

NEMATOOLS

COMBATTRE LES NÉMATODES

Le projet Nematools a permis d'acquérir des connaissances précieuses et de développer de nouveaux outils ainsi que des moyens de prévention et de lutte pour réduire les populations de nématodes et limiter leur dissémination.



Le projet Nematools a notamment permis le criblage d'espèces végétales capables de réduire les niveaux d'infestation de sols contaminés par *Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax*.

Les nématodes phytoparasites à kyste, *Globodera pallida* et *G. rostochiensis* ainsi que les espèces à galles, *Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax*, constituent des menaces sérieuses pour les cultures, dont la pomme de terre. Ils sont classés comme organismes de quarantaine au niveau de l'Union

européenne (règlement Santé des végétaux 2016/2031) et, à ce titre, font l'objet de mesures de lutte obligatoire et de mesures de gestion spécifiques en cas de découverte de foyers.

Les incidences économiques liées à la présence de ces pathogènes peuvent être très importantes. L'enjeu majeur est donc de renforcer les méthodes prophylactiques visant à éviter l'introduction et la dissémination de ces ravageurs sur le territoire, dans un contexte de recours aux traitements nématicides de plus en plus limité.

C'est pour répondre à cet enjeu que le projet Nematools lauréat d'un financement Casdar (voir encadré ci-dessous) a été conduit sur la période 2014-2018. Parmi ses nombreux résultats, un certain nombre a débouché sur des informations utiles et des avancées concrètes pour la filière, listées ci-après.

DÉVELOPPEMENT DE TROIS OUTILS MOLÉCULAIRES PERFORMANTS

Plusieurs outils moléculaires PCR temps réel permettant la détection des espèces à galles *Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax* dans des extraits de sol ont été développés. Le premier est un outil SYBRgreen qui cible les deux espèces sans les différencier et qui pourrait être préconisé pour déterminer le statut des échantillons (positif ou négatif). Deux autres outils PCR temps réel TaqMan spécifiques de chacune des deux espèces ont également été créés. La caractérisation de ces trois outils selon le protocole PM7/98 (EPPO 2014) a montré qu'ils sont aussi performants que ceux préconisés dans la méthode officielle.

IDENTIFICATION DE FACTEURS DE RISQUE DE DISSÉMINATION DES KYSTES

Deux méthodologies ont été utilisées pour analyser le risque de dissémination de kystes de nématodes liée aux pratiques agricoles. La première est une méthode directe qui s'est attachée, lors de chantiers d'arrachage, à dénombrer les kystes (*Heterodera* sp.) présents dans des échantillons de sol prélevés sur la parcelle, au niveau des zones d'accumulation de terre sur les arracheuses et au niveau des déterreurs. Des kystes ont été détectés dans 100 % des échantillons analysés, y compris dans ceux prélevés sur une arracheuse en entrée d'une parcelle distante de 7,5 km

ZOOM / Le projet Nematools

Nematools, lauréat d'un financement Casdar, a été conduit sur la période 2014-2018. Ce projet de recherche intitulé "Développement d'outils pour la maîtrise durable du risque nématodes en plant de pomme de terre et cultures en rotation" était soutenu par l'UMT InnoPlant et associait la FN3PT (ITA porteur du projet), l'Inrae (UMRs Igepp, Sad-APT et Isa) et l'Anses-LSV-Unité de nématologie. Les trois OP ainsi que plusieurs acteurs du secteur industriel ont également activement contribué à la réalisation du projet.

Le projet se déclinait en cinq actions qui devaient répondre à deux grands objectifs :

- Développer de **nouveaux outils de détection et quantification** de ces bioagresseurs adaptés aux matrices complexes (plantes, sols, effluents...), afin notamment de mieux **évaluer les risques de dissémination** des nématodes liés aux process agricoles et industriels;
- Élaborer de **nouvelles techniques** de maîtrise de ces risques depuis l'évaluation de l'efficacité nématicide de procédés tels que le compostage, le lagunage, la méthanisation, la chloration et le traitement thermique jusqu'à l'étude de nouveaux moyens de lutte, incluant l'utilisation de ressources génétiques et d'espèces végétales comme plantes de coupure.

→ <https://dx.doi.org/10.15454/t739-bg56>

EFFICACITÉ DE CINQ PROCÉDÉS DE DÉSINFECTION CONTRE DES NÉMATODES PHYTOPARASITES

Traitements	Modalités testées	Espèces nématodes / stade	Efficacité du traitement (%)
Chloration	740 ppm de chlore actif - 4 heures 5 effluents x 4 répétitions	<i>G. pallida</i> : 400 larves/répétition	100 % pour 4 effluents 98 % pour 1 effluent
	600 ppm de chlore actif - 16 heures 2 effluents x 4 répétitions	<i>G. pallida</i> : 400 larves/répétition	100 %
Thermique	≥ 60 °C - 3 min	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes	100 %
	60 °C - 3 min	<i>G. pallida</i> / <i>G. rostochiensis</i> : 30 kystes	100 %
		<i>M. chitwoodi</i> / <i>M. fallax</i> : 30 masses d'œufs	100 %
	55 °C - 15 min	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes	100 %
	50 °C - 30 min	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes	100 %
		<i>G. pallida</i> / <i>G. rostochiensis</i> : 30 kystes	100 %
		<i>M. chitwoodi</i> / <i>M. fallax</i> : 30 masses d'œufs	100 %
	50 °C - 15 min	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes	99,40 %
	45 °C - 60 min	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes	40 %
45 °C - 30 min	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes	22,20 %	
45 °C ≥ 2 jours	<i>G. pallida</i> / <i>G. rostochiensis</i> : 30 kystes	100 %	
Compostage	Série 1 : 4 casiers, 2 dates de tests - 3 niveaux de profondeur : surface, milieu, fond - Durée de compostage : 74 à 125 jours - Plage de températures : 16 à 78,5 °C	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	100 %
	Série 2 : 4 casiers, 2 dates de tests - 1 niveau de profondeur : surface - Durée de compostage : 12 à 42 jours - Plage de températures : 14 à 83,5 °C	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	100 %
Méthanisation	Site 1 : pilotes de méthanisation (11 litres), t = 38 °C - Déchet de restauration collective - 28 jours - 2 tests - Lisier de bovin + ensilage de maïs - 129 jours - 3 tests	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	100 %
	Site 2 : digesteurs de 20 m³, t = 38 °C - Lisier de porc - 4 jours, 1 et 2 semaines - Lisier de porc - 14, 24 et 48 heures	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	100 %
Lagunage	Site 1, essai 1 : mise en place juillet - Durées traitement = 5, 13, 24 et 36 semaines - 3 niveaux de profondeur : surface, milieu, fond	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	Efficacité moy. selon les durées : 99,34 - 99,94 - 99,98 - 100 %
	Site 1, essai 2 : mise en place novembre - Durées de traitement = 6, 8, 12, 16 et 20 semaines - 2 niveaux de profondeur : surface, fond	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	Efficacité moy. selon les durées : 80,1 - 94,3 - 96 - 98,6 - 99,6 %
	Site 2 : mise en place décembre - Durées de traitement = 1, 2, 4, 8 et 16 semaines - 3 niveaux de profondeur : surface, milieu, fond	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	Efficacité moy. selon les durées : 6,5 - 0,6 - 5,7 - 12,1 - 4,3 %
	Site 3 : mise en place février - Durée de traitement = 4, 8, 13, 16, 20 et 24 semaines - 3 niveaux de profondeur : surface, milieu, fond	<i>G. tabacum</i> : 30 kystes/modalité	Efficacité moy. selon les durées : 35,6 - 92,8 - 98,8 - 100 - 99,99 - 100 %

du chantier d'arrachage précédent. Ces résultats valident le transport passif et le risque de dissémination des kystes par les arracheuses.

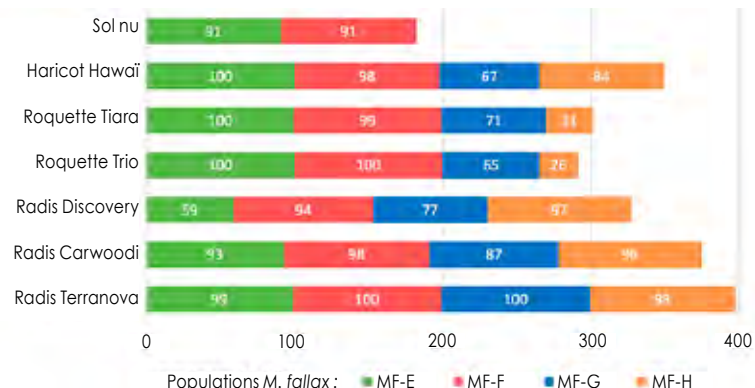
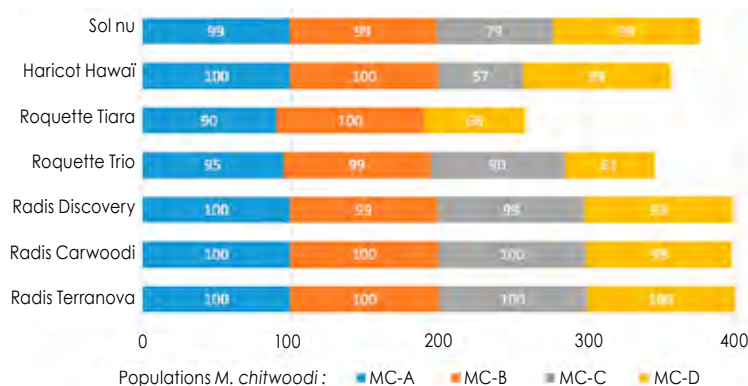
La deuxième méthodologie s'est appuyée sur les résultats d'entretiens menés auprès d'agriculteurs et de conseillers agricoles qui ont permis

de définir différentes stratégies de gestion du matériel agricole et de leur attribuer des niveaux de risque (faible, médian et fort). Un modèle conceptuel a été élaboré et a montré sur une simulation de dix ans de cultures prenant en compte différents paramètres comme le niveau

de risques liés au matériel agricole, la durée de rotation et le nettoyage ou pas du matériel agricole, qu'un allongement des rotations et un nettoyage des arracheuses permettaient de limiter les contaminations des parcelles par les nématodes à kyste.



EFFICACITÉ (EN %) DE PLANTES DE SERVICES À RÉDUIRE LE NIVEAU D'INFESTATION DE SOLS CONTAMINÉS PAR MELOIDOGYNE CHITWOODI

 (gauche) **ET M. FALLAX** (droite)


Certains hybrides et cultivars de radis fourragers, de roquette ou de haricot réduisent les niveaux d'infestation des sols jusqu'à 100 %."

EFFICACITÉ NÉMATOCIDE DE CINQ PROCÉDÉS DE DÉSINFECTATION

Des essais d'efficacité nématocide de divers procédés ont été menés : sur des sites industriels pour les procédés de compostage et de lagunage, sur deux plates-formes expérimentales pour la méthanisation et dans un laboratoire confiné (niveau 2) pour les procédés thermique et de chloration. Le modèle biologique choisi était le kyste, forme du nématode la plus résistante, de l'espèce non réglementée *Globodera tabacum*. L'efficacité des procédés thermique et de chloration a aussi été testée au laboratoire sur les espèces à kyste et à galles réglementées. Les modalités et les résultats sont présentés dans le tableau de la page précédente. Les résultats obtenus sont spécifiques aux conditions expérimentales dans lesquelles les tests ont été conduits et ne peuvent être généralisés sans une validation préalable dans les conditions d'utilisation. Les protocoles expérimentaux développés dans le cadre de ces expérimentations ainsi que les résultats obtenus ont été synthétisés sous forme de fiches qui sont intégrées dans un outil d'analyse de risques interactif.

DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'ANALYSE DE RISQUES INTERACTIF

Concernant la dissémination des nématodes liée aux pratiques industrielles et de laboratoires, des visites effectuées sur quatre sites industriels et les résultats d'une enquête déployée auprès des laboratoires et stations expérimentales ont permis de caractériser les phases critiques de différents process de traitement des déchets. Ce travail, associé à celui sur l'évaluation de l'efficacité de modes de désinfection, a abouti à la production d'un outil d'analyse de risques interactif qui sera hébergé sur le site de l'UMT InnoPlant (www.umd-innoplant.fr). Cet outil a vocation à guider chacun sur les mesures de gestion appropriées selon les phases de risque rencontrées.

RÉDUIRE LES NIVEAUX D'INFESTATION DE SOLS

Le criblage de géotypes et espèces végétales capables de réduire les niveaux d'infestation de sols contaminés par *Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax* a été réalisé en serre confinée. Il a porté d'une part, sur 11 géotypes issus des sources *Solanum schenckii* et *Solanum sparsipilum* pour leur résistance à *M. chitwoodi* et *M. fallax* respectivement, et d'autre part, sur

sept espèces végétales (12 cultivars) entrant dans les rotations ou l'interculture. Les résultats ont montré que certains hybrides et certains cultivars de radis fourragers, de roquette ou de haricot permettaient de réduire les niveaux d'infestation des sols avec des efficacités pouvant aller jusqu'à 100 %. Toutefois, cette efficacité peut varier selon l'espèce de nématode présente, mais aussi, pour une même espèce, en fonction de la population (voir graphiques ci-dessus).

Le projet Nematools a permis d'acquérir des connaissances précieuses et de développer de nouveaux outils et des moyens de prévention et de lutte pour réduire les populations de nématodes : outils de détection performants, outil d'analyse de risques, connaissances sur les voies de dispersion, méthodes de décontamination, plantes de services, etc. À court terme, les suites envisagées sont de finaliser certains travaux et de poursuivre les actions de communication et de transfert des résultats du projet auprès des agriculteurs et des autres utilisateurs potentiels. Les résultats de ce projet, qui ciblait la culture de la pomme de terre, bénéficieront à terme à l'ensemble des filières impactées par ces agents pathogènes. / ANNE-CLAIRE LE ROUX, FN3PT/INOV3PT