

Fiche informative sur les organismes de quarantaine

Radopholus citrophilus* et *Radopholus similis**IDENTITE**

Classement taxonomique: Nematoda: Pratylenchidae

Notes sur la taxonomie et la nomenclature: *Radopholus similis* figure dans la liste A2 OEPP originelle. Sa présence a été signalée dans plusieurs pays de l'OEPP, et l'espèce s'est établie dans certains d'entre eux. *R. similis* est maintenant divisé en deux espèces (Esser et al., 1984; Huettel et al., 1984): *R. similis sensu stricto*, précédemment la 'race banane', qui s'attaque au bananier mais non aux agrumes et qui correspond à l'élément originel de la liste A2, et *R. citrophilus*, précédemment la 'race agrume', qui attaque les agrumes en plus du bananier. Cette dernière n'est pas présente en Europe et figure ainsi dans la liste A1. Il faut néanmoins remarquer que la séparation entre ces deux espèces n'est pas reconnue universellement (Esser et al., 1988).

- ***Radopholus citrophilus***

Nom: *Radopholus citrophilus* Huettel et al.

Synonyme: *Radopholus similis* race agrume (citrus race)

Noms communs: citrus spreading decline nematode (anglais)

Code informatique OEPP: RADO CI

Liste A1 OEPP: n° 161

Désignation Annexe UE: II/A1

- ***Radopholus similis***

Nom: *Radopholus similis* (Cobb) Thorne

Synonymes: *Tylenchus similis* Cobb (synonyme de *R. similis sensu lato*)

Radopholus similis race banane (banana race) (synonyme de *R. similis sensu stricto*)

Noms communs: burrowing nematode, banana toppling disease nematode (anglais)

nemátodo coco, nemátodo barrenador (espagnol)

anguillule mineuse du bananier (français)

Code informatique Bayer: RADOSI

Liste A2 OEPP: n° 126

Désignation Annexe UE: II/A2

PLANTES-HOTES

Les deux espèces attaquent une large gamme de plantes-hôtes, notamment parmi les monocotylédones; des Musaceae (bananier, *Strelitzia*), Araceae (*Philodendron*, *Anthurium*), Marantaceae (*Calathea*), mais aussi quelques dicotylédones (comme par exemple *Piper nigrum*). Plus de 200 espèces (monocotylédones et dicotylédones) sont décrites comme plantes-hôtes de *R. similis sensu lato*, mais en général incidemment (à proximité de bananeraies infestées) ou par inoculation artificielle (voir aussi Nuisibilité). Cette large gamme de plantes-hôtes appartiendrait aux deux espèces soeurs. Par ailleurs, *R. citrophilus* attaque et endommage spécifiquement les agrumes. La plus grande partie de ces plantes-

hôtes sont des cultures ornementales importantes dans la région OEPP et les agrumes sont de haute importance pour la zone méditerranéenne.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

- ***Radopholus citrophilus***

OEPP: absent.

Afrique: Côte d'Ivoire.

Amérique du Nord: n'existe qu'aux Etats-Unis (en Florida, où sa description remonte à 1953 (Suit & Du Charme, 1953), et à Hawaï).

Amérique Centrale et Caraïbes: Cuba, République Dominicaine, Porto Rico.

Amérique du Sud: Guyana.

UE: absent.

- ***Radopholus similis***

Largement répandu dans les régions productrices de bananes du monde, et présent dans les serres dans les régions tempérées (Orton Williams & Siddiqi, 1973; O'Bannon, 1977).

OEPP: établi localement sur plantes ornementales en serre, en Allemagne, Belgique, France, Italie et Pays-Bas; localement établi au Portugal également (Madeira). Présent en Egypte et au Liban. Sa présence a aussi été signalée au Danemark mais il est maintenant éradiqué.

Asie: Brunei Darussalam, Inde (Arunachal Pradesh, Goa, Karnataka, Kerala, Madhya Pradesh, Maharashtra, Orissa, Tamil Nadu), Indonésie (Sumatra), Japon (non confirmé), Malaisie (péninsule), Oman, Pakistan, Philippines, Sri Lanka, Thaïlande, Yémen.

Afrique: Afrique du Sud, Burundi, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Egypte, Ethiopie, Gabon, Ghana, Guinée, Kenya, Madagascar, Malawi, Maurice, Mozambique, Nigéria, République centrafricaine, Réunion, Sénégal, Seychelles, Somalie, Soudan, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe (IAPSC, 1985).

Amérique du Nord: Canada (sous serre en British Columbia, signalements rares), Etats-Unis (Arizona, California, Florida, Louisiana, Texas).

Amérique Centrale et Caraïbes: Barbade, Belize, Costa Rica, Cuba, Dominique, Guadeloupe, Guatemala, Honduras, Iles Vierges (E-U), Jamaïque, Martinique, Panama, Porto Rico, République dominicaine, Saints-Kitts-et-Nevis, Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-les-Grenadines, Trinité-et-Tobago.

Amérique du Sud: Brésil (largement répandu), Colombie, Equateur, Guyane française, Guyana, Pérou, Suriname, Venezuela.

Océanie: Australie (New South Wales, Northern Territory, Queensland, South Australia, Western Australia), Fidji, Polynésie française, Palau, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa, Tonga.

UE: présent.

BIOLOGIE

Les deux espèces sont des nématodes endoparasites mais migrants. Tous les stades du développement se réalisent à l'intérieur des tissus de la plante-hôte, mais le nématode sort des racines si les conditions lui deviennent peu favorables.

R. similis persiste jusqu'à 5 ans dans le sol en l'absence de culture de bananier, sans doute grâce à des plantes-hôtes adventices. La longévité de *R. citrophilus* en l'absence de plante-hôte demeure inconnue, mais est certainement supérieure à 6 semaines, et peut être aussi grande que pour *R. similis*. Les deux espèces se disséminent par les végétaux avec racines, par la terre elle-même et, dans une parcelle plantée, par contact ou rapprochement entre racines, par l'eau d'irrigation, par le matériel agricole, etc. Dans une parcelle, la

progression annuelle serait de 3 à 6 m sur bananier en Amérique Centrale et de 15 m sur agrumes en Floride.

Tous les stades larvaires et les femelles adultes sont infectieux et capables de pénétrer dans les racines sur toute leur surface. Toutefois, la pénétration se fait généralement par la partie apicale. Le nématode creuse les tissus corticaux et s'en nourrit, formant ainsi de grandes cavités. A la différence de *R. similis*, *R. citrophilus* pénètre aussi dans les tissus vasculaires et s'accumule dans le phloème et dans le cambium. Il a été retrouvé dans des racines à 3 m de profondeur en vergers d'agrumes en Floride.

La reproduction se réalise normalement par fécondation, mais la parthénogenèse est possible. Le cycle s'accomplit en 21 jours à 25°C. Chaque femelle pond en moyenne 4 à 5 oeufs par jour durant 2 semaines. En conditions favorables, les populations peuvent se multiplier par 10 en 45 jours. Dans le sol, la densité peut atteindre 3000 individus par kg de terre et dans les racines, elle peut atteindre 100 000 pour 100 g de racines. Il existe des interactions entre les deux espèces et différents champignons telluriques. En général, elles augmentent l'incidence des maladies dues à ces derniers.

DETECTION ET IDENTIFICATION

Symptômes

Sur *Calathea*

L'infestation restreint le développement du système racinaire et réduit ainsi la production. Les feuilles sont plus petites, et leur coloration est altérée, ce qui réduit la qualité commerciale (Hamlen & Conover, 1977).

Sur agrumes

Les arbres qui dépérissent ont un nombre réduit de feuilles, plus petites, et subissent une plus grande mortalité des jeunes rameaux. Les arbres ont tendance à se flétrir, la pousse saisonnière est faible, la nouaison des fruits est mauvaise et la production est limitée, sans toutefois qu'une mortalité importante n'intervienne.

De larges cavités se forment dans les racines; le phloème et le cambium peuvent être totalement détruits, laissant ainsi une zone remplie de nématodes entre ce qui reste des tissus vasculaires et les tissus corticaux. La surface de la lésion peut être fissurée.

Morphologie

- *Radopholus similis*

L'examen microscopique est indispensable pour la confirmation du diagnostic (Orton Williams & Siddiqi, 1973).

Larve

315-400 µm de longueur, portant un stylet de 13-14 µm; la queue se rétrécit en pointe obtuse.

Adulte

520-880 µm (moyenne 670 µm) de longueur. Les femelles ont un stylet de 18 µm muni de boutons basaux arrondis, leur spermathèque est sphérique (sperme souvent en forme de bâtonnet) et leur queue conoïde-allongée. Chez les mâles, la tête est en forme de bouton, à cause de leur zone labiale élevée, l'oesophage et le stylet dégénèrent, la bourse est fortement crénelée et enveloppe les 2/3 de la queue, les spicules sont fortement céphalés, de 18-22 µm, et à extrémités distales pointues.

- *Radopholus citrophilus*

R. citrophilus ne se distingue pas morphologiquement de *R. similis* (Du Charme & Birchfield, 1956); cependant, des observations de microscopie électronique à balayage révèlent de nombreuses différences de diagnostic (Huettel & Yaegashi, 1988). L'orifice cloaco-spiculaire des mâles de *R. citrophilus* porte trois à sept papilles génitales, alors que chez les mâles de *R. similis* il est soit lisse soit porte une ou deux papilles génitales plus

courtes. Les femelles de *R. citrophilus* ont quatre anneaux dans la région vulvaire, celles de *R. similis* en ont cinq.

Méthodes de détection et d'inspection

Il existe quelques différences biologiques, outre leurs plantes-hôtes préférées:

(1) le nombre de chromosomes est de $n=5$ chez *R. citrophilus* alors qu'il est de $n=4$ chez *R. similis* (Huettel & Dickson, 1981; Huettel *et al.*, 1983a).

(2) la comparaison des protéines non enzymatiques sur électrophorogrammes de polyacrylamide fait apparaître une différence d'une bande de protéine majeure chez *R. citrophilus* (Huettel *et al.*, 1983b).

(3) les études du comportement sexuel des espèces ont prouvé que les mâles de *R. similis* sont attirés par les femelles de *R. citrophilus* mais ne s'accouplent pas, peut-être à cause d'une différence de phéromones sexuelles (Huettel *et al.*, 1982).

MOYENS DE DEPLACEMENT ET DE DISPERSION

Les capacités de déplacement naturel de ces nématodes sont limitées. Dans les échanges internationaux, ils peuvent être véhiculés sur les parties souterraines des agrumes, des bananiers et des plantes ornementales et éventuellement dans la terre adhérente. La première introduction dans la zone de l'OEPP (France) s'est faite sur plantes ornementales en provenance des Etats-Unis. Si *R. citrophilus* est surtout dangereux pour les agrumes, son introduction pourrait se faire sur d'autres espèces, notamment les *Anthurium* spp.

NUISIBILITE

Impact économique

- ***Radopholus citrophilus***

En Floride, *R. citrophilus* provoque un dépérissement progressif des agrumes, maladie reconnue importante depuis 1928. Les rendements sont diminués de 40-70% (*Citrus sinensis*, oranger) ou de 50-80% (*Citrus paradisi*, pamplemoussier). Une étude sur 10 ans en vergers sains ou infestés a fait état de rendements moyens de 1338 et de 62 caisses par ha, respectivement. Récemment, un programme de lutte (par autorisation officielle des sites de culture) a fortement diminué l'impact du ravageur (Esser *et al.*, 1988).

- ***Radopholus similis***

R. similis provoque des pertes importantes dans les zones de production de bananes en Australie, en Amérique Centrale et du Sud, en Afrique et dans les îles d'Océanie et aux Antilles. Les symptômes sont décrits en anglais par des termes que l'on peut traduire par pourriture des racines, tête noire, maladie du renversement ou dépérissement. Les bananiers sont en outre plus prédisposés aux affections fongiques.

R. similis a été détecté dans les racines de différentes cultures avoisinant les bananeraies en Afrique tropicale. Il provoque d'importants dégâts sur curcuma, cardamomier, et (aux Fidji) sur gingembre. Des essais d'inoculation artificielle ont démontré les importants dégâts potentiels sur soja, sorgho, maïs et canne à sucre, ainsi qu'un moindre risque pour racines d'aubergine, caféier, tomate et pomme de terre. En Indonésie, *R. similis* a été responsable de la jaunisse de *Peper nigrum* qui, en 1953, avait détruit 90% de cette culture dans ce pays.

En serre, à part les cas connus en Europe, des infestations de *R. similis* ont été signalées au Japon, au Canada et, aux Etats-Unis, en Arizona, Californie, Louisiane et au Texas. Sur *Calathea*, la production commerciale a subi de graves dégâts, notamment quand des plantes-mères cultivées dans le sol sont attaquées et contaminent ensuite tout le système de propagation en bacs.

Lutte

Les nématicides sont utilisés pour la lutte contre *R. similis* et pour l'amélioration des rendements: dans un essai sur bananier en Côte-d'Ivoire, le dibromochloropropane a augmenté les rendements de 22 t ha⁻¹ (101% d'augmentation), l'éthoprophos de 24,4 t ha⁻¹ et le phénamiphos de 30,6 t ha⁻¹. Dans un deuxième essai l'augmentation due à l'éthoprophos était de 188%, et celle due au phénamiphos de 211% pour le premier cycle de production de fruits, alors que ces mêmes augmentations étaient encore supérieures (de 300 et de 411% respectivement) dans le deuxième cycle (Vilardebo, 1974). On pourrait supposer que *R. similis* est ainsi capable de diminuer les rendements de 80%, mais ce chiffre ne tient pas compte d'éventuels autres effets biologiques ou physiologiques des nématicides.

Pour la lutte contre *R. similis* dans la production de *Calathea*, il est recommandé d'utiliser des plantes-mères indemnes du nématode, de pasteuriser les sols, d'utiliser en serre des tablettes surélevées et d'imposer une surveillance phytosanitaire sévère. Certains nématicides (éthoprophos et oxamyl) seraient efficaces par un seul traitement d'arrosage contre *R. similis* sur *C. makoyaha* et *C. insignis*.

Risque phytosanitaire

R. citrophilus est un organisme de quarantaine A1 de l'OEPP (OEPP/EPPO, 1988) qui revêt également une importance de quarantaine pour l'APPPC; *R. similis* est un organisme de quarantaine A2 de l'OEPP. *R. similis* présente un danger pour les plantes ornementales (monocotylédones en particulier) en serre dans toute la région de l'OEPP, ainsi que pour le bananier et l'avocatier dans les zones limitées où elles existent (Maroc, sud de l'Espagne, Israël etc.). Les conditions climatiques et culturelles seraient propices à l'établissement et l'extension de *R. citrophilus* en plein champ dans plusieurs régions méditerranéennes, notamment les zones de culture d'agrumes. D'autre part, *R. citrophilus* pourrait se développer en serre dans tous les pays de l'OEPP, même s'il est impossible pour le moment de déterminer si son potentiel infectieux dans ce milieu diffère de celui de *R. similis*.

MESURES PHYTOSANITAIRES

Les plantes-hôtes racinées en provenance de pays infestés devraient faire l'objet d'inspections soigneuses avant l'exportation et après l'importation. Toutefois, les inspections de routine ne permettront pas de faire la distinction entre les deux espèces, car les échantillons normalement prélevés sont insuffisants pour les analyses nécessaires à la détermination du nombre de chromosomes, du comportement sexuel, des capacités d'attaquer différentes plantes-hôtes ou d'autres tests physiologiques. Les mesures prises envers les pays (ou zones) où *R. citrophilus* est présent doivent donc être plus sévères.

Il serait éventuellement possible de traiter en transit. Sur bananier, il est recommandé de traiter les rejets par enlèvement des tissus décolorés et trempage ensuite dans une préparation de dibromochloropropane, mais ce traitement n'est pas totalement satisfaisant et l'emploi de ce produit est actuellement suspendu dans de nombreux pays (Peachey & Hooper, 1963). Le traitement thermique des rejets est efficace (eau chaude à 55°C pendant 20-25 min.) mais exige des installations coûteuses et n'est pas indemne de phytotoxicité. Ces méthodes n'ont pas encore été expérimentées sur d'autres plantes-hôtes.

En ce qui concerne *R. citrophilus*, l'OEPP recommande (OEPP/EPPO, 1990) que l'importation de végétaux destinés à la plantation d'agrumes, *Fortunella* et *Poncirus* en provenance de pays où ce nématode est présent soit interdite; d'autres plantes-hôtes peuvent également être interdites. Les végétaux avec racines (et le milieu de culture qui les accompagne) d'Araceae, agrumes, *Fortunella*, Marantaceae, Musaceae, *Persea*, *Poncirus* et Strelitziaceae originaires de pays non OEPP doivent provenir d'un lieu de production trouvé indemne du nématode par inspection d'échantillons de racines et de terre au cours de la dernière période de végétation.

En ce qui concerne *R. similis*, l'importation de végétaux avec racines d'Araceae, Marantaceae, Musaceae, *Persea* et Strelitziaceae en provenance de pays non OEPP où ce nématode est présent peut être interdite. Les pays peuvent également exiger que les envois de plantes-hôtes (avec racines) de pays non OEPP proviennent d'un lieu de production trouvé indemne de ce nématode par inspection d'échantillons représentatifs de racines et de terre.

BIBLIOGRAPHIE

- Du Charme, E.P.; Birchfield, W. (1956) Physiologic races of the burrowing nematode. *Phytopathology* **46**, 615-616.
- Esser, R.P.; O'Bannon, J.H.; Rihard, C.C. (1988) The citrus nursery site approval program for burrowing nematode and its beneficial effect on the citrus industry in Florida. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **18**, 579-586.
- Esser, R.P.; Taylor, A.L.; Holdeman, Q.L. (1984) Characterization of burrowing nematode *Radopholus similis* for regulatory purposes. *Nematology Circular of the Florida Department of Agriculture and Consumer Services* No. 113.
- Hamlen, R.A.; Conover, C.A. (1977) Response of *Radopholus similis*-infected *Calathea* spp., container-grown in two soil media, to applications of nematicides. *Plant Disease Reporter* **61**, 532-535.
- Huettel, R.N.; Dickson, D.W. (1981) Karyology and oogenesis of *Radopholus similis*. *Journal of Nematology* **13**, 16-20.
- Huettel, R.N.; Dickson, D.W.; Kaplan, D.T. (1982) Sex attractants and copulatory behaviour in the two races of *Radopholus similis*. *Nematropica* **28**, 360-369.
- Huettel, R.N.; Dickson, D.W.; Kaplan, D.T. (1983a) Chromosome number of populations of *Radopholus similis* from North, Central and South America, Hawaii and Indonesia. *Revue de Nématologie* **7**, 113-116.
- Huettel, R.N.; Dickson, D.W.; Kaplan, D.T. (1983b) Biochemical identification of the two races of *Radopholus similis* by polyacrylamide gel electrophoresis. *Journal of Nematology* **15**, 345-348.
- Huettel, R.N.; Dickson, D.W.; Kaplan, D.T. (1984) *Radopholus citrophilus* n.sp. (Nematoda), a sibling species of *Radopholus similis*. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* **51**, 32-35.
- Huettel, R.N.; Yaegashi, T. (1988) Morphological differences between *Radopholus citrophilus* and *R. similis*. *Journal of Nematology* **20**, 150-157.
- IAPSC (1985) *Distribution maps of major crop pests and diseases in Africa* No. 306, *Radopholus similis*. IAPSC, Yaoundé, Cameroun.
- O'Bannon, J.H. (1977) Worldwide dissemination of *Radopholus similis* and its importance in crop production. *Journal of Nematology* **9**, 16-25.
- OEPP/EPPO (1988) Fiches informatives sur les organismes de quarantaine No. 161 (incorporant No. 126), *Radopholus citrophilus* et *R. similis*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **18**, 533-538.
- OEPP/EPPO (1990) Exigences spécifiques de quarantaine. *Documents technique de l'OEPP* n° 1008.
- Orton Williams, K.J.; Siddiqi, M.R. (1973) *CIH Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* Set 2, No. 27. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Peachey, J.E.; Hooper, D.J. (1963) Chemical treatment of quarantined banana stocks infected with plant parasitic nematodes. *Plant Pathology* **12**, 117-120.
- Suit, R.F.; Du Charme, E.P. (1953) The burrowing nematode and other parasitic nematodes in relation to spreading decline of citrus. *Plant Disease Reporter* **37**, 379-383.
- Vilardebo, A. (1974) Nematicides in tropical and sub-tropical crops. In: *Proceedings of the 7th British Insecticide and Fungicide Conference*, pp. 963-974. British Crop Protection Council, Croydon, Royaume-Uni.