, le virus n'est pas retenu sur les stylets lorsque le nématode effectue une mue et il doit s'alimenter sur une plante infectée pour être à nouveau virulent. Le virus ne se multiplie pas à l'intérieur du nématode et n'est pas transmis aux œufs. La propagation du virus du TRV dans une culture en champ s'effectue très lentement en raison de la faible capacité des nématodes à se déplacer. Des déplacements sur de plus grandes distances peuvent survenir si des particules du sol sont transportées par les vents ou par du matériel végétal contaminé.

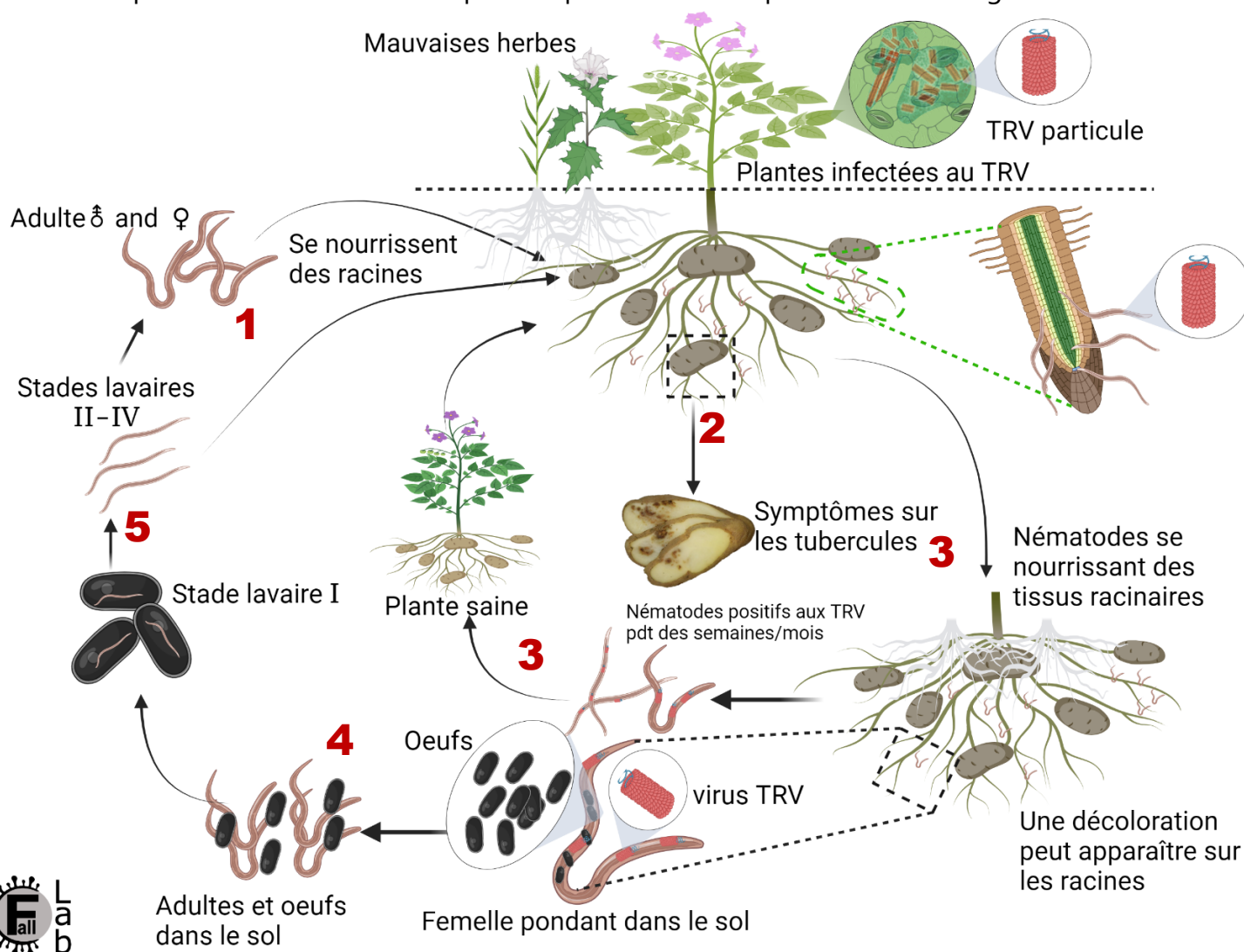


Figure 2. Cycle de vie du virus et des nématodes du genre *Trichodorus/Paratrichodorus* (Basée sur une revue de littérature). **1.** Aussi bien les larves que les adultes peuvent se nourrir à partir des racines de plantes infectées au virus du brunissement de la pomme de terre (TRV) et acquérir le virus qui reste actif dans les nématodes pendant des semaines/mois. **2.** La plante infectée ainsi que les tubercules sont asymptomatiques pour la plus part du temps (voir Fig. 1 pour les symptômes). **3.** Les nématodes porteurs (larve et adultes), nématodes virulifères, peuvent transmettre le virus aux plantes saines en se nourrissant sur les racines. **4.** Même si les nématodes virulifères peuvent porter le virus pendant des semaines, voire des mois, le virus ne peut pas se reproduire dans le nématode et ne peut pas non plus être transmis à la descendance (les larves). **5.** Dès le stade larvaire II, les larves peuvent se nourrir des racines et devenir virulifères.

Nécrose annulaire de la pomme de terre

Facteurs de risque et surveillance

Les facteurs de risque associés au développement du virus de la mosaïque du tabac (TRV) au Québec comprennent la densité de population des nématodes vecteurs, *Trichodorus* et *Paratrichodorus*, qui semble être absent pour le moment au Québec. La rotation des cultures est essentielle pour minimiser le risque de TRV au Québec, en évitant une dispersion accrue du virus, surtout s'il est déjà présent à un niveau faible. L'utilisation de matériel végétal infecté, notamment des semences, peut introduire le virus au Québec. Il est crucial de garantir l'utilisation de matériel végétal certifié, exempt de TRV pour prévenir l'introduction et la propagation du virus. Enfin, les conditions environnementales, telles que la température, l'humidité du sol et le climat, peuvent influencer l'activité des nématodes et la propagation du TRV, soulignant la nécessité de surveiller et d'ajuster les pratiques agricoles en conséquence.

Prévention et gestion

Plusieurs moyens de lutte sont utiles afin de limiter la propagation du TRV dans les champs. Tout d'abord, le contrôle des populations des nématodes est déterminant pour maintenir les possibilités de transmission du virus le plus faible possible. Il est utile de déterminer si les nématodes vecteurs du TRV sont présents dans les champs et une identification des structures anatomiques spécifiques par des experts est nécessaire pour s'assurer de l'exactitude des espèces. Il a été démontré qu'il existe une association entre certaines espèces de *Trichodorus* et *Paratrichodorus* et des isolats du TRV, due à un attachement spécifique entre les particules virales et les cellules de l'œsophage

Choix de variétés. Plusieurs études ont démontré que certaines variétés de pomme de terre possèdent une résistance au TRV (ex. Castile, Merrimack, Millennium Russet, Red Pearl, Symfonia, and St. Johns) contrairement à d'autres variétés (ex. Russet Burbank) qui sont très susceptibles au TRV ce qui contribue à diminuer les pertes économiques reliées au TRV. Une approche intéressante qui permettrait de réduire les risques d'infection due au TRV serait d'agencer l'utilisation de variétés de pomme de terre résistantes en rotation avec des plantes non-hôtes tant du TRV que de ses vecteurs. Ainsi, en offrant aux nématodes une culture (variété de pomme de terre résistante ou une plante herbacée non-hôte au TRV) qui ne supporte pas le développement de TRV, la charge du virus en sera diminuée et les nouvelles générations de nématodes ne seront pas exposées. De la même manière, en implantant une culture qui n'est pas un hôte des nématodes, la population de nématodes diminuera au fil du temps jusqu'à la disparition complète réduisant ainsi les risques de transmission du TRV.

Semences. L'implantation d'une culture de pomme de terre devrait se faire uniquement en choisissant des semences certifiées libres de virus du TRV et constitue une première mesure de prévention. En minimisant les chances d'introduction du virus du TRV dans un champ, de concert avec une capacité de déplacement limitée des nématodes, les zones pouvant être infectées sont ainsi restreintes.

Fumigation. C'est l'un des outils le plus utiliser pour le contrôle des nématodes, mais cette méthode est non-spécifique et peut avoir des effets indésirables sur les autres organismes vivants dans le sol, la santé humaine et l'environnement et engendre des coûts élevés pour son application en champs. De plus, comme la répartition des nématodes dans un champ est très hétérogène et agrégée, l'application de nématicides à des foyers d'infestation localisés peut s'avérer peu pratique bien qu'une réduction de 30% des nématodes peut être observée avec cette technique.

Biofumigation. C'est l'utilisation des résidus de culture (ex. crucifères) qui dégagent des composés volatiles toxiques pour certains organismes du sol dont les nématodes. Une étude publiée en 2022 a démontré un effet positif de la biofumigation sur la diminution des populations de nématodes en champ, mais le plein potentiel de cette technique peut s'échelonner sur plusieurs années consécutives de biofumigation et est tributaire des conditions environnementales afin de favoriser le relâchement des composés volatiles dans la zone racinaire. De façon similaire, une autre étude avait montré que l'épandage de fumier de poule (3 t/ha) pouvait réduire la population des nématodes dans le sol et ce en raison des acides gras volatiles relâchés par le fumier, en particulier l'acide butyrique. Les auteurs notent tout de même que l'impact des composés volatiles sont de courtes durées.

Nécrose annulaire de la pomme de terre

Contrôle des réservoirs

La gestion efficace du TRV implique une attention particulière au contrôle des mauvaises herbes. Les mauvaises herbes peuvent servir de réservoirs potentiels pour les nématodes vecteurs du TRV, augmentant ainsi le risque de propagation du virus. Adopter des pratiques de désherbage appropriées, telles que le désherbage manuel ou l'utilisation de techniques de désherbage mécanique, contribue à réduire l'habitat propice aux nématodes. Toutefois, selon une publication datant de 1973, une gestion intense des mauvaises herbes augmenterait la sévérité de la maladie dans les tubercules de pommes de terre, suggérant que les nématodes ont une préférence pour les plantes herbacées comparativement aux pommes de terre. L'intégration de ces mesures dans les stratégies de gestion globale peut contribuer à protéger les cultures de tabac contre les ravages du TRV.

Références consultées

1. Ayala A, Allen MW, 1968. Transmission of the California tobacco rattle virus, CTRV, by three species of the nematode genus *Trichodorus*. *Journal of Agriculture, University of Puerto Rico*, 52:101-125
2. Barchend G, Heidel W, 1985. Studies on the occurrence and virus aetiology of internal rust of potatoes in the GDR. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*, 39(5):109-111
3. Brown DJF, Robertson WM, Neilson R, Bem F, Robinson DJ, 1996. Characterization and vector relation of a serologically distinct isolate of tobacco rattle tobnavirus (TRV) transmitted by *Trichodorus similis* in northern Greece. *European Journal of Plant Pathology*, 102(1):61-68; 27
4. Cooper JI, Harrison BD, 1973. The role of weed hosts and the distribution and activity of vector nematodes in the ecology of tobacco rattle virus. *Annals of Applied Biology*, 73(1):53-66
5. Carlsson H, 1986. Spraing in potato varieties. *Vaxtskyddsnotiser*, 50(4/5):103-104
6. Cabi compendium.54208, CABI Compendium (2022). doi:10.1079/cabicompendium.54208, CABI International, Tobacco rattle virus (spraing of potato).
7. Ciskowska E, 1992. Disease symptoms caused by tobacco rattle virus (TRV) on potato tubers and another types of potato spotting. Review. *Biuletyn Instytutu Ziemiaka*, No. 41:45-56; 30.
8. Chen D, Zebarth BJ, Goyer C, Comeau LP, Nahar K, Dixon T. Effect of Biofumigation on Population Densities of *Pratylenchus* spp. and *Verticillium* spp. and Potato Yield in Eastern Canada. *Am J Potato Res.* 2022;99(3):229-242. doi: 10.1007/s12230-022-09875-2. Epub 2022 Apr 13. PMID: 35437344; PMCID: PMC9007048.
9. Cooper, J. I. and Harrison, B. D. 1973. The role of weed hosts and the distribution and activity of vector nematodes in the ecology of tobacco rattle virus. *Annals of Applied Biology* 73:53-66, available at: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1973.tb01309.x>
10. Davis J R, Allen T C, 1975. Weed hosts of the tobacco rattle virus in Idaho. *American Potato Journal*. 52 (1), 1-8. DOI:10.1007/BF02852099
11. Garbaczewska, G., Otulak, K., Chouda, M. et al. Ultrastructural studies of plasmodesmatal and vascular translocation of tobacco rattle virus (TRV) in tobacco and potato. *Acta Physiol Plant* 34, 1229-1238 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11738-012-0960-8>
12. Gripwall E, 1986. The effect of different preceding crops on the incidence of spraing in potatoes. *Vaxtskyddsnotiser*, 50(4/5):94-96
13. Hafez, S.L., and Sundararaj, P. 2009. Management of corky ringspot disease of potatoes in the Pacific Northwest. University of Idaho Extension. CIS:1162
14. King BA, Taberna JP Jr (2013) Site-Specific management of *Meloidogyne chitwoodi* in Idaho potatoes using 1,3-Dichloropropene; approach, experiences, and economics. *J Nematol* 45:202-213
15. Kawchuk LM, Lynch DR, Leggett FL, Howard RJ, McDonald JG, 1997. Detection and characterization of a Canadian tobacco rattle virus isolate using a PCR-based assay. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 19(1):101-105; 23 ref.
16. Kalischuk, M., Lynn, J., Kawchuk, L., 2016. First report of Potato mop-top virus infecting potatoes in Alberta. *Plant Disease*, 100(12) 2544.
17. Langels E, 1994. Fallowing in potato rotations. *Kartoffelbau*, 45(3):129-130
18. Lockhart BE, Mason SL, 2010. First report of Tobacco rattle virus in *Sedum* in Minnesota. *Plant Disease*, 94(3):374. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis>

Nécrose annulaire de la pomme de terre

1. Sol, H.H., van Heuven, J.C. & Seinhorst, J.W. Transmission of rattle virus and *Atropa belladonna* mosaic virus by nematodes. *Tijdschrift Over Plantenziekten* 66, 228–231 (1960). <https://doi.org/10.1007/BF01987253>
2. Pelsmaeker M, Coomans A, Coolen W, Meyer P, Saverwynsn A, Meyer P, 1985. Les nematodes de la famille des Trichodoridae dans les cultures des plants de pommes de terre en Flandre occidentale en Flandre orientale (1978-1984). *Revue de l'Agriculture*, 38:633-638.
3. Pelsmpker M de, Coomans A, 1986. Virus vector nematodes in potato fields. *Parasitica*, 42(1):11-16
4. Ploeg AT, Decraemer W, 1997. The occurrence and distribution of trichodorid nematodes and their associated tobnaviruses in Europe and the former Soviet Union. *Nematologica*, 43(2):228-251; 10 pp.
5. Ploeg AT, Brown DJF, Robinson DJ, 1992. The association between species of Trichodorus and Paratrichodorus vector nematodes and serotypes of tobacco rattle tobnavirus. *Annals of Applied Biology*, 121(3):619-630
6. Ploeg AT, Robinson DJ, Brown DJF, 1993. RNA-2 of tobacco rattle virus encodes the determinants of transmissibility by trichodorid vector nematodes. *Journal of General Virology*, 74(7):1463-1466
7. Quick RA, Cimrhakl L, Mojtahedi H, Sathuvalli V, Feldman MJ, Brown CR. Elimination of Tobacco rattle virus from viruliferous Paratrichodorus allius in greenhouse pot experiments through cultivation of castle russet. *J Nematol.* 2020;52:1-10. doi: 10.21307/jofnem-2020-011. PMID: 32193908; PMCID: PMC7265893.
8. Mojtahedi, H., Boydston, R.A., Thomas, P.E. et al. Weed hosts of Paratrichodorus allius and tobacco rattle virus in the Pacific Northwest. *Am. J. Pot Res* 80, 379–385 (2003). <https://doi.org/10.1007/BF02854249>
9. Yellareddygar, S.K.R., Brown, C.R., Whitworth, J.L., Quick, R.A., Hamlin, L.L., and Gudmestad, N.C. 2018. Assessing potato cultivar sensitivity to tuber necrosis caused by Tobacco rattle virus. *Plant Disease*. 102:1376-1385.
10. Yellareddygar, S.K.R., Whitworth, J.L., and Gudmestad, N.C. 2018. Assessing potato cultivar sensitivity to tuber necrosis caused by Potato mop-top virus. *Plant Disease*. 102:1148-1153.
11. Robinson DJ, Dale MFB, 1994. Susceptibility, resistance and tolerance of potato cultivars to tobacco rattle virus infection and spraing disease. *Aspects of Applied Biology*, 39:61-66
12. Robinson, D., Dale, M. & Todd, D. Factors affecting the development of disease symptoms in potatoes infected by Tobacco rattle virus. *European Journal of Plant Pathology* 110, 921–928 (2004). <https://doi.org/10.1007/s10658-004-8950-3>
13. Ryden K, Sandgren M, Hurtado S, 1994. Development during storage of spraing symptoms in potato tubers infected with tobacco rattle virus. *Potato Research*, 37(1):99-102
14. van Hoof HA, 1975. The effect of temperature on the transmission of tobacco rattle virus in tulips by Trichodorus, using the "bait-leaf" method. *Nematologica*, 21:104-108.
15. Weingartner DP, Shumaker JR, Smart GC Jr, 1983. Why soil fumigation fails to control potato corky ringspot disease in Florida. *Plant Disease*, 67(2):130-134
16. Williams RE, Ingham RE, Rykbost KA, 1996. Control of corky ring-spot disease in potatoes with telone in the Pacific Northwest: 1990-1994. *Down to Earth (Midland)*, 51(1):25-29; 12 ref.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le consortium de recherche de pomme de terre du Québec pour le financement de ce projet, de nous avoir donné l'accès aux champs de pomme de terre et d'avoir fourni les semences pour les tests de sensibilités des semences de pomme de terre au TRV. Un grand merci aussi au programme AgriScience et Agriculture et agroalimentaire Canada pour le soutien à la recherche.



Agriculture and
Agri-Food Canada

Courriel: [mamadolamine.fall@agr.g.ca](mailto:mamadoulamine.fall@agr.g.ca)

© **F**all
auteurs: Pierre Lemoyne et
Mamadou L. Fall

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