



Les nématodes en production de pomme de terre

Des parasites réglementés

Presque tous les nématodes sur pomme de terre font partie des organismes nuisibles de quarantaine selon la définition FAO 1995 (FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies) : organisme nuisible à importance économique potentielle pour une zone menacée et qui n'est pas encore présent, ou présent dans la zone, mais non disséminé et soumis obligatoirement à une lutte officielle. Aujourd'hui le terme «organisme de lutte obligatoire» est préféré à celui d'«organisme de quarantaine».



Les différentes espèces de nématodes recensées sur pomme de terre

Les nématodes sur pomme de terre	Spécifiques	Non spécifiques	France
<i>Globodera rostochiensis</i> (Nématode doré de la pomme de terre)	X		P
<i>Globodera pallida</i> (Nématode à kyste blanc de la pomme de terre)	X		P
<i>Meloïdogyne spp.</i> (Nématodes à galles) <i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i> <i>M. hapla</i> <i>M. chitwoodi</i> <i>M. fallax</i>		X X X	P A P* P*
<i>Ditylenchus</i> (Nématodes des tiges) <i>D. destructor</i> <i>D. dipsaci</i>		X X	A A
<i>Pratylenchus spp.</i>		X	A
<i>Trichodorus spp.</i> <i>Paratrichodorus spp.</i>		X X	A A

M. incognita, *M. arenaria*, *M. hapla*, *D. Dipsaci*, *Pratylenchus* : ne sont pas classés en organismes de lutte obligatoire

spp. : species (plusieurs espèces)

P = Présence

A = Absence en pomme de terre

*détection en 2008 dans deux parcelles dans l'Aisne, *M. chitwoodi* retrouvé en 2010 dans une parcelle de Gironde



Kystes de *Globodera rostochiensis*

Classement des nématodes

Nématodes parasites des racines

Mobiles à tous les stades : *Pratylenchus*, *Trichodorus*

Sédentaires : *Meloïdogyne spp.*, *Globodera spp.*

Nématodes parasites des tiges et tubercules

Ditylenchus dipsaci, *Ditylenchus destructor*

Un nématode sédentaire se caractérise par un stade de développement se fixant à la plante en un site nourricier puis se transforme en un kyste (*Globodera*) ou galle (*Meloïdogyne*), libérés dans le sol.

Description des nématodes

Les nématodes sont des vers ronds, non segmentés comme un ver de terre. De nombreuses espèces, invisibles à l'œil nu (< 1 mm de long), appelées « anguillules » vivent dans le sol et s'attaquent aux plantes .

Ces nématodes phytophages sont caractérisés par un stylet, sorte d'aiguille, permettant à l'animal de se nourrir des cellules de la plante.

Chez certaines espèces, seul le stade sédentaire, femelle se transformant en kyste ou galle, est repérable à l'œil sur les racines et tubercules.

Mais seul un laboratoire spécialisé pourra déterminer l'espèce et le niveau de population pour estimer le risque.

Les nématodes du genre *Globodera* se repèrent par des petites boules de 0,5 à 1 mm de diamètre, accrochées aux racines. Elles apparaissent dès le mois de juin.

Ces boules sont en fait les femelles du nématode qui changent de couleur selon leur âge.

Chez *G. rostochiensis*, ces boules passent du blanc au jaune doré avant de se transformer en un kyste brun rouge. Chez *G. pallida* ce « stade jaune doré » n'existe pas.

Pour les *Meloïdogynes*, selon les espèces, les racines et tubercules présentent des boursouffures appelées galles, de taille plus importante que les kystes.



Nuisibilité selon les espèces

Nématode	Localisation	Symptômes	Dégâts		Transmission de virus
			Rendement	Tubercules	
<i>Globodera rostochiensis</i> <i>Globodera pallida</i>	Sol : kystes Racines : larves et petites boules sur les racines	Foyer de végétation chétive. Chevelu racinaire dense. Plantes avec parfois feuilles réduites et décolorées	Perte pouvant atteindre 50 %	Petits tubercules	NON
<i>Meloïdogyne hapla</i> <i>Meloïdogyne chitwoodi</i>	Racines et tubercules	Plantes chétives Galles sur les racines Boursoufflures sur tubercules de tissus brunâtres	Perte de rendement	Déformation des tubercules	NON
<i>Ditylenchus dipsaci</i> <i>Ditylenchus destructor</i>	Tiges tubercules	Plantes chétives Renflement des tiges Pas de symptômes aériens	Perte de rendement	Pustules et nécroses Nécroses brunâtres	NON
<i>Pratylenchus</i>	Racines	Foyer de plantes chétives et décolorées Lésions brunes à noires des racines	Perte de rendement	Petits tubercules Taches et pustules	NON
<i>Trichodorus</i>	Racines	Chevelu racinaire	Perte de rendement		Virus du Rattle responsable de nécrose annulaire du tubercule

Cycle biologique de *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*

(ARVALIS - Institut du végétal (dessin P. Taupin))

Avant plantation	Germination	Levée	Développement végétation	Sol couvert	Floraison	Végétation stabilisée grossissement tubercules	Jaunissement (semence)	Récolte

- ① Kyste contenant de 200 à 1000 œufs. Chaque œuf renferme une larve L1 qui mue rapidement pour donner une larve de 2^{ème} stade pour passer l'hiver.
- ② Libération de larves L2 se déplaçant jusqu'à 20 cm attiré par les racines.
- ③ Pénétration dans les racines des larves L2.
- ④ Transformation des larves (L3 puis L4) pour donner des adultes ♂ et ♀
- ⑤ Renflement des ♀ fixées aux racines et libération des ♂ filiformes.
- ⑥ Femelle morte transformée en kyste contenant des œufs avec des larves vivantes.

Mâle filiforme 1 mm de long
Kyste 0,3-0,9 mm de diamètre
Larves L2 0,44-0,47 mm de long

Les deux espèces *G.rostochiensis* et *pallida* sont des parasites spécifiques des plantes de la famille de Solanacées. Originaires du Pérou, elles auraient été introduites vers 1845 avec des tubercules collectés pour leur résistance supposée au mildiou. Elles sont présentes aujourd'hui dans le monde entier.

Les exsudats des racines de solanacées provoquent une éclosion des larves situées dans les kystes. Les larves de 2^{ème} stade pénètrent dans les racines puis se développent pour donner des adultes après la mue du quatrième stade. Les mâles filiformes fécondent les femelles qui deviennent très grosses et font éclater l'épiderme, apparaissant alors sur les racines sous forme de petites boules. Ces femelles renflées contiennent plusieurs centaines d'œufs. Le cycle est de l'ordre de 4 semaines à la température favorable de 20°C. Les femelles meurent leurs parois brunissent et durcissent pour donner des kystes qui se détachent alors des racines. Le kyste est un organe de résistance car il contient les œufs pouvant rester viables pendant plusieurs années.

Classement des races de nématodes à kystes

Les spécialistes des nématodes caractérisent une plante résistante par sa non capacité à multiplier le nématode. Le terme de plante sensible qui lui est opposé caractérise, à l'inverse, la capacité à multiplier le pathogène. Mais dans le langage courant, lorsque l'on parle de plante sensible, on pense en premier à une plante affectée. Pour éviter toute ambiguïté, il est conseillé d'employer le terme de plante non résistante pour caractériser sa capacité à multiplier le nématode. Les termes de plante sensible et à l'inverse, plante tolérante, sont à réserver pour caractériser l'état de la plante vis-à-vis d'une attaque du nématode. Une plante peut être caractérisée, par exemple, comme résistante et sensible ; la plante est très affectée par le nématode qui pénètre dans celle-ci sans toutefois pouvoir y dérouler son cycle de reproduction. En 1989, un groupe de l'OEPP (Organisation Européenne de Protection des Plantes) a établi un classement des races de nématodes à kystes de la pomme de terre par rapport à la résistance des plantes. Le groupe a défini une échelle de résistance de 2 à 9 (2 = multiplication analogue à une variété témoin non résistante ; 9 = variété totalement résistante, aucune multiplication). L'échelle commence à 2 car une nouvelle variété pourrait être encore plus multiplicatrice que le témoin actuel. Cette échelle est plus précise que l'utilisation des sigles « R » pour résistante et (R) pour non résistante encore employés.

Le groupe de travail de l'OEPP a classé les races de nématodes selon leur virulence (= résistance) sur les variétés de pomme de terre. *Globodera rostochiensis* présente 2 pathotypes Ro 1-4 et Ro 2-3-5. Ro 1-4 regroupe 2 races 1 et 4 qui ne se distinguent pas morphologiquement et qui répondent de la même façon à la résistance, c'est-à-dire qu'elles ne se multiplient pas sur des pommes de terre ayant le gène de résistance H1. Le pathotype Ro 2-3-5 regroupe 3 races 2-3-5, qui ne se distinguent pas morphologiquement, caractérisées à l'inverse de Ro 1-4 par leur multiplication sur des pommes de terre ayant le gène de résistance H1. Pour *Globodera pallida*, il existe 3 races regroupées en 2 pathotypes Pa 1 et Pa 2-3. Pa 1 est caractérisé par sa non multiplication sur tout matériel végétal possédant le gène H2 (Pa 1 = avirulent pour H2). Pa 2-3 pathotype caractérisé à l'inverse par sa multiplication sur tout matériel végétal possédant le gène H2 (Pa 2-3 virulent pour H2).

Cycle des Meloïdogynes Nématodes des galles

Leur cycle est semblable à celui des nématodes à kystes, mais le développement est plus rapide. Il peut y avoir plusieurs cycles par culture. La femelle ne forme pas de kyste mais provoque un renflement, appelé galle, sur la plante (racine ou tubercule). Elle ne conserve pas ses œufs à l'intérieur de son corps mais les émet à l'extérieur de la galle dans une gangue gélatineuse. Cette masse d'œufs n'est pas protégée dans un kyste. Après hivernage, contrairement au kyste, les larves meurent en absence de plantes hôtes. Les Meloïdogynes sont polyphages. L'espèce *M. chitwoodi* a été découverte seulement en 1980 aux Etats-Unis, confondu auparavant avec *M. hapla*. L'espèce est présente en Europe. En France, un premier foyer a été trouvé sur pomme de terre dans la région de Perpignan dans les années 1996. Cette population a disparu sans pouvoir en donner l'explication. En 2008, *M. chitwoodi* a été retrouvé dans le département de l'Aisne dans deux exploitations spécialisées dans la culture de salsifis, pommes de terre, carottes, ainsi qu'en 2010 dans une parcelle d'Aquitaine. *M. fallax* a été découverte aux Pays-Bas en 1996 et trouvé cette même année en France sur tomates en serres en Bretagne (22). L'espèce a été retrouvée avec *M. chitwoodi* en 2008, dans le foyer de l'Aisne.



Attaques de nématodes

Traitement de sol contre les nématodes mai 2012 (extrait dépliant protection pomme de terre Arvalis)

Spécialité commerciale (SC)	Firme	Substance active	concentration	Dose de SC /ha
Pulvérisation en plein avant plantation avec incorporation au sol soumise à dérogation annuelle				
DD92	Certis	dichloropropène	1113 g/l	170 l
DORLONE 2000= TELONE 2000	Dow AgroSciences	dichloropropène	1179 g/l	170 l
Epanchage de granulés en plein avant plantation avec incorporation au sol				
NEMATHORIN 10G	Syngenta Agro	fosthiazate	10 %	30 kg
Epanchage de granulés dans la raie de plantation (application en plein avant plantation non autorisée)				
VYDATE 10 G	Dupont Solutions	oxamyl	10 %	20 kg

 Efficacité satisfaisante

Risque de contamination d'une parcelle par les nématodes à kystes

- Rotation avec retour de pomme de terre < 3 ans
- Transport de terre (récupérée par les producteurs après brossage des tubercules chez le négociant) et outils contaminés
- Plants infectés
- Repousses de pommes de terre
- Plantes sauvages de la famille des solanacées (morelle noire, douce amère...)
- Utilisation de variétés de pomme de terre sensibles aux nématodes telle que Bintje, Désirée...

Contexte réglementaire

Une nouvelle directive européenne (2007/33/CE du 11 juin 2007) entrée en vigueur le 1er juillet 2010 a pour but d'empêcher la dissémination des nématodes à kystes au sein de l'Union Européenne, sans rechercher à les éradiquer car ils sont présents dans bon nombre de régions. Cette directive a été transcrite en droit français dans un nouvel arrêté du 28 juin 2010 relatif à la lutte contre *Globodera pallida* (Stone) et *Globodera rostochiensis* (Wollenberg), nématodes à kystes de la pomme de terre. (1^{er} juillet 2010 Journal officiel de la République Française texte 45 sur 111) Cet arrêté abroge l'arrêté précédent du 19 juillet 2000 relatif à ces nématodes. D'après cet arrêté du 28 juin, la lutte contre les nématodes à kystes est obligatoire. Elle a pour but :

- de les localiser et de déterminer leur extension,
- de les combattre en vue de leur éradication,
- de prévenir leur propagation.

Ce document ne détaille pas les 17 articles de l'arrêté mais explique certains d'entre eux concernant les mesures de lutte fixées.

En parcelle de production de plants, l'absence de ces nématodes est obligatoire. En cas de détection accidentelle, la production ne peut être destinée à la plantation. Après décontamination (brossage, lavage dans une usine de transformation ou de triage autorisée) et après avis du service régional chargé de la protection des végétaux, les tubercules

peuvent être utilisés en consommation ou pour la transformation industrielle. La parcelle contaminée s'assainit en quelques années en l'absence de plantes hôtes. De toutes façons, les producteurs de plants s'imposent une rotation de 6-7 ans. En parcelles de consommation, la parcelle qui est déclarée officiellement contaminée garde ce statut pour une durée de 6 ans pendant laquelle toute production de pomme de terre est interdite. Si des mesures prophylactiques sont mises en œuvre, cette durée sans pomme de terre peut-être ramenée à 3 ans. Les mesures prophylactiques sont :

- utilisation de variétés résistantes ou,
- plantation d'une pomme de terre en tant que plante piège, détruite avant la maturité des kystes (destruction au plus tard 40 jours après plantation) ou,
- désinfection du sol avant plantation.

Piqûres de nématodes à kystes



Récapitulatif arrêté Globodera du 28 juin 2010 pour la pomme de terre de consommation

Année N : si parcelle contaminée Globodera (exemple récolte 2012 contaminée)

Années N + 1, 2, 3, 4, 5, 6 Pas de pomme de terre (jusqu'à fin 2018)

Printemps N + 7 : analyse nématologique obligatoire pour la levée d'interdiction de plantation de pomme de terre :

Résultat négatif : plantation pomme de terre (toutes variétés)

Résultat positif : reconduction de l'interdiction de plantation pendant 3 ans, soit jusqu'à fin N+9 (fin 2021)

Dérogation possible pour plantation en années : N + 4 ou N + 5 ou N + 6

- Sur avis du SRAL (si analyse nématologique négative avant la plantation) et,

- Si mesures prophylactiques réalisées :

> désinfection du sol avant plantation (par méthode officiellement validée) et possibilité de planter une variété sensible ou,

> implantation d'une variété résistante (tel que défini dans l'arrêté du 28 juin 2010) ou,

> implantation d'une variété "primeur" (dont la récolte des pommes de terre aura lieu avant la maturité des femelles de nématodes)

Exemple

Au printemps N + 4 (année 2016), je décide de planter une pomme de terre :

- analyse nématologique obligatoire avant plantation :

résultat négatif : interdiction de plantation levée par le SRAL

autorisation d'implanter une pomme de terre résistante ou de désinfecter le sol avant de planter une variété sensible ou d'implanter une variété primeur

résultat positif : reconduction de l'interdiction de plantation pendant 3 ans (N+4, N+5, N+6), soit jusqu'à fin N+6 (fin 2018)

(équivalent à la situation de départ récolte année N contaminée et interdiction de plantation pendant 6 ans, jusqu'à fin 2018)

Exemple

Au printemps N + 5 je décide de planter une pomme de terre (et pas de pomme de terre en année N + 4):

- analyse nématologique obligatoire avant plantation :

résultat négatif : interdiction de plantation levée par le SRAL

résultat positif : reconduction de l'interdiction de plantation pendant 3 ans (N+5, N+6, N+7) soit jusqu'à fin N+7 (fin 2019)

Exemple

Au printemps N + 6 je décide de planter une pomme de terre (et pas de pomme de terre en années N + 4 et N + 5):

- analyse nématologique obligatoire avant plantation :

résultat négatif : interdiction de plantation levée par le SRAL

résultat positif : reconduction de l'interdiction de plantation pendant 3 ans (N + 6, N + 7, N + 8) soit jusqu'à fin N + 8 (fin 2020)

Pour connaître les variétés résistantes : consulter le catalogue 2012 GNIS, FN3PT, ARVALIS - Institut du végétal Variétés de pomme de terre produites en France page 54 à 65

L'auteur remercie Sophie Szilvasi, Expert Référent national pomme de terre DGAL – SDQPV (DRAAF-SRAL/PV Nord Pas-de-Calais 59 Lille) et Ludovic Dubois DRAAF-SRAL Nord Pas de Calais 62 Loos-en-Gohelle.

Pour plus d'informations :

www.arvalis-infos.fr

Pierre Taupin

p.taupin@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS
Institut du végétal

3, rue Joseph et Marie Hackin 75 116 Paris