



MIFFEL, 18/19/20 octobre 2011, Parc des expositions, Avignon Sud

Conférence PICLeg: production intégrée en culture légumière, les premiers résultats

GESTION DURABLE DES NEMATODES A GALLES DANS LES SYSTEMES MARAICHERS SOUS ABRIS

*Caroline Djian-Caporalino,
INRA PACA (Provence Alpes Côte d'Azur),
UMR 1301 IBSV (Interactions biotiques et santé végétale),
Equipe IPN (Interactions plantes nématodes),
400 Route des Chappes, BP 167,
F-06903 Sophia Antipolis, France.
E-mail : Caroline.Caporalino@sophia.inra.fr*



Larves de nématodes (Anguillule) des racines vues à la loupe binoculaire

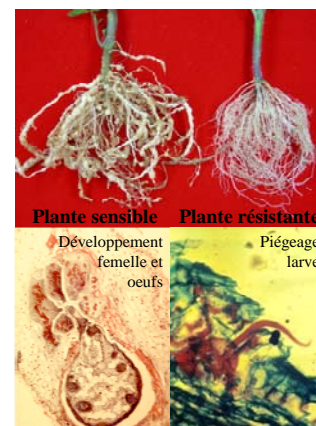


Dégâts de nématodes à galle sur racine de melon greffé et sur culture de concombre

Les systèmes maraîchers sous abri en France s'appuient principalement sur des rotations de cultures de laitue en période hivernale et cultures de solanacées (tomate, poivron, aubergine) ou de cucurbitacées (melons, concombres, courgettes) en été. Cette spécialisation, encouragée par l'environnement économique, et l'interdiction progressive de la plupart des matières actives chimiques (Plan Ecophyto 2018, publié en 2009, & Loi "Grenelle 2" du 12/07/2010), rendent ces systèmes fragiles vis-à-vis des parasites telluriques. Une enquête récente (2007-2010), conduite par l'INRA dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Djian-Caporalino, *Phytoma* 2010), souligne l'importance particulière des nématodes à galles dans plus de 40% des exploitations conventionnelles et en agriculture biologique.

Des méthodes alternatives (solarisation, biofumigation, cultures intercalaires, antagonistes naturels, désinfection vapeur) permettent un contrôle à peu près correct lorsque le niveau d'inoculum est limité (Djian-Caporalino *et al.*, *Phytoma* 2009 ; Collange, Thèse 2011 ; Collange *et al.*, *Crop Protection* 2011). Si l'inoculum est important, la culture de variétés résistantes (cultivars ou porte-greffes résistants) permet un bon niveau de production et/ou une baisse du potentiel infectieux du sol (effet plante-piège) jusqu'à un niveau tolérable pour les cultures d'espèces sensibles comme la laitue. Les résistances variétales en cours d'étude chez la tomate et le poivron sont donc prometteuses. Cette situation a motivé la mise en place récente et massive de programmes de sélection de variétés et/ou porte-greffe résistants chez les sélectionneurs d'espèces maraîchères.

Toutefois, les gènes de résistances identifiés à ce jour sont rares et limités à quelques familles botaniques (Djian-Caporalino *et al.*, *Biopesticides d'origine végétale* 2008). De plus, cette stratégie se heurte aux risques de contournement des gènes de résistance par des populations de nématodes dites virulentes (Castagnone-Sereno *et al.*, *Euphytica* 2002), ce qui pourrait réduire significativement la durée d'exploitation des variétés résistantes commercialisées ou en cours



Interaction plantes/nématodes

de sélection. Dans ce contexte, il apparaît crucial d'élaborer et de valider des stratégies d'exploitation et de gestion des gènes disponibles dans un objectif de résistance durable avant que ces gènes ne soient diffusés dans les cultivars commercialisés.

Chez le piment *Capsicum annuum*, plusieurs gènes de résistance aux nématodes à galles, gènes *Me*, ont été identifiés et caractérisés (Djian-Caporalino *et al.*, 1999, 2007). Trois d'entre eux sont efficaces contre un large éventail d'espèces, y compris les espèces les plus communes dans les régions tropicales ou méditerranéennes. En outre, ces gènes de résistance présentent une stabilité fonctionnelle à haute température, intéressante sous climat chaud. Nous avons déjà montré des différences importantes dans les mécanismes d'action mis en jeu (Pegard *et al.*, 2005) et démontré que certains de ces gènes étaient contournables en conditions artificielles (Castagnone-Sereno *et al.*, 2001); pour d'autres, le contournement s'est avéré impossible dans un contexte génétique bien défini malgré de très fortes infestations de *Meloidogyne*.



Piments sensibles et piments résistants aux nématodes à galles

Dans le cadre de projets menés en collaboration entre l'INRA PACA (Sophia Antipolis et Montfavet), des entreprises privées de sélection de semences, des associations françaises d'agriculteurs, la chambre d'agriculture du 06 et des centres de recherche techniques de la région PACA, des études pour déterminer la durabilité des gènes de résistance sont en cours pour mettre en place une gestion spatiale et temporelle efficace des résistances variétales.

Des expériences en conditions contrôlées (pièces climatisées et serres) et en conditions agronomiques (parcelles expérimentales sous abri froid) sont en cours pour 3 ans afin d'étudier le mode d'action de ces gènes pour choisir les plus intéressants à combiner (« pyramider ») dans différents fonds génétiques sensibles, le contournement possible de ces gènes et dans quelles conditions, tester l'influence de leur déploiement spatio-temporel (successions ou mélanges) sur l'apparition de souches virulentes de nématodes, ainsi que l'impact des variétés résistantes sur la structure des populations de nématodes phytoparasites en général.



Expérimentation de piments résistants sur parcelle très infestée

Nous évaluons également le temps nécessaire à l'amélioration de la santé du sol (réduction des parasites sous leur seuil de nuisibilité) en utilisant les plantes résistantes comme plantes « pièges ».

Les informations récoltées permettent d'orienter les sélectionneurs dans la création de nouveaux portegreffes ou cultivars résistants à long terme (choix des gènes, choix du fond génétique, dosage d'allèles, combinaison ou alternance, etc), de proposer de nouveaux moyens de lutte contre les nématodes face à la restriction massive des nématicides, et enfin de conseiller les exploitants dans la meilleure façon de gérer ces résistances dans le temps et l'espace (mode d'emploi des variétés, stratégies de gestion des cultivars ou porte-greffes résistants dans les successions), afin de limiter les risques de contournement des résistances.

Un projet d'acronyme GEDUNEM « Innovations techniques et variétales pour une gestion durable des nématodes à galles dans les systèmes maraîchers sous abris », labellisé par le PEIFL (Pôle d'Européen d'Innovation Fruits et Légumes » en juillet 2011, a été soumis au Métaprogramme INRA GISP (Gestion Intégrée de la Santé des Plantes) afin de poursuivre les

expérimentations en associant les innovations variétales aux autres méthodes de lutte possibles (successions d'espèces diversifiées, gestion de l'interculture, biofumigation, lutte biologique, prophylaxie) pour maintenir une pression parasitaire faible augmentant la durabilité des résistances et en s'assurant de leur faisabilité économique. Le projet repose sur l'association de nématologistes, pathologistes, écologistes, généticiens, sélectionneurs, modélisateurs, agronomes, socio-économistes et expérimentateurs pour concevoir et combiner des innovations variétales, culturelles, physiques et biologiques permettant de gérer ces problèmes de nématodes.

Remerciements

Ces projets sont financés au niveau national par 1/ le **Ministère de l'Agriculture avec un contrat du CTPS** (Comité technique permanent de la sélection végétale) « *Test de la durabilité des résistances conférées par des gènes majeurs vis-à-vis des nématodes à galles du genre *Meloidogyne* chez les Solanées maraîchères (piment, tomate)* » (2007-2010), 2/ l'**INRA avec un projet PICLeg** (Production Intégrée des Cultures légumières) « *Neoleg2 : Vers une nouvelle configuration des agrosystèmes maraîchers méditerranéens sous abri pour une gestion durable des bioagresseurs telluriques* » (2008-2012), et 3/ l'**ANR** (Agence Nationale de Recherche) **avec un projet Systerra** « *Sysbiotel : Gestion intégrée des bioagresseurs telluriques en systèmes de culture légumiers* » (2009-2013).

Au niveau Européen, ces projets sont soutenus par 1/ le **réseau Européen d'Excellence ENDURE** « Développement durable d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement » avec un projet RA4.2 « *Exploitation de la résistance génétique naturelle des plantes* » (2008-2010), et 2/ le programme opérationnel « Objectif coopération territoriale européenne relatif à la frontière alpine France-Italie » avec un **projet transfrontalier Interreg Alcotra** « *Valort : valorizzare l'orticoltura transfrontaliera* ») (2010-2012).

Références bibliographiques

- Castagnone-Sereno P., 2002. Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes? *Euphytica*, 124, 193-199.
- Castagnone-Sereno P., Bongiovanni M., Djian-Caporalino C., 2001. New data on the specificity of the root-knot nematode resistance genes *Me1* and *Me3* in pepper. *Plant Breeding* 120, 429-433.
- Collange, B. (2011). Vers une gestion agronomique des bioagresseurs telluriques en maraîchage sous abri : évaluation de systèmes de culture. *Thèse de Doctorat* Université de la Méditerranée Aix-Marseille II.
- Collange B., Navarrete M., Peyre G., Mateille T., Tchamitchian M. (2011). Root -knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis, *Crop Protection* 30, 1251-1262.
- Djian-Caporalino C., Pijarowski L., Januel A., Lefebvre V., Phally T., Palloix A., Dalmaso A. and Abad P., 1999. Spectrum of resistance to root knot nematodes (*Meloidogyne spp.*) in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) and inheritance of heat-stable resistance in the PM687 line derived from PI 322719. *Theor. Appl. Genet.*, 99, 496-502.
- Djian-Caporalino C., A. Fazari, M. J. Arguel, T. Vernie, C. VandeCastele, I. Faure, G. Brunoud, L. Pijarowski, A. Palloix, V. Lefebvre and P. Abad, 2007. Root-knot nematode (*Meloidogyne spp.*) *Me* resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L.) are clustered on the P9 chromosome. *Theor Appl Genet* 114, 473-486.
- Djian-Caporalino C., Bourdy G. et Cayrol J.C., 2008 (nouvelle édition). Plantes nématicides et plantes résistantes aux nématodes, p. 125-185. *Dans: Biopesticides d'origine végétale : potentialités phytosanitaires.* C. Regnault-Roger et al, *Editions Tec & doc, Lavoisier*, Paris, 546 pp. (ancienne édition 2002: 352 pp).
- Djian-Caporalino C., Védie H. (GRAB) et Arrufat A. (CIVAMBio), 2009. Nématodes à galles, l'atout des plantes pièges. Dossier « Moyens alternatifs ». *Phytoma La défense des végétaux*, septembre 2009, n°624-625, 21-25.

- Djian-Caporalino C., 2010. *Nématodes à galles, des ravageurs de plus en plus préoccupants. Résultats de 3 ans d'enquête dans quinze régions françaises. Phytoma La défense des végétaux*, novembre 2010, n°638, 43-49.
- Loi "Grenelle 2" (2010). Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. Article 104: biodiversité, écosystèmes et habitats naturels. <http://www.legrenelle-environnement.fr/-Loi-Grenelle-2-.html>.
- Pegard A., Brizzard G., Fazari A., Soucaze O., Abad P., Djian-Caporalino C., 2005. Histological Characterization of Resistance to Different Root-knot Nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum* L. *Phytopathology* 95 (2), 158-165.
- Plan Ecophyto 2018 (2009). PNSE 2 (Second National Environmental Health Plan). <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto-2018,510> and [www.endure-network.eu/.../French %20 NAP%20-%20Ecophyto%202018.pdf](http://www.endure-network.eu/.../French%20NAP%20-%20Ecophyto%202018.pdf).

