

Le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes au Liban

par PIERRE DAVET

C.D.U. 632.488.32 *Colletotrichum coccodes* (569.3)

Le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes a été signalé sur les organes souterrains de la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) dans la plupart des pays du bassin méditerranéen. Il a, par contre, rarement été reconnu sur les autres Solanacées cultivées dans ces régions. Au Liban, nous l'avons pourtant rencontré fréquemment sur les racines de la Tomate, de l'Aubergine et du Piment, et nous avons montré qu'il représente un des éléments principaux de leur mycoflore parasitaire (Davet, 1968). Il constitue même l'espèce dominante dans un type de désordres racinaires assez caractéristique pour être considéré comme une maladie précise (Davet, 1969). Le but de cette note est de décrire cette maladie, puis de confirmer le pouvoir pathogène du *C. coccodes*, enfin d'étudier si la variabilité morphologique du parasite isolé au Liban correspond à celle qu'ont déjà signalée les auteurs précédents.

Symptômes

Le *C. coccodes* se rencontre généralement dans les régions supérieures du sol, à la base des plus grosses racines et sur toute la longueur des petites racines adjacentes. Sa présence dans les racines entraîne une pourriture brune généralement accompagnée du symptôme caractéristique du « black dot »,

dû à la présence de petits sclérotés noirs à la surface de l'organe attaqué. Lorsque la désintégration de la racine est avancée, l'écorce brune disparaît et le cylindre central est mis à nu. Il peut être lui aussi couvert de sclérotés, mais il reste blanc. L'envahissement d'une racine par le *C. coccodes* n'est cependant pas inéluctablement suivi par l'apparition de sclérotés. Sur les petites racines, en particulier, on observe assez souvent un simple brunissement accompagné de ramollissement. Ce symptôme est peu typique et peut être dû à diverses autres causes, notamment au *Pyrenochaeta lycopersici* Schneider et Gerlach. Parfois le brunissement est très peu accusé. La racine présente à l'oeil nu des petites striations noirâtres discontinues qui sont dues à la formation par le champignon de soies semblables aux soies des acervules, isolées ou groupées par deux ou trois, sans qu'un stroma soit visible à leur base. Cette manifestation discrète se rencontre dans les premiers stades de la maladie ou, plus tard, sur des racines dont l'écorce est particulièrement épaisse (grosses racines ou racines ligéuses parasitées par le *P. lycopersici*).

Les plantes réagissent à l'infection par l'émission de racines adventives. Les plus atteintes jaunissent précocement et se fanent, présentant l'aspect de plantes atteintes

d'une maladie vasculaire, mais on n'observe pas de brunissement des éléments conducteurs des tiges.

Epidémiologie

Nous avons isolé le *C. coccodes* sur les racines de la Tomate, de l'Aubergine et du Piment (ainsi que sur les organes souterrains de la Pomme de terre) dans toutes les régions du Liban où ces plantes sont cultivées. Son importance dans les cultures varie beaucoup d'une année à l'autre. Elle semble, au moins en partie, dépendre de la pluviosité. Ainsi, en 1969, année exceptionnellement pluvieuse, le champignon est beaucoup moins abondant que les deux années précédentes. Les conditions les plus favorables pour son développement semblent être un temps sec, un sol léger ou bien drainé, et des températures moyennes.

Le *C. coccodes* peut être présent sur les racines de la Tomate depuis le repiquage jusqu'à la fin de la culture. Nous avons même constaté un cas de contamination en pépinière. Mais en général, l'attaque sur les racines est surtout notable à partir de la floraison, et elle se développe jusqu'à la fin de la culture. C'est pendant la période de

production des fruits que les sclérotés apparaissent en abondance. Cependant on peut en trouver sur des plantes beaucoup plus jeunes.

Chez l'Aubergine et le Piment, nous n'avons mis le *C. coccodes* en évidence que six à huit semaines après la plantation. Les sclérotés se forment ensuite assez rapidement. Le champignon est très répandu sur l'Aubergine: c'est l'espèce la plus fréquemment isolée à partir des racines de cette plante (Davet, 1968). Il est assez rare chez le Piment.

Pouvoir pathogène

L'évaluation des dégâts directement imputables au *C. coccodes* est difficile à faire en plein champ. Ainsi, dans une parcelle de tomates de mauvaise végétation, dans le 'Akkar, nous avons observé jusqu'à 35 % (en poids) de racines portant des sclérotés au début de la production des fruits, et 50 % un mois plus tard. Mais la plupart des plantes étaient également atteintes de fusariose. Dans d'autres cas, c'est la maladie des racines liégeuses (Tomate) ou la verticilliose (Aubergine) que l'on rencontre en même temps que le *C. coccodes*. Il nous a donc paru indispensable de procéder à des inoculations expérimentales.

Les inoculations ont été faites dans des pots sur des tomates de la variété 'Marmande', soit en mélangeant une culture du champignon à la terre, soit en incorporant dans les pots des fragments de racines infectés, soit en trempant les racines des plantes dans des suspensions de spores. Les résultats d'une de ces inoculations sont indiqués à titre d'exemple dans le Tableau I. Le *C. coccodes* inoculé seul provoque une pourriture brune du système racinaire. Le poids total des racines et le poids des fruits produits

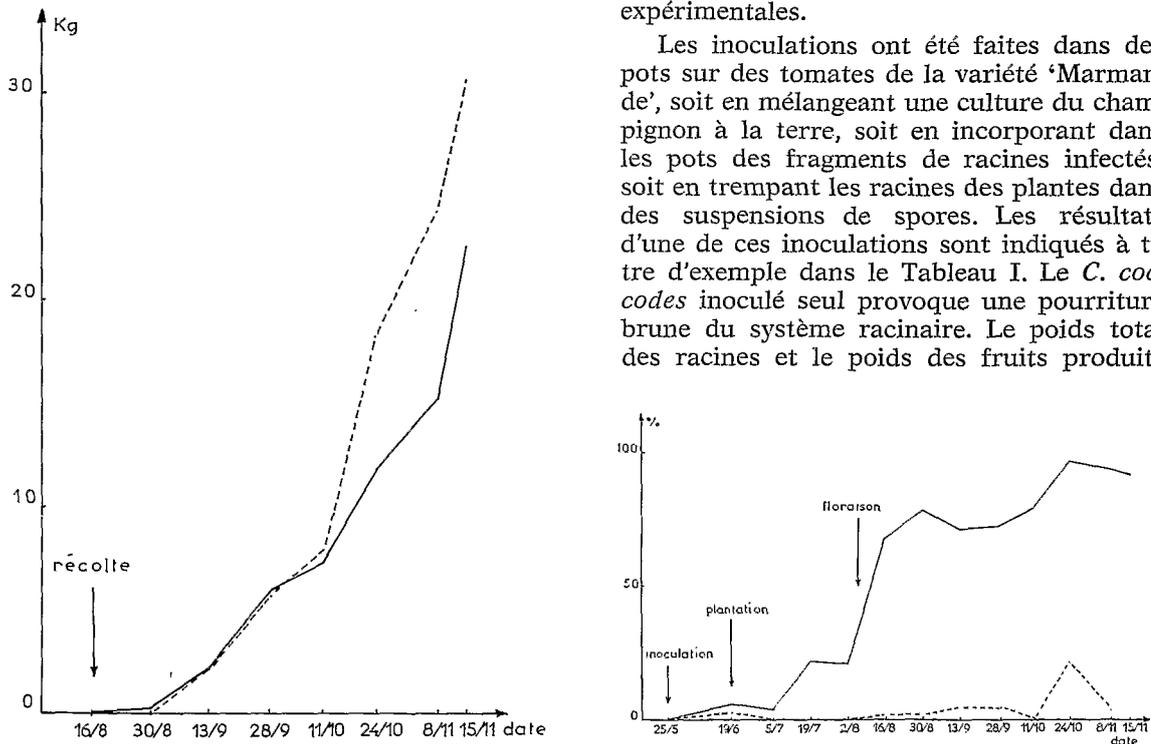


Fig. 1 - Inoculation en plein champ de tomates de la variété 'Marmande' par le *Colletotrichum coccodes*. a) en ordonnées: pourcentage de racines brunes, calculé par pesée après séchage à l'air. b) ordonnées: récoltes cumulées de fruits, en kg. Traits pleins: plantes inocuées; traits tiretés: témoins.

Fig. 1 - Influence of *Colletotrichum coccodes* infections on the yield of Tomato 'Marmande': a) percentage of brown root rot calculated by weighting air-dried roots; b) cumulative yield of Tomato (kg). Continuous line: inoculated plants; broken line: control plants.

TABLEAU I - Inoculation expérimentale en pots de tomates (variété 'Marmande'), âgées de 6 semaines, par dépôt de fragments de racines infectés contre les racines. Les résultats sont exprimés en pourcentage des témoins.

TABLE I - Pot experiment of 6 weeks 'Marmande' tomatoes inoculated by placing fragments of infected roots on the roots of the plants. Data are expressed as percentages of the control.

	Nombre de fruits <i>Number of fruits</i>	Poids de la récolte <i>Weight of fruits</i>	Poids des racines <i>Weight of roots</i>
Témoins <i>Control</i>	100	100	100
Tomates inoculées <i>Inoculated tomatoes</i>	58	32	21

sont inférieurs à ceux des témoins. Il en est de même avec l'Aubergine.

Nous avons aussi réalisé une inoculation en plein air, dans des conditions normales de culture. Des tomates (variété 'Marmande') ont été repiquées à 8 semaines dans des petits pots contenant de la terre et 100 g de grains de blé concassés ensemencés avec le champignon un mois auparavant. Elles ont été plantées un mois plus tard, sur trois rangs, dans une terre assez argileuse n'ayant pas porté de culture depuis au moins deux ans. Les fruits ont été récoltés dans la rangée centrale; les rangées latérales ont servi à des prélèvements, tous les quinze jours, pour l'examen des racines. L'essai comprenait également trois rangs de témoins.

Après une période d'incubation de 5 à 6 semaines, le *C. coccodes* s'est rapidement développé sur les racines des tomates (Fig. 1). Les premiers sclérotés ont été observés 40 jours après l'inoculation; au prélèvement suivant, ils étaient abondants à la base des racines de toutes tailles. Une brusque extension de la proportion de racines atteintes a coïncidé avec l'apparition des premiers fruits. A cette époque cependant, l'attaque était encore superficielle, plus ou moins limitée à l'écorce. C'est seulement 4 mois après l'inoculation que l'attaque est devenue profonde et que l'on a observé des pourritures racinaires: précisément, à ce moment, la courbe des récoltes cumulées commence à s'écarter de celle des plantes témoins: en fin de culture, la production de ces dernières est supérieure de plus du tiers, à la production des tomates inoculées par le *C. coccodes*. Aucune infection vasculaire n'a été décelée dans les tomates en fin de culture.

Principales formes de *Colletotrichum coccodes* isolées

A deux exceptions près (un isolement non pigmenté et un isolement ne formant pas

de sclérotés, provenant de racines d'Aubergine) toutes les cultures primaires ont le même aspect sur un milieu à la pomme de terre glucosé (P.D.A.): peu de mycélium aérien, bords de la culture blanchâtres, présentant en général une coloration améthyste pâle et fugace quand la température ambiante s'abaisse au-dessous de 18° C, centre foncé, gris-vert à noir, sclérotés nombreux et distincts, conidies mycéliennes abondantes. Toutes les cultures sont restées conformes à leur type au cours des repiquages, commencés, pour certaines, il y a plusieurs années, sauf une qui a perdu la faculté de produire des sclérotés et qui est devenue uniquement mycélienne et non pigmentée.

Nous avons choisi vingt populations provenant de régions différentes du Liban et d'hôtes différents, et nous avons étudié pour chacune d'elles 15 à 20 isollements monospores, ou « souches », afin de voir si elles étaient homogènes d'un point de vue morphologique. Messiaen (1955), Schmiedeknecht (1956), puis Chesters et Hornby (1965) ont vérifié que les conidies, monocellulaires, ne contiennent qu'un seul noyau. Après avoir utilisé plusieurs substrats, le milieu P.D.A. nous a paru suffisant pour différencier nos souches. Les observations ont été faites dans des boîtes de Petri incubées pendant 4 jours à 24° C, puis laissées à la lumière diffuse, à la température du laboratoire (18 à 22° C) pendant 5 jours.

Il est possible de classer les souches étudiées en trois grandes catégories, qui peuvent elles-mêmes être subdivisées ainsi:

1) souches à gros sclérotés (diamètre moyen compris entre 200 et 300 μ):

— souches conformes à la description faite plus haut. C'est de loin le type le plus courant.

— souches totalement dépourvues de pigment (souches « albinos » de Chesters et Hornby, 1965).

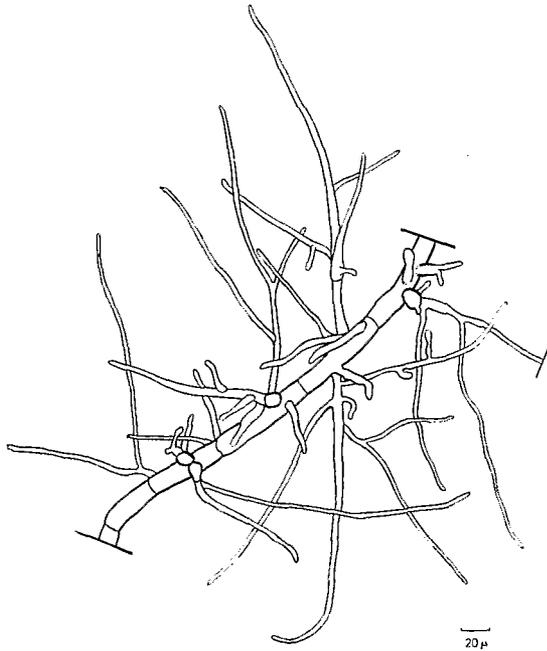


Fig. 2 - Début de formation d'un sclérote chez une souche à petits sclérotites: émission de filaments assez longs et peu serrés perpendiculairement à un hyphe de gros diamètre.

Fig. 2 - A sclerotium initial from a strain with small sclerotia. The somewhat long and sparse ramifications are borne at right-angle on a larger hypha.

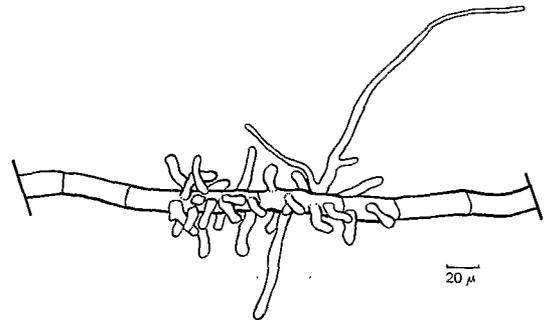


Fig. 3 - Début de formation d'un sclérote chez une souche à gros sclérotites: ramifications nombreuses et trapues, perpendiculairement à un hyphe de gros diamètre.

Fig. 3 - A sclerotium initial from a strain with large sclerotia. The short and numerous ramifications are borne at right-angle on a larger hypha.

2) souches à petits sclérotites (diamètre moyen inférieur à 200μ). L'aspect général est le même que celui décrit plus haut, mais les sclérotites sont plus petits et plus nombreux.

3) souches ne formant pas de sclérotites, ou seulement des ébauches très petites:

— souches non pigmentées, produisant peu ou pas de spores.

— souches colorées en jaune vif, formant des spores en abondance.

La texture des gros sclérotites est en général plus compacte que celle des petits. Ceci peut se constater dès les premiers stades de leur formation, au moment du bourgeonnement latéral des cordons mycéliens autour desquels ces organes se construisent (Blakeman et Hornby, 1966). Chez les souches à petits sclérotites, ces ramifications sont moins massives et moins serrées que chez les souches à gros sclérotites (Fig. 2 et 3). Les gros filaments mycéliens qui servent d'axes aux sclérotites existent chez certaines des souches dépourvues de sclérotites. Ils portent sur toute leur longueur des ramifications peu denses qui n'évoluent pas.

On ne note pas de différence d'une souche à l'autre dans la taille des conidies.

Si l'on considère la répartition des formes décrites ci-dessus en fonction de l'origine de l'isolement, on peut faire la constatation suivante: les souches provenant de racines de Tomate sont toutes du type pigmenté à gros sclérotites; aucune exception n'a été notée sur 207 souches étudiées. Les 23 souches obtenues à partir d'un isolement de Pomme de terre sont également de ce type. Toutes les variantes observées proviennent d'isollements pratiqués sur des racines d'Aubergine: ces populations fournissent en général le type « normal » et un autre type.

Toutes les souches se sont montrées stables dans les tubes de culture. Dans les boîtes de Petri on observe parfois des secteurs qui diffèrent du reste de la culture par une pigmentation plus intense ou moins intense, ou la présence de mycélium aérien. La modification est parfois plus importante et porte sur le type des sclérotites: des souches à gros sclérotites donnent des secteurs à petits sclérotites, et viceversa. Selon les cas, ces modifications restent stables, ou l'on assiste à un retour au type d'origine.

Nous avons étudié la croissance de ces souches sur milieu P.D.A. en fonction de la température. Pour la majorité de nos isollements monospores, la température optima-

le se situe aux alentours de 24° C, c'est-à-dire au-dessous des températures optimales généralement signalées pour le *C. coccodes* (28 à 30° C). Pour quelques souches seulement l'optimum est proche de 28° C. La croissance de toutes les souches est déjà nettement contrariée à 31° C, alors qu'elle est encore bonne à 20° C. Nous n'avons pas remarqué que les souches à petits sclérotés poussent moins vite que les souches à gros sclérotés, comme le signalent Chesters et Hornby (1965). La vitesse et l'optimum de croissance sont indépendants du type morphologique et de l'origine de l'isolement. Il y a d'ailleurs peu de différences entre les vitesses de croissance des diverses souches à leur température optimale. Une seule exception: une souche à croissance très lente provenant de racines d'Aubergine.

Discussion

Les populations de *C. coccodes* issues des racines de Tomate se sont montrées remarquablement homogènes, toute la descendance monospore étudiée étant du même type: pigmenté à gros sclérotés. Chesters et Hornby (1965) avaient obtenu des formes à gros sclérotés et des formes à petits sclérotés sur la Tomate, mais ils avaient constaté aussi que les isolements monospores qui en étaient issus restaient semblables au type culturel d'origine, quelques variants apparaissant seulement après plusieurs repiquages, sous forme de secteurs.

Au contraire, l'Aubergine fournit, dès les premiers isolements, plusieurs types culturels et la plupart des populations, même si elles paraissent homogènes, comprennent en fait des formes variées. Il faut sans doute admettre que les racines d'Aubergine constituent un substrat très différent de celles de la Tomate et favorisent une certaine hétérogénéité des populations. Cependant la gamme des formes obtenues ne diffère pas de celles déjà décrites ailleurs sur la Tomate ou sur la Pomme de terre.

La relative rareté des formes mycéliennes est due sans doute à une action sélective du milieu, les souches à sclérotés étant mieux adaptées à la survie dans le sol.

Si, d'un point de vue morphologique, nos cultures se comportent comme les autres isolements venant de Solanacées, elles s'écartent par leurs exigences thermiques et sont à rapprocher, de ce point de vue, des souches parasites du Chanvre étudiées par Hoffmann (1959).

Le pouvoir pathogène du *C. coccodes* vis-à-vis de la Tomate et de l'Aubergine est encore à l'heure actuelle un sujet de controverse. Mac Neill (1955, 1957) lui attribue des

pertes élevées dans des cultures de tomates en serre ou en plein champ. Forlot (1967) le considère également comme pathogène. Messiaen et Lafon (1963), Dunn et Hughes (1964), Last et Ebben (1966) estiment au contraire qu'il ne s'agit que d'un parasite secondaire associé à la maladie des racines liégeuses. Nous avons montré (Davet, 1968 a) qu'au Liban il s'agit plutôt d'une coïncidence que d'une association, et que chaque parasite évolue indépendamment de l'autre. En fait, les observations sur le *C. coccodes* ont été faites dans des conditions très différentes les unes des autres et ne sont pas forcément contradictoires. Le climat, le type de sol et la technique culturale sont des facteurs à prendre en considération. Nous avons vu que la diminution de récolte était surtout sensible vers la fin de la culture. Si les plantes sont taillées, ce qui est généralement le cas des cultures en serre et des cultures de primeur, dont la production est limitée à celle des 3 ou 4 premiers bouquets floraux, l'attaque pourra passer inaperçue. Mais il n'en sera pas de même avec des cultures de plein champ non taillées, dont toute la production est récoltée. Ceci explique, à notre avis, une partie des divergences entre les expérimentateurs. Il serait intéressant d'étudier à quelle modification physiologique précise, au moment de la floraison, correspond l'extension rapide du parasite dans les racines.

L'observation d'O'Gara (1917) notant 90 % d'aubergines fanées dans un champ à cause du *C. coccodes*, en l'absence d'une maladie vasculaire, représente sans doute un cas extrême. Mais d'un autre côté nous pensons que le rôle du *C. coccodes* ne doit pas être sous-estimé, notamment dans les cultures de plein air du bassin méditerranéen.

Résumé

Le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes au Liban provoque une pourriture brune des racines des Aubergines, des Tomates et des Piments. Il est répandu partout, mais en moins grande abondance pendant les années pluvieuses. Des inoculations expérimentales ont confirmé son pouvoir pathogène. Dans un essai en plein champ la proportion de racines malades de Tomates était supérieure à 90 % en fin de récolte et la production totale de fruits représentait moins des 3/4 de celle des témoins. Le développement de la maladie est lent jusqu'à l'apparition des premiers fruits. Les symptômes s'étendent ensuite jusqu'à la fin de la culture.

Les isolements provenant de la Tomate constituent des populations homogènes, pigmentées et à gros sclérotés. Les populations provenant de l'Aubergine sont au contraire hétérogènes et comprennent des formes à gros sclérotés, pigmentées ou non, des formes à petits sclérotés et des formes sans sclérotés. La température optimale de développement de la majorité des

souches monospores étudiées est voisine de 24° C sur milieu pomme de terre glucosé.

Summary

COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR.) HUGHES IN LEBANON.

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes causes a brown root rot of Eggplant, Tomato and Pepper in Lebanon. The disease is less severe in the rainy seasons. The pathogenicity of the fungus has been proved experimentally. In a field trial the percentage of diseased Tomato roots at the end of harvesting was above 90 %, and the yield was less than 3/4 of that of the controls.

The disease development is slow up to fruit setting. Later, the symptoms develop more and more until the end of the culture.

The Tomato isolates of the fungus constitute homogeneous pigmented populations with large sclerotia. On the contrary, the Eggplant isolates are heterogeneous and include pigmented or non-pigmented forms with large sclerotia, forms with small sclerotia and forms with no sclerotia.

The optimum growth temperature on potato dextrose agar for most single-spore isolates is near 24° C.

Riassunto

COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR.) HUGHES NEL LIBANO.

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes causa un marciume bruno delle radici della Melanzana, del Pomodoro e del Peperone in tutte le regioni del Libano. La gravità degli attacchi è minore nelle annate piovose.

La patogenicità di questo parassita è stata confermata con prove d'inoculazione artificiale. In una prova eseguita in pieno campo, la percentuale di radici malate di Pomodoro al termine della raccolta è stata superiore al 90 % e la produzione totale di frutti è stata meno dei 3/4 di quella dei testimoni.

La malattia ha un decorso lento fino all'apparizione dei primi frutti. In seguito, i sintomi si manifestano sempre più, fino alla fine della coltura.

Gli isolati provenienti dal Pomodoro sono costituiti da popolazioni omogenee, pigmentate e con sclerozi grandi. Gli isolati ottenuti da Melanzana sono, invece, eterogenei e comprendono forme con sclerozi grandi, pigmentate o no, forme con sclerozi piccoli e forme senza sclerozi.

La temperatura ottimale di accrescimento

della maggior parte dei ceppi monoconidici allevati su patata-destrosio-agar è stata di circa 24° C.

BIBLIOGRAPHIE

- BLAKEMAN J. P. et D. HORNBY, 1966. The persistence of *Colletotrichum coccodes* and *Mycosphaerella ligulicola* in soil, with special reference to sclerotia and conidia. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 49, 227-240.
- CHESTERS C. G. C. et D. HORNBY, 1965. Studies on *Colletotrichum coccodes*. I. The taxonomic significance of variation in isolates from tomato roots. *Trans. Br. mycol. Soc.* 48, 573-581.
- DAVET P., 1968. Observations sur la mycoflore des racines de quelques plantes maraichères du Liban. *Revue Mycol.* (sous presse).
- DAVET P., 1968 a. La pourriture brune des racines de tomate au Liban. *Cah. O.R.S.T.O.M., série Biologie* (sous presse).
- DAVET P., 1969. Quelques agents de nécrose des racines de tomate au Liban. *Annals Phytopath.*, 1, n. hors-série, 127-131.
- DUNN E. et W. A. HUGHES, 1964. Interrelationship of the Potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis* Woll., *Rhizoctonia solani* Kühn and *Colletotrichum atramentarium* (B. et Br.) Taub., on the growth of the Tomato plant. *Nature, Lond.*, 201, 413-414.
- FORLOT P., 1967. Recherches sur les interactions de *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes et de ses hôtes principaux: *Solanum tuberosum* L. et *Lycopersicum esculentum* L. *Phytopath. Z.*, 59, 249-266.
- HOFFMANN G. M., 1959. Untersuchungen über die Anthracnose des Hanfes. *Phytopath. Z.*, 35, 31-57.
- LAST F. T. et M. EBBEN, 1966. The epidemiology of Tomato brown root rot. *Ann. appl. Biol.*, 57, 95-112.
- MAC NEILL B. H., 1955. *Colletotrichum* root rot of greenhouse tomatoes. *Pl. Dis. Repr.*, 39, 45-46.
- MAC NEILL B. H., 1957. *Colletotrichum atramentarium* in field tomatoes. *Pl. Dis. Repr.*, 41, 1032.
- MESSTIEN C. M., 1955. Sur quelques anthracoses des plantes cultivées. *Annals Epiphyt.*, 6, 285-299.
- MESSTIEN C. M. et R. LAFON, 1963. Les maladies des plantes maraichères. I.N.R.A., Paris, 1, 153 pp.
- O'GARA P. J., 1917. The occurrence of *Colletotrichum solanicum* O'Gara on eggplant. *Phytopathology*, 7, 226-227.
- SCHMIEDEKNECHT M., 1956. Untersuchung des Parasitismus von *Colletotrichum atramentarium* (B. et Br.) Taub. an Kartoffelstanden *Solanum tuberosum* L. *Phytopath. Z.*, 26, 1-30.

INSTITUT LIBANAIS DE RECHERCHES AGRONOMIQUES, MISSION O.R.S.T.O.M.
LABORATOIRE DE PHYTOPATHOLOGIE, JDEÏDEH EL METN - FANAR, LIBAN

PIERRE DAVET

Le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes au Liban

*Extrait de la "Phytopathologia Mediterranea",
Vol. IX - n. 1, 1970 - pag. 29-34*



Edizioni Agricole Bologna - Italia

25 JAN. 1974

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 6617 Phyt.