

CARACTÈRES ET SPECIFICITÉ DE DEUX ESPÈCES BIOLOGIQUES
D'*HETERODERA* SE DEVELOPPANT SUR
DIANTHUS CARYOPHYLLUS (1)

par

A. CUANY et A. DALMASSO (2)

Chatin (1891) et Prillieux (1892) signalent séparément des dommages importants dans les cultures d'oeillets (*Dianthus caryophyllus* L.) sur la Côte d'Azur et les attribuent au genre *Heterodera* Schmidt. En 1936 Pussard indique que la zone malade s'étend d'Antibes à Nice et que certaines variétés, dont « Pellepot », sont très sensibles.

En 1960 Ritter identifie le parasite comme *H. trifolii* Goffart, notant qu'il n'y a jamais de mâle, ce qui laisse présumer une multiplication par parthénogenèse.

A l'étranger Goffart (1950) signale cette espèce sur *Dianthus heddwigii* Rgl. et quelques auteurs remarquent que *H. schachtii* Schmidt « nématode de la betterave » se développe aussi sur plusieurs *Dianthus* (Oostenbrink, 1955). Pendant près de 10 ans on reste sur ces données et la lutte dans les grandes zones productrices consiste essentiellement en applications massives de fumigants et plus récemment de produits systémiques.

Etudes morphologiques

Le tableau I exprime les données biométriques réalisées sur les seconds stades larvaires infectieux de deux populations choisies comme type, l'une étant parthénogénétique, l'autre amphimictique; ceci comparativement aux espèces les plus voisines.

(1) Characters and specificity of two biological races of *Heterodera* on *Dianthus caryophyllus*.

(2) Avec la collaboration technique de M. Bongiovanni et J.C. Lavergne.

Tableau I - Caractères biométriques de larves du stade II chez différentes espèces de Heterodera.

Origine et définitions des populations	Longueur du corps	Longueur du stylet	Distance entre la base du stylet et le débouché glandulaire	Longueur de la queue	Longueur de la portion hyaline de la queue	Présence ou absence de mâles
<i>Heterodera schachtii</i> Schmidt (cf. Thorne, 1961). Esp. Amphimictique	450-500	25			25	+
<i>H. glycines</i> Ichinohe (cf. Hirschmann, 1956). Esp. Amphimictique	375-490 (440)	22-24	3-5	42-59 (50)	22-33 (27)	+
<i>H. rosii</i> Duggan et Brennam Esp. probablement Amphimictique	430-662 (550)	26-34 (31)	2-3	58-77 (66)	37-45 (40)	+
<i>H. trifolii</i> Goffart 18 chromosomes Origine: Antibes (n = 20). Esp. Am- phimictique	515-638 (584)	25-30 (28)	4,5-8 (7)	55-68 (61)	30-44 (39)	+
<i>H. trifolii</i> Origine: Cagnes-sur- Mer (n = 50). Esp. à parthénoge- nèse mitotique	440-580 (485)	25-30 (27)	4,5-7 (7)	32-70 (57)	25-37 (31)	—
<i>H. trifolii</i> Origine: Prairie Bretonne (n = 17). Esp. à parthénoge- nèse mitotique	425-604 (504)	26-29 (27)	4,5-7 (7)	50-64 (57)	18-34 (30)	—
<i>H. trifolii</i> (cf. Hirschmann, 1956). Esp. à parthénoge- nèse mitotique	443-547 (497)	25-30	5,5-9	51-71 (60)	24-40 (30)	—

Les dimensions sont exprimées en microns; Mâles présents +; Mâles exceptionnels —; Moyennes (...); n = nombre d'individus observés.

Les larves de la population de Cagnes/Mer, provenant d'oeillet niçois, s'identifient correctement à *H. trifolii*. Il en est de même de celles d'Antibes, qui ont les caractères morphologiques classiques. Distance entre la base du stylet, débouché de la glande oesophagienne, boutons basaux du stylet ou « knobs » (ici incurvés vers l'avant), sont plus proches d'*H. trifolii* que des autres espèces du même groupe à reproduction amphimictique et à caryotype analogue: *H. schachtii* Schmidt, *H. glycines* Ichinoe et *H. rosii* Duggant et Brennan (Fig. 1).

Les femelles de la population diploïde demeurent blanches environ un mois avant de se transformer, en 1 à 3 jours, en kystes bruns à paroi rugueuse (Fig. 2 a). Par sa forme le kyste rappelle beaucoup celui d'*H. schachtii*, toutefois la hauteur des semifenêtres totalise en moyenne 44 μ (plus 6 μ pour le pont), ce qui est supérieur aux valeurs connues pour cette espèce.

A) *Caractères biométriques des femelles de la population d'Antibes*

Longueur avec cou : 625-1.113 μ (892 μ pour 50 femelles).

Longueur sans cou: 425- 912 μ (706 μ » » »).

Largeur maximale : 297- 753 μ (519 μ » » »).

On note la présence de bullae importantes et d'un pont.

B) *Caractères biométriques des mâles de la population d'Antibes*

Longueur : 990-1.800 μ (1.500 μ pour 25 mâles).

Largeur : 23- 38 μ (30,5 μ » » »).

Longueur du stylet: 29- 34 μ (31,5 μ » » »).

Pourcentage du corps occupé par le testicule: T = 42-57.

Les mâles sont nombreux. La partie antérieure du corps est délimitée par une profonde invagination; elle comprend 3 à 4 anneaux selon l'orientation du spécimen. Les champs latéraux présentent 4 incisures. Les « knobs » sont arrondis comme chez *H. glycines*. Les pièces copulatrices sont normales: les spicules atteignent 38 à 41 μ et sont bidentés à leurs extrémités; les seules différences notables avec *H. trifolii* type sont: le mode de reproduction et le caryotype qui lui est associé.

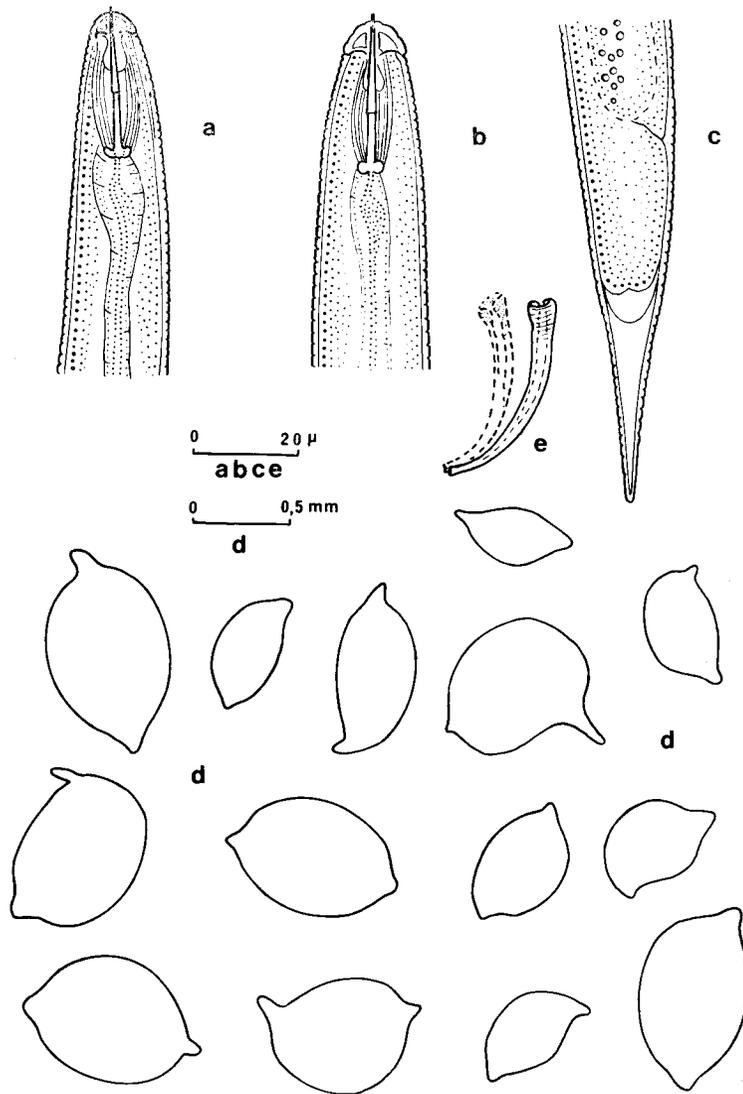


Fig. 1 - *H. trifolii* méiotique. a: partie antérieure du corps de la larve du 2ème stade (« knobs » du stylet incurvés vers l'avant); b: partie antérieure du mâle; c: queue de la larve du 2ème stade; d: variabilité dans la forme du kyste; e: spicules du mâle.

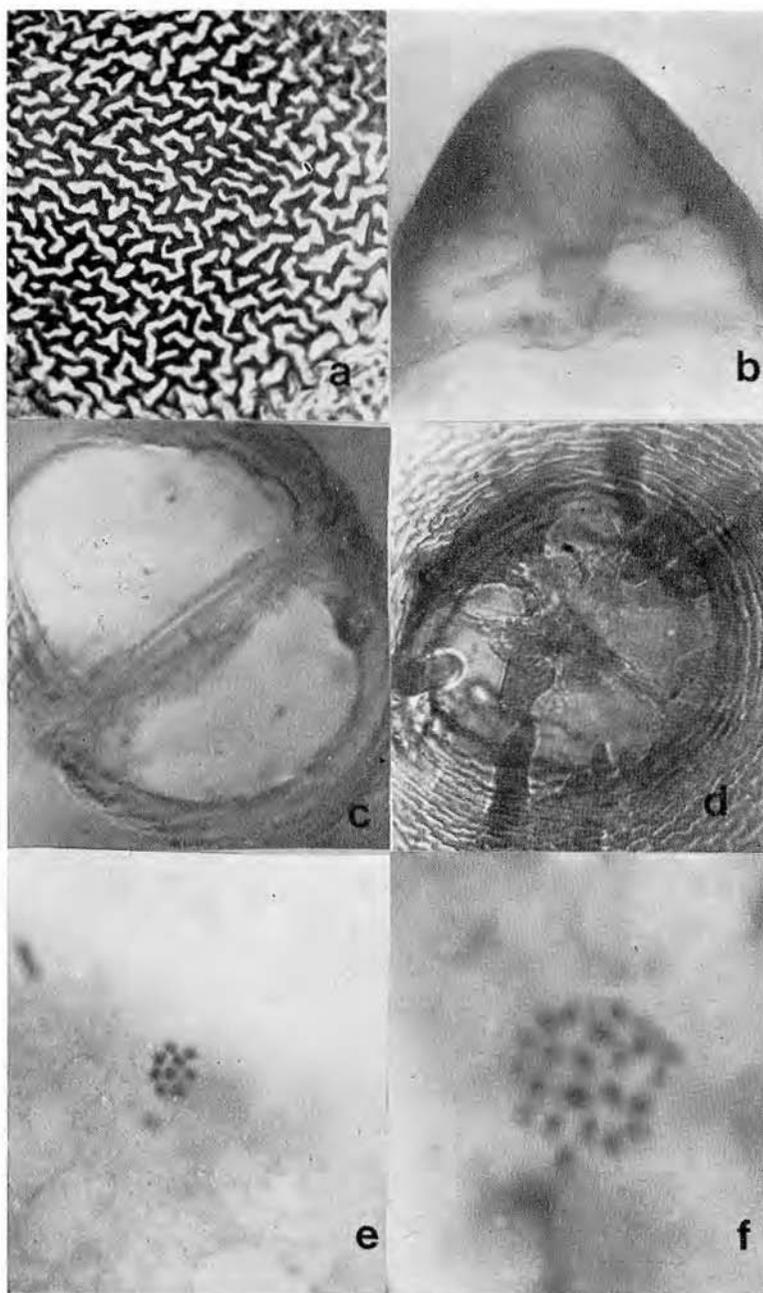


Fig. 2 - *H. trifolii* méiotique. a: aspect de la surface cuticulaire du kyste (x 750); b: cône vulvaire (profil; x 500); c: vue apicale du cône vulvaire (x 750); d: sous-pont (x 750); e: globule polaire montrant 9 chromosomes (x 3.200); f: globule polaire montrant 26-27 chromosomes chez *H. trifolii* mitotique (x 3.800).

C) Caractères liés à la reproduction

1. Population d'Antibes

Les différentes séquences de l'ovogenèse sont décrites dans les figures 3-4.

On remarque que la petite spermathèque renferme des spermatozoïdes. Il pénètre un spermatozoïde par ovocyte. Deux globules polaires sont émis après une méiose et mitose classique.

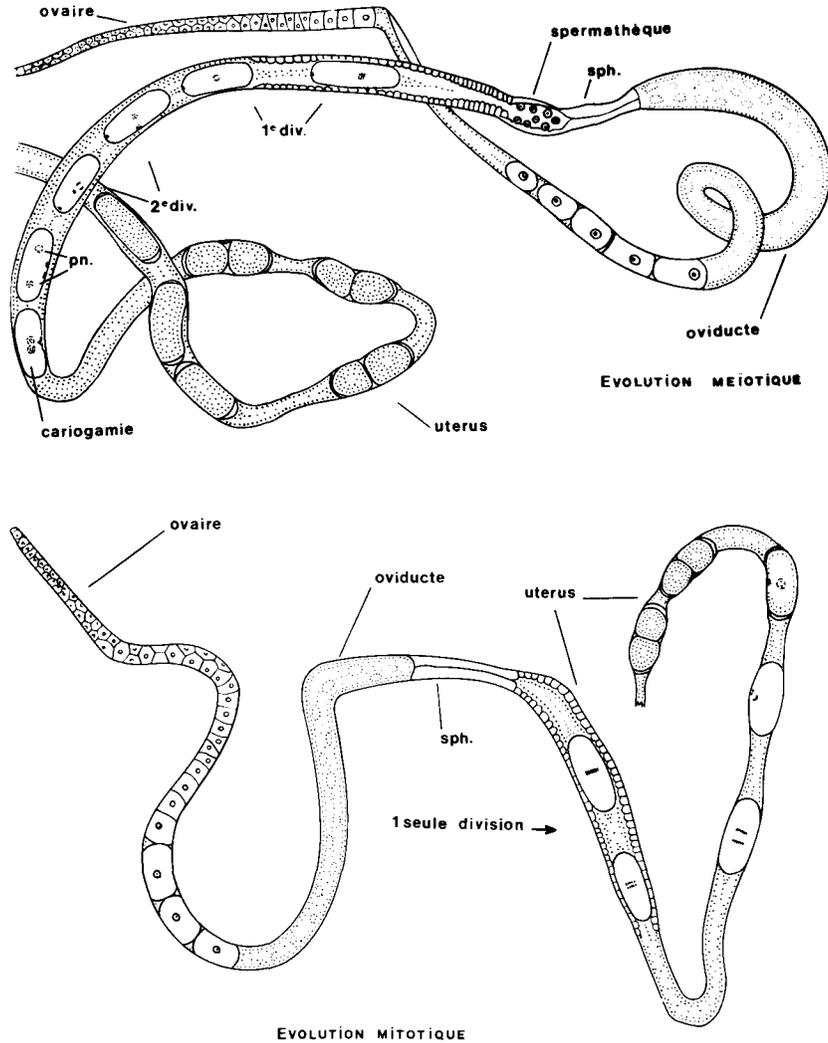


Fig. 3 - Aspect de l'ovogenèse chez *H. trifolii*: l'espèce méiotique (haut) et l'espèce mitotique.

On peut dénombrer 9 bivalents à la diacinèse et 9 chromosomes dans les globules polaires (Fig. 2 c).

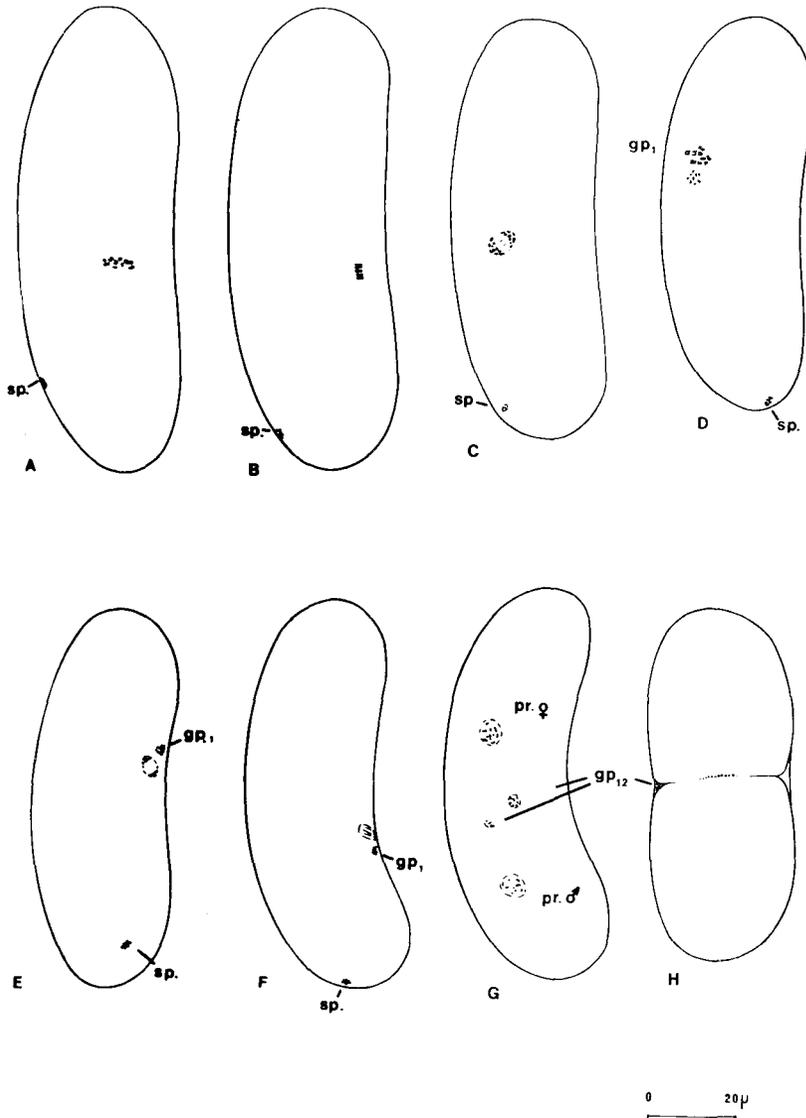


Fig. 4 - Ovogenèse. A: métaphase I; B et C: anaphase (début et fin); D, E et F: 2ème division maturative (métaphase, anaphase, télophase); G: pronuclei; H: 1ère division de segmentation- type amphimictique, population d'Antibes.

2. Population de Cagnes-sur-Mer

Les différentes séquences de l'ovogenèse sont décrites dans la figure 3. Aucun spermatozoïde n'est visible dans le tractus génital de la femelle. Il n'y a pas de réduction chromatique, on passe directement au stade oeuf par une simple mitose au cours de laquelle il est possible de dénombrer 27 chromosomes sur les plaques bien orientées (Fig. 2 f).

Hôtes différentiels

L'H. trifolii, 18, se développe très bien sur toutes les variétés d'oeillets testés, citées ci-après (Tab. II).

L'H. trifolii mitotique n'attaque aucune des variétés américaines suivantes: « Floris vester », « Exquise », « Stryline », « Marion Allwood », « Cassandra » (Barberet-Blanc)⁽³⁾, mais on sait que tous les oeillets américains sont génétiquement apparentés. Certaines variétés niçoises ou intermédiaires sont aussi immunes: « Légion d'Honneur » (Bellone), « BB » (Bovis), « Gisèle » (Rocher), « Lucky », « Mayi » (Revelat), « Valeme », « Calandae », « Valna » (Valny), « Walter », « Sole », « Ferrigno », « 51 » (Brea), « Tripoli », « Tango », « Christine » (Nobbio), « 8482 H », « 5950 G » (Moro).

Les variétés moyennement attaquées sont: « 51 », « Ferrigno » (Brea), « 8482 H » (Moro), « Ruby » (Revelat) et aussi « Fritz » (Rocher).

Les variétés très sensibles sont: « Madrigal », « Velour » (Revelat), « Rita » (Bellone), « Ruy Blas » (Valny), « Lumina » (Panchetti), « Soleil », « Etoile », « Masrou » (Massa), « Malva », « 5626 », « 6809 H », « 2076 H » (Tab. II).

La répartition géographique de cet *H. trifolii* mitotique apparaît actuellement limitée au secteur de la côte méditerranéenne s'étendant de Cagnes-sur-Mer (Alpes-Maritimes - France) à San-Rémo (Province d'Imperia - Italie), avec une répartition en foyers parfois étendus et étroitement liés aux variétés cultivées (régions de Cagnes-Nice et Arma di Taggia notamment).

⁽³⁾ Nous remercions particulièrement le Professeur Bestagno, Directeur de l'Osservatorio per le Malattie delle Piante di San Remo (Italie); M. Jacquemond, C.N.I.H., Directeur régional d'Antibes, pour sa coopération, ainsi que tous les obtenteurs et multiplicateurs dont les noms figurent à la suite des variétés qu'ils ont mis à notre disposition pour cette étude.

Tableau II - Les hôtes différentiels des *Heterodera* spp. étudié.

	<i>H. glaucines</i> (1) type général -	<i>H. schachtii</i> type général (1)	<i>H. trifolii</i> (pop. oeillet américain, Antibes) -	<i>H. trifolii</i> (pop. oeillet niçois - Cagnes Nice)	<i>H. trifolii</i> (1) type général -	<i>H. rosii</i> (1)
Oeillet américain	—		+	—	— (*)	
Oeillet niçois (var. Madrigal)			+	+		(<i>D. barbatus</i>)
Betterave	—	+	—	—	—	—
<i>Chenopodium quinoa</i>	—	+	—	—	—	(<i>C. album</i>)
<i>Brassica nanus</i>	—	+	+	—	—	—
<i>Brassica olearacea</i>	—	+	+	—	—	
Soja	+	—	(var. Blend-Amsoy)	—	—	
Trèfles - blanc, rouge, violet	+	—	+	+	+	+
<i>Rumex acetosella</i>	—	+	+	—	—	—

(1) D'après la littérature; (+) Attaqué; (—) Non attaqué; (*) Petit pénétration, mais pas d'évolution.

Discussion

La nature de la population d'*H. trifolii* détermine le type de lutte. Celle-ci demeure chimique lorsqu'il s'agit de l'*H. trifolii* méiotique. Par contre les zones contaminées par l'espèce mitotique et qui sont les plus étendues, peuvent recevoir les variétés non sensibles d'oeillets méditerranéens, ainsi que tous les oeillets américains.

Ce nématode a certainement contribué au déclin de la culture d'oeillets du pays par la gravité des dommages. Or, cet oeillet qui

s'accommode de température basse reste très apprécié pour la richesse de ses coloris. Les efforts entrepris depuis quelques années par l'I.N.R.A. et le C.N.I.H., pour régénérer les variétés les plus intéressantes, trouvent ici un élément favorisant.

Sur un plan plus fondamental on retiendra que la forme méiotique est la plus agressive. Elle se situe dans le groupe *H. schachtii* comme une composante supplémentaire au tronc formé par les espèces amphimictiques d'où ont dérivés, par passage à une reproduction de type mitotique, un certain nombre d'espèce dont *H. trifolii* (Triantaphyllou et Hirschmann, 1964). Toutefois la situation se complique et n'apparaît plus aussi simple qu'on l'avait imaginé en faisant directement dériver *H. trifolii* d'*H. glycines*, lui-même dérivant de *H. schachtii* (Triantaphyllou, 1966).

Cette nouvelle forme diploïde n'est pas proposée comme espèce nouvelle pour éviter d'ajouter à l'imbroglio actuel. Seules des tentatives de croisements avec *H. schachtii*, *H. glycines* et *H. rosii* permettront d'éclairer la situation et il nous semble préférable de la désigner actuellement sous le nom d'*H. trifolii*, 18, du fait de son caryotype.

R E S U M É

Des nématodes apparentés à *Heterodera trifolii* Goffart, 1944 sont à l'origine de dépérissements très graves des cultures d'oeillets dans quelques secteurs de la Côte d'Azur et de la Riviera italienne. Il existe une forme diploïde ($n = 9$) se reproduisant par amphimixie et une autre triploïde à parthénogenèse obligatoire. Celle-ci, de loin la plus répandue, n'attaque que certaines variétés d'oeillets méditerranéens (ou niçois) et jamais l'oeillet américain. L'utilisation de variétés appropriées permet de combattre le parasite et d'éviter le traitement nématicide. A l'inverse, ce type diploïde, inconnu jusqu'à présent, se développe avec intensité sur tous les oeillets testés. Il est heureusement limité à un petit foyer près d'Antibes que l'on s'emploie à éradiquer. La bonne technicité qui règne au niveau de la multiplication des boutures a certainement évité une propagation plus importante.

R I A S S U N T O

Caratteri e specificità di due razze biologiche di Heterodera su Dianthus caryophyllus.

Un'indagine sulle modalità di riproduzione, sulla patogenicità e sul corredo cromosomico delle popolazioni di *Heterodera trifolii* Goffart, 1944, presenti su garofano (*Dianthus caryophyllus* L.) è stata effettuata nelle coltivazioni della Costa Azzurra e della Riviera ligure. Le popolazioni diploidi ($n = 9$), a riproduzione amfimitica, sono risultate patogene per un più elevato numero di ospiti, ma di limitata diffusione (Antibes). Quelle triploidi, a riproduzione

partenogenetica, anche se di più larga diffusione, hanno mostrato, invece, spettro di patogenicità ristretto a un minor numero di piante ospiti, alcune varietà di garofano mediterraneo e trifoglio. La denominazione di *H. trifolii*, 18 viene proposta per il nuovo patotipo diploide.

S U M M A R Y

Characters and specificity of two biological races of Heterodera on Dianthus caryophyllus.

The cyst nematode *Heterodera trifolii* Goffart, 1944 is a serious pest of Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) on the Côte d'Azur and on the Italian Riviera. Populations of this species, with different pathogenicity, reproduction modality and chromosomic number have been observed. The diploid populations ($n = 9$) are amphimictic, less spread, only in the Antibes area, but with larger host range in comparison with the triploid populations that are parthenogenetic, more widespread and limited to some mediterranean carnation varieties, in addition to clover. The name of *H. trifolii* 18 is suggested for the diploid pathotype.

O U V R A G E S C I T É S

- CHATIN J., 1891 - Sur la présence de l'*Heterodera schachtii* dans les cultures d'oeillets à Nice. *Compt. Rend. Acad. Sc. Paris*, 113: 1066-1067.
- DUGGAN J. J. and BRENNAN P. A., 1966 - *Heterodera rosii* (Heteroderidae) a new species of cyst forming nematode from curlet dock (*Rumex crispus* L.). *Ir. J. agric. Res.*, 5: 114-120.
- GOFFART H., 1959 - Über *Heterodera trifolii* Goffart, 1932 (Nematoda: Heteroderidae) an Nelken. *Gartenbauwissenschaft*, 24: 104-107.
- HIRSCHMANN H., 1956 - Comparative morphological studies on the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, and the clover cyst nematode, *H. trifolii* (Nematoda: Heteroderidae). *Proc. helm. Soc. Wash.*, 23: 140-151.
- OOSTENBRINK M., 1955 - On the host plants of the beet eelworm. *Versl. en Meded. Plantenzkten. Dienst.*, 127: 186-193.
- PRILLIEUX E., 1892 - Note sur la maladie vermiculaire des oeillets. *J. Soc. Nat. Hort. Fr.*, Novembre: 533-556.
- RITTER M., 1960 - Les nématodes nuisibles de l'oeillet. *Compt. Rend. Journ. Florales*: 7 pp.
- THORNE G., 1961 - Principles of Nematology. McGraw Hill Book Co., New York, 553 pp.
- TRIANAPHYLLOU A. C. and HIRSCHMANN H., 1964 - Reproduction in plant and soil nematodes. *A. Rev. Phytopath.*, 2: 57-80.
- TRIANAPHYLLOU A. C., 1966 - Polyploidy and reproductive patterns in the root-knot nematode *Meloidogyne hapla*. *J. Morph.*, 118: 403-413.

Accepté pour la publication le 27 Novembre 1974.