

Différence de comportement de 23 clones et hybrides de *Prunus* à l'égard de quatre espèces de *Meloidogyne*

Claude SCOTTO LA MASSESE *, Charles GRASSELY **,
Jean-Claude MINOT * et Roger VOISIN *.

* I.N.R.A., Station de Recherches sur les nématodes, 123, boulevard Francis Meilland,
B.P. 78, 06602 Antibes

** I.N.R.A., Station de Recherches Fruilières Méditerranéennes, Domaine Saint-Paul,
B.P. 91, 84140 Montfavet

RÉSUMÉ

Vingt-trois clones et hybrides de *Prunus* ont été testés à l'égard de quatre espèces de *Meloidogyne*, représentées au total par 59 populations d'origines géographiques diverses : *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*. A l'exception d'une sélection tunisienne d'amandiers « Sbikha 014 », aucun clone n'a été attaqué par *M. hapla*. La plupart des amandiers sont hôtes des trois autres espèces, sauf trois clones isolés par Kochba et Spiegel Roy en Israël, à peu près complètement résistants à *M. javanica* et *M. arenaria*, mais assez sensibles à *M. incognita*. Dans la sélection tunisienne « Berhayem », certains semis sont sensibles, d'autres complètement résistants. Parmi les sept pêchers testés, *P. mira*, une sélection supposée de Stribling's 37, un pêcher japonais et un coréen sont résistants à *M. incognita* et *M. arenaria*, mais seul *P. mira* est également résistant à *M. javanica*. Le seul hybride de pêcher × amandier testé, GF 677, est sensible aux trois espèces *M. incognita*, *M. arenaria* et *M. javanica*, mais moins à *M. javanica*. *Prunus marianna*, *P. besseyi*, *P. davidiana*, sont à peu près complètement résistants aux souches utilisées dans ces tests et transmettent cette propriété aux hybrides qui en sont issus. *P. kansuensis* confère la résistance à *M. javanica* et *M. incognita*, mais non à *M. arenaria*. Certains clones de *P. cerasifera* var. Myrobolan, testés antérieurement, se sont révélés résistants et transmettent cette résistance à leurs hybrides, alors que le clone P. 2032 ne possède pas cette propriété.

SUMMARY

Differential response of 23 clones and hybrids of Prunus regarding to four Meloidogyne species

Twenty-three clones and hybrids of *Prunus* were tested against 59 populations of four species of *Meloidogyne* from diverse areas : *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica*. A « selection » of a Tunisian almond was the sole host of *M. hapla*. Most almond trees are hosts of the other three *Meloidogyne* species, except for three clones selected by Kochba and Spiegel Roy in Israel, which were almost immune to *M. javanica* and *M. arenaria*, but somewhat susceptible to *M. incognita*. Some seedlings of the Tunisian «selection» «Berhayem» are susceptible while others of the same selection are immune. Among seven peach selections tested, *P. mira*, presumably issued from Stribling's 37, one peach selection from Japan and one from Korea were resistant to *M. incognita* and *M. arenaria* but only *P. mira* was resistant to *M. javanica*. The only peach-almond hybrid tested, GF 677, is susceptible to *M. incognita* and *M. arenaria* but less to *M. javanica*. *Prunus marianna*, *P. besseyi*, *P. davidiana* and their hybrids were practically immune to all *Meloidogyne* populations tested. *P. kansuensis* was found to transmit resistance to *M. javanica* and *M. incognita* but not to *M. arenaria*. Certain clones of *P. cerasifera* cv. Myrobolan were resistant to all nematode populations and conferred that character to their hybrids, while P. 2032 was susceptible.

Les *Meloidogyne* occasionnent, tant en pépinières qu'en vergers, des pertes importantes aux amandiers et aux pêchers du monde entier. Dans le Bassin méditerranéen, trois espèces en sont responsables : *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, qui se rencontrent isolément ou en mélange. En France, les dégâts observés sont presque uniquement dus à *M. arenaria*. Cette espèce devient plus rare dans les vergers situés au nord du 45^e parallèle.

Les sols alluvionnaires bien aérés, recherchés pour le pêcher, sont favorables à la multiplication des *Meloidogyne*. Les amandiers cultivés sans irrigation

et dont le système racinaire exploite des horizons profonds, sont moins exposés ; par contre, leur sensibilité est accrue en pépinière et en culture intensive et irriguée, qui favorise à la fois le développement du nématode et l'établissement d'un système racinaire de surface.

Pour lutter contre ces nématodes, on dispose de porte-greffe peu ou pas attaqués, comme *Prunus marianna*, certains *P. divaricata* (cv. Myrobolan et St-Julien) adaptés aux sols lourds. Depuis les travaux de Tufts (1929), McClintock (1923), Tufts et Day (1934) et Day et Tufts (1939), plusieurs pêchers

d'origine asiatique et *P. davidiana* ont été sélectionnés pour leur résistance partielle ou totale à deux ou trois espèces de *Meloidogyne* se multipliant sur pêcher, cette propriété se maintenant le plus souvent dans la descendance des clones ou des hybrides. Des croisements avec l'amandier ont permis plus tard d'étendre aux sols alcalins l'utilisation des porte-greffe résistants du pêcher, mais leur propagation impose la multiplication végétative. Ainsi, en France, le cultivar GF 557, croisement de *P. persica* × *P. besseyi*, obtenu par Bernhard, présente une bonne résistance à *M. incognita* et *M. arenaria*, mais nettement moindre à *M. javanica*.

Des perspectives nouvelles ont été ouvertes par Kochba et Spiegel Roy (1972), qui découvrent en Israël plusieurs amandiers amers (*P. amygdalus* var. *amara*) résistants à *M. javanica*.

Ainsi, à l'heure actuelle, on dispose de porte-greffe résistants chez presque toutes les espèces de *Prunus* et l'on peut penser que les problèmes posés par les *Meloidogyne* sont résolus, à condition toutefois que le comportement des cultivars et hybrides contenant des gènes de résistance isolés dans certains territoires soit identique vis-à-vis des différentes populations présentes dans l'ensemble de l'aire de répartition de ces nématodes.

Rappelons que c'est en étudiant la réponse de pêchers résistants à des populations de *Meloidogyne* d'origines différentes, que Christie et Havis (1948), après Clayton (1947), sont parvenus à la conclusion que l'espèce *Heterodera marioni* était un ensemble d'entités différentes que Chitwood (1949) caractérisa par des critères morphologiques l'année d'après. Depuis lors des études plus précises, s'appuyant sur des gammes d'hôtes différentiels, puis sur des analyses de l'équipement enzymatique des souches, ont révélé une diversité intraspécifique susceptible de remettre en cause le comportement des gènes de résistance à l'égard de toutes les populations d'une espèce.

Nous avons donc repris, en 1978 et 1979, certains des clones de *Prunus* testés depuis plusieurs années pour en vérifier le comportement en présence d'un mélange de populations de chacune des quatre espèces.

Matériel et méthodes

TECHNIQUE D'INOCULATION

Le sol est constitué d'un mélange de terre franche (2/3) et de sable (1/3), sur 30 cm de profondeur. Il est désinfecté au bromure de méthyle (100 g/m²) avant d'être recontaminé à partir de souches pures élevées isolément sur tomates en laboratoire.

L'inoculum, constitué d'un mélange de plusieurs populations provenant d'aires géographiques distinctes, est entretenu et multiplié entre deux cycles de tests sur une culture hivernale de carotte ou de persil, hôtes des quatre espèces de *Meloidogyne*.

La durée du test est de huit mois (mars à novembre) il est réalisé en plein air.

SOUCHES DE *Meloidogyne*

Quatre espèces de *Meloidogyne* représentées par un total de 59 populations ont été utilisées dans ces tests :

— *M. hapla* dont la répartition géographique, relativement septentrionale, ne coïncide qu'exceptionnellement avec le pêcher et l'amandier. Toutefois, quelques foyers ont été mis en évidence dans les zones littorales méditerranéennes françaises, notamment en vignobles et sur rosiers. A noter qu'aucune attaque de cette espèce n'a jusqu'ici été décelée sur *Prunus* en plein air. Dix-huit souches de *M. hapla* provenant de cinq pays européens ont été utilisées en mélange.

— *M. javanica* : rare en France, c'est un des plus graves parasites du pêcher et de l'amandier dans de nombreuses régions d'Espagne, d'Italie, de Grèce et du Nord de l'Afrique. Huit souches : trois de France, deux du Maroc, une d'Abou Dhabi, une d'Iraq et une de Nouvelle-Calédonie, ont été utilisées en mélange pour ce test.

— *M. incognita* a à peu près la même gamme d'hôtes que l'espèce précédente. Son aire de répartition, bien que coïncidant largement avec celle de *M. javanica*, est plus septentrionale ; on la rencontre assez rarement en France. L'espèce est représentée par onze souches provenant de France, d'Allemagne, de Suisse, de Roumanie, du Maroc, de Côte-d'Ivoire, de Guadeloupe et de Tahiti.

— *M. arenaria* : c'est l'espèce la plus commune sur les plantes maraîchères comme sur les arbres à noyaux. Dans le sud de la France elle provoque des dégâts extrêmement sévères en pépinières et dans les vergers de pêchers et d'amandiers irrigués. Les dommages sont sensiblement accrus les premières années de plantation par la pratique de cultures maraîchères intercalaires. Dix-sept souches de ce nématode, dont dix françaises, trois suisses, deux espagnoles, une marocaine et une ivoirienne, constituaient l'inoculum.

Ces quatre espèces sont donc représentées par un mélange de plusieurs populations, pouvant manifester une virulence et une agressivité différentes. Ainsi, un clone résistant à une ou plusieurs populations d'une espèce peut être un hôte convenable pour d'autres populations de la même espèce.

Les résultats obtenus dans ces conditions sont donc plus sévères que la normale, ce qui peut expliquer que les cas de résistance décelés aient été rares ; en contrepartie, cela confère à ces tests une valeur plus étendue.

MATÉRIEL VÉGÉTAL

L'identification des divers clones utilisés est donnée ci-dessous :

- Amandiers* (multipliés par semis)
- 011, 014 — Sbikha (Tunisie)
 - Alnem 1, Alnem 8, Alnem 201 — Israël (Kochba & Spiegel Roy, 1972)
 - Berhayem — Tunisie
 - R 270 — Semis de la variété Texas issu de la pollinisation libre
- Pêchers* (multipliés par semis)
- GF 305-1 — Sélection INRA, France
 - P. mira* — Pêcher sauvage, origine : versant sud de l'Himalaya
 - Pleureur TV — Issu de fécondation libre d'un pêcher ornemental (proche du Stribling's 37)
 - Pleureur 7, Pleureur 35 — Isolats du précédent
 - Rubira 2605 TV — Sélection INRA, France dans la descendance d'un pêcher à feuilles rouges des USA tolérante au Crown-gall
 - Rubira 2605-1 — Isolat du précédent
- Hybrides et divers* (multipliés par boutures)
- GF 677 — Pêcher × amandier, hybride naturel, sélection INRA, France
 - S 3400 — *P. besseyi* × *P. persica*, Université d'Illinois (USA)
 - 41-4-21 — Pêcher « Mesokomaron » × *P. davidiana*, origine : Hongrie
 - 749 × 1490 — Pêcher "Japanese Golden Giant Cling" × *P. kansuensis*, origine : Hongrie
 - GF 8-1 — Semis triploïde issu de *P. marianna*, origine : Hongrie
 - S 1490 — *P. kansuensis*, Province de Kangsu (Chine)
 - P. 2032 — *P. myrobolan* (ecotype de *P. cerasifera*) compatible avec le pêcher sensible au Crown-gall
 - (P 2069 × 106) 4 — Prunier japonais × *P. spinosa*, hybride INRA, France.
 - (106 × P 2175) 6 — *P. spinosa* × *P. cerasifera* (*P. myrobolan*), hybride INRA, France.

OBSERVATIONS

Pour chacun des critères suivants, chaque observation représente la moyenne de cinq répétitions.

— L'indice de galles

Notation visuelle de 0 à 5 (0 traduit l'absence de toute déformation des racines, 5 l'attaque généralisée constituée de galles le plus souvent confluentes). Les chiffres portés dans le tableau 1 sont la moyenne des notes attribuées aux seuls plants reconnus contaminés.

— Le pourcentage de plants contaminés

Calculé sur le nombre de plants vivants en fin d'essai (la mortalité n'a qu'exceptionnellement dépassé 20%).

— Les nombres de femelles, mâles, larves et œufs endoradiculaires

Exprimés en effectifs par gramme de racines, ces chiffres sont issus du broyage de 20 g de radicelles prélevées sur l'ensemble des plants contaminés de chaque répétition, suivi d'une double centrifugation pour la séparation des différents stades du parasite.

Résultats (Tableau 1)

LES AMANDIERS

M. hapla ne parasite que le clone 014 et ne se multiplie que sur lui. Si cette observation est confirmée elle pourrait mettre en question l'identité génétique de ce porte-greffe.

À l'égard de *M. javanica*, on observe, parmi les sept clones, trois comportements différents : le 011 et le R 270 sont très sensibles et excellents hôtes ; le 014 a un faible indice de galles, mais est excellent hôte ; chez le clone Berhayem un seul des quatre plants survivants s'est révélé atteint. Celui-ci avait été obtenu sous forme de semences, qui se sont avérées hétérogènes. Il est donc permis de penser qu'une sélection dans ce cultivar pourrait fournir un porte-greffe intéressant par sa résistance à cette espèce. Par contre, pour les deux autres espèces de parasite la presque totalité des plants présente un indice de galles important, tandis qu'un seul reste indemne. Enfin, les trois clones Alnem manifestent une résistance absolue à *M. arenaria* et *M. javanica* (à l'exception toutefois d'une très légère attaque de la dernière espèce sur un des cinq plants d'Alnem 8), ce qui confirme les observations des obtenteurs (Kochba & Spiegel Roy, 1972). Leur sensibilité à l'égard de *M. incognita*, bien qu'inférieure à celle des autres cultivars, est assez exceptionnelle. Il est intéressant de constater que chez les amygdalées, la résistance à *M. incognita* peut être distincte de celle de *M. arenaria* et que la résistance à *M. javanica* n'implique pas celle à *M. incognita*.

Tableau 1

Indices de galles et multiplication de quatre espèces de *Meloidogyne* sur différents *Prunus* et hybrides ;
I.G. = indices de galles, de 0 à 5 ; % cont. = pourcentage de plants contaminés ; ♀ ♂ 1 ω/g = femelles, mâles,
juvéniles et œufs par gramme de racines ; (—) = non testé ; (?) = notation égarée

Gall index and multiplication of four *Meloidogyne* on some *Prunus* and hybrids ; I.G. = gall index, 0 to 5 ;
% cont. = percentage of contaminated plants ; ♀ ♂ 1 ω/g = females, males, juveniles and eggs per gram of roots ;
(—) = untested ; (?) = notation lost

<i>Meloidogyne</i> spp.		Amandiers — Almond-trees						
		011	014	Alnem 1	Alnem 8	Alnem 201	Berhayem	R 270
<i>M. hapla</i>	I.G.	0	0,5	0	0	0	0	0
	% cont.	0	100	0	0	0	0	0
	♀ ♂ 1 ω/g	0	287	0	0	0	0	0
<i>M. javanica</i>	I.G.	4,9	1,6	0	0,5	0	5,0	3,9
	% cont.	100	100	0	20	0	25	100
	♀ ♂ 1 ω/g	2 536	3 184	0	0	0	2 100	2 824
<i>M. incognita</i>	I.G.	3,5	1,8	1,2	1,5	1	2,5	3,4
	% cont.	100	100	100	100	100	80	100
	♀ ♂ 1 ω/g	1 138	611	1 435	302	2 088	614	1 523
<i>M. arenaria</i>	I.G.	4,2	2,8	0	0	0	1,5	3,9
	% cont.	100	80	0	0	0	80	100
	♀ ♂ 1 ω/g	2 380	754	0	0	0	208	730

		Pêchers — Peach-trees						
		GF 305	P. mira	Pleureur T.V	Pleureur 7	Pleureur 35	Rubira 2 605 T.V	Rubira 2 605-I
<i>M. hapla</i>	I.G.	0	0	0	0	0	0	0
	% cont.	0	0	0	0	0	0	0
	♀ ♂ 1 ω/g	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. javanica</i>	I.G.	1,4	1,5	—	1,8	0,8	—	1,8
	% cont.	100	20	—	100	100	—	100
	♀ ♂ 1 ω/g	459	0	—	0,6	4	—	4
<i>M. incognita</i>	I.G.	?	0	0	—	—	3,6	—
	% cont.	?	0	0	—	—	100	—
	♀ ♂ 1 ω/g	152	0	0	—	—	227	—
<i>M. arenaria</i>	I.G.	3,9	0,5	0	0	0	3,3	2,9
	% cont.	100	60	0	0	0	100	100
	♀ ♂ 1 ω/g	141	0	0	0	0	580	180

Hybrides et divers — Hybrids and miscellaneous

		GF 677	S 3 400	41-4-21	749 × 1 490	GF 8-1	S 1 490	P 2 032	2 069 × 106	106 × 2 175
<i>M. hapla</i>	I.G.	—	—	—	—	0	—	—	—	—
	% cont.	—	—	—	—	0	—	—	—	—
	♀ ♂ 1 ω/g	—	—	—	—	0	—	—	—	—
<i>M. javanica</i>	I.G.	1,8	0	0,5	0	0	0,8	1,8	0,8	0
	% cont.	100	0	50	0	0	100	100	60	0
	♀ ♂ 1 ω/g	1 566	0	410	0	0	7	482	2 169	0
<i>M. incognita</i>	I.G.s	4,8	0	0	0,7	0	—	1,6	1,1	0
	% cont.	100	0	0	75	0	—	100	100	0
	♀ ♂ 1 ω/g	424	0	0	5	0	—	4 800	734	0
<i>M. arenaria</i>	I.G.	4,5	0	0	2,0	0	1,0	4,5	0,5	0
	% cont.	100	0	0	100	0	100	100	60	0
	♀ ♂ 1 ω/g	978	0	0	17	0	9	592	160	0

LES PÊCHERS DE SEMIS

Parmi les pêchers de semis on peut distinguer trois groupes :

— Le cultivar 305-1 et les cultivars Rubira 2605, plus sensibles à *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*, sont dans l'ensemble de moins bons hôtes que les amandiers à l'égard des trois espèces.

— Les cultivars « Pleureurs » sont attaqués par *M. javanica*, mais sont des hôtes médiocres ; ils sont totalement résistants aux trois autres espèces.

— Enfin, *P. mira* s'apparente au cultivar Nema-guard par son comportement à l'égard de ces nématodes, c'est-à-dire qu'il est légèrement attaqué par *M. javanica* et *M. arenaria*, mais ne permet la multiplication d'aucune de ces espèces.

LES HYBRIDES ET DIVERS

Dans ce groupe, les clones réagissent aux parasites de cinq manières différentes :

— Absence de contamination par les trois espèces : c'est le cas du cultivar S 3400 qui tire sa résistance de *P. besseyi*, du cultivar GF 8-1 (semis de *P. marianna*) et du cultivar (106 × P 2175) 6 (hybride de Prunier japonais et de *P. spinosa*).

— Contamination par *M. javanica* seulement : c'est le cas du cultivar 41-4-21. La présence de *P. davidiana* dans ses ascendances devrait lui conférer la résistance à ce nématode. Toutefois, 50% seu-

lement des plants sont faiblement contaminés, l'indice de galles est très faible et la multiplication reste peu élevée.

— Résistance absolue à *M. javanica*, associée à une sensibilité à *M. incognita* et *M. arenaria* : l'hybride 749 × 1490, qui présente ces caractéristiques reste un hôte très médiocre. Il serait nécessaire d'étudier le comportement du pêcher Pavie 749, puisque l'autre parent est *P. kansuensis* qui a été testé sur deux espèces pour lesquelles il s'avère un très mauvais hôte malgré une réaction assez marquée aux attaques.

— Inversement on observe un faible indice de galles pour les trois *Meloidogyne*, et d'excellentes aptitudes d'hôte chez l'hybride (2069 × 106) 4.

— Enfin, on trouve associée à de fortes multiplications, une grande sensibilité aux trois espèces chez l'hybride pêcher × amandier GF 677 et chez le cultivar P 2032. Ce dernier est un Myrobolan qui se comporte comme le clone 16-5-1 et très différemment d'autres clones testés tant à l'étranger (Minz & Cohn, 1962), qu'en France et qui s'avèrent à peu près complètement résistants aux trois espèces.

Conclusion

La méthode de détection de la résistance utilisée est extrêmement sévère, car elle met en présence les porte-greffes avec un mélange de plusieurs souches pour chacune des quatre espèces de *Meloidogyne*

susceptibles d'attaquer les *Prunus* dans les régions tempérées d'Europe.

Les clones et cultivars qui se sont montrés résistants dans ces tests doivent pouvoir être utilisés en Europe dans la plupart des cas. Par contre, certains clones attaqués dans les conditions particulièrement sévères de ces tests peuvent se révéler résistants à l'égard de certaines populations de parasites. Toutefois, l'utilisation de porte-greffe résistants dans une zone de culture donnée doit être précédée par la caractérisation des populations de *Meloidogyne* au niveau de leur agressivité envers les clones ou cultivars qu'on se propose d'utiliser. Cette étude est en cours en France et dans différents pays ; elle devrait permettre d'accroître les possibilités d'utilisation des plantes résistantes.

Ce travail a également révélé des différences notables de comportement à l'intérieur des Myrobolan et notamment l'existence de cultivars sensibles et hôtes de *M. javanica*, *M. incognita* et *M. arenaria* de nature à influencer le choix du clone de porte-greffe dans les parcelles infestées.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. Dalmaso qui nous a procuré les souches identifiées de *Meloidogyne* et MM. Vrain et Merny qui ont bien voulu lire et corriger le manuscrit.

Accepté pour publication le 27 octobre 1983.

RÉFÉRENCES

- CHITWOOD, B.G. (1949). Root-knot nematodes. Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proc. helminth Soc. Wash.*, 16 : 90-104.
- CHRISTIE, J.R. & HAVIS, L. (1948). Relative susceptibility of certain peach stocks to races of the root-knot nematode. *Pl. Dis. Repr.*, 32 : 510-514.
- CLAYTON, C.N. (1947). Roots of Shallil peach seedlings are not resistant to all races of the root-knot nematodes. *Pl. Dis. Repr.*, 31 : 153-154.
- DAY, L.H. & TUFTS, W.P. (1939). Farther notes on nematode-resistant rootstocks. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 37 : 327-329.
- KOCHBA, J. & SPIEGEL ROY, P. (1972). Resistance to root-knot nematode in bitter almond progenies and almond \times Okinawa peach hybrids (*Meloidogyne javanica*). *Hort. Sci.*, 7 : 503-505.
- MC. CLINTOCK, J.A. (1923). The transmission of nematode resistance in the peach. *Science, N.Y.*, 58 : 466-467.
- MINZ, G. & COHN, E. (1962). Susceptibility of peach rootstocks to root-knot nematodes. *Pl. Dis. Repr.*, 46 : 531-534.
- TUFTS, W.P. (1929). Nematode resistance of certain peach seedlings. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, 26 : 98-110.
- TUFTS, W.P. & DAY, L.H. (1934). Nematode resistance of certain deciduous fruit trees seedlings. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, 31 : 75-82.