

Recherches sur le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. II. Étude des sources d'infection au Liban

par PIERRE DAVET (*)

Phytopath. medit. (1971), 10, 159-163

Introduction

Le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes peut théoriquement contaminer les cultures selon deux voies différentes: soit par les parties aériennes, d'où il peut ensuite gagner le système racinaire (Jakubczyk, 1962; Pantidou et Schroeder, 1955), soit par le sol où les racines en se développant rencontrent l'inoculum provenant des plantes hôtes des cultures précédentes. Nous nous proposons d'étudier quels sont les modes de transmission qui doivent être envisagés au Liban, et quelles plantes peuvent être considérées comme des hôtes du *C. coccodes*.

Infection par les parties aériennes

Au laboratoire, la plupart de nos isolaments, provenant de racines d'Aubergine, de Piment, de Pomme de terre ou de Tomate, sont capables de provoquer des taches plus ou moins étendues lorsqu'on dépose quelques gouttes d'une suspension de spores sur la face inférieure de feuilles de Tomate lavées et maintenues à 25° C dans de l'eau stérile additionnée de streptomycine. Il apparaît en moins de deux jours des petites lésions brunes, entourées d'un halo jaune, souvent coalescentes, d'où l'on peut réisoler le *C. coccodes*. Sur des plantes entières main-

tenues dans une enceinte saturée d'humidité, nous avons obtenu des taches foliaires en moins d'une semaine. Nous avons pu aussi obtenir facilement des lésions sur des fruits mûrs de tomate, en chambre humide, à condition de blesser légèrement l'épiderme avec une aiguille flambée. Une tache déprimée apparaît, sur les bords de laquelle se forment généralement quelques sclérotés.

Cependant nous n'avons jamais observé d'attaque sur le feuillage dans la nature, pas plus que des taches sur les fruits. D'autre part, malgré des isolements systématiques sur des feuilles basses de Tomate ou d'Aubergine, nous n'avons jamais pu mettre en évidence ce champignon, même lorsqu'il se trouvait en abondance sur leurs racines.

Infection par le sol

Le champignon se conserve dans le sol grâce aux sclérotés formés sur les racines des cultures précédentes. Ces sclérotés germent, dans des conditions encore mal définies, soit en émettant des filaments mycéliens, soit en se transformant en acervules sporifères. Hornby (1968) a montré qu'il suffisait d'un seul sclérote placé sur une racine non blessée pour réussir l'infection. Un contact étroit entre le sclérote et la racine n'est même pas nécessaire puisque les hyphes peuvent parcourir librement quelques millimètres dans le sol (Davet, 1970).

(*) Avec la collaboration technique de N. Abou Hadir.

Une infection des racines par les conidies est-elle possible? Nous savons déjà que leur germination, normalement inhibée dans le sol, est cependant possible en présence de racines vivantes (Brochard, 1968; Davet, 1970). La réussite des inoculations expérimentales lorsqu'on plonge les racines d'une plante sensible dans une suspension de spores montre d'autre part que les tubes germinatifs sont capables d'assurer la pénétration et l'installation du parasite. Il reste à savoir si les conidies peuvent être considérées comme un moyen de dispersion. Burges (1950) a montré que les spores enrobées d'une substance mucilagineuse (ce qui est le cas du *C. coccodes*) étaient rapidement entraînées dans le sol par les eaux de pluie. Plus tard, Park (1959), étudiant le passage du *Fusarium oxysporum* Schl. d'un sol infesté à un sol non contaminé, sous l'effet d'un courant d'eau, a constaté que les conidies pouvaient être transportées à des distances relativement importantes dans le sens du courant, et qu'une certaine dispersion pouvait même avoir lieu dans un sens perpendiculaire à celui du courant. L'expérience suivante confirme que les conidies du *C. coccodes* peuvent être entraînées par l'eau dans le sol et montre que, si elles sont capables de germer au voisinage des racines, elles peuvent également les infecter. Des pots contenant un sol argilo-sableux reçoivent chacun une graine de Tomate ('Marmande'). Environ sept semaines après le semis, on arrose une partie des plantes avec une suspension de spores du *C. coccodes* en ayant soin de ne pas mouiller la base des tiges, protégées par un buttage. L'opération est répétée trois autres fois, à une semaine d'intervalle. Le reste du temps ces plantes sont, comme les témoins, arrosées à l'eau ordinaire. Les tomates sont arrachées six semaines après le début de l'essai: les racines des plantes arrosées avec les suspensions de spores sont brunes et couvertes de sclérotés, alors que les plantes témoins sont parfaitement saines.

Etude de la gamme d'hôtes

Un assez grand nombre de plantes appartenant à des familles botaniques très différentes ont été mentionnées comme des hôtes possibles du *C. coccodes* (Chesters et Hornby, 1965; Forlot, 1965). Il importait de savoir si les cultures maraîchères pouvaient être classées comme sensibles ou résistantes. Aussi avons-nous systématiquement testé le parasitisme de ce champignon sur les espèces les plus couramment cultivées dans la région. Les plantes sont inoculées, quel-

ques semaines après la levée, en trempant leurs racines préalablement lavées à l'eau dans des suspensions de spores contenant environ 10 conidies par ml d'un isolement provenant de racines de Tomate. Elles sont ensuite mises en pots et conservées au laboratoire avec un éclairage artificiel d'appoint. Des prélèvements sont faits régulièrement et des fragments de racines sont mis en culture après désinfection superficielle pour vérifier la présence du *C. coccodes*. En cas de résultat négatif, une nouvelle série d'inoculations a été réalisée. Les résultats sont résumés dans le Tableau I.

Il ressort de nos essais que la Carotte est la seule plante chez qui on n'ait pu mettre à aucun moment en évidence le *C. coccodes*. Dans tous les autres cas le champignon est encore présent au moins 10 semaines après le début de l'expérience. En fait, il ne manifeste de pouvoir pathogène que vis-à-vis de l'Aubergine, du Piment et de la Tomate; des inoculations croisées avec divers isolements provenant de ces trois plantes ne font pas apparaître de spécificité. Les racines des Crucifères, des Cucurbitacées et du Haricot présentent parfois quelques brunissements et peuvent porter des sclérotés. Le fait est plus rare chez la Laitue, le Persil et l'Oignon.

Les plantes maraîchères de la famille des Solanacées sont donc de loin les plus sensibles. Aussi avons-nous étendu nos essais d'inoculation à d'autres espèces de cette famille existant au Liban. Les résultats sont présentés dans le tableau II. Le *C. coccodes* a pu être réisolé chez toutes les plantes inoculées, à l'exception du Pétunia cultivé qui paraît réfractaire. Le degré de sensibilité varie autant à l'intérieur de la famille qu'entre plantes appartenant à des familles différentes: les racines de Tabac et de Datura ne présentent pas de symptômes, tandis que l'on peut observer de nombreuses racines brunes portant des sclérotés chez le *Solanum nigrum* L. et le *Physalis peruviana* L. Les expériences avec les Solanacées spontanées ont été reprises en utilisant non plus des suspensions de spores mais de la terre artificiellement contaminée. Deux autres plantes spontanées très courantes ont été ajoutées aux essais: le *Cynodon dactylon* (L.) Persé et l'*Amaranthus retroflexus* L. Les isolements, pratiqués environ deux mois après la plantation dans la terre contaminée, ont fourni des cultures de *C. coccodes* dans le cas du *Datura stramonium* L., du *S. nigrum*, du *P. peruviana* et de l'*A. retroflexus*. Les lésions sur les racines étaient rares ou inapparentes, et le nombre de cultures très faible par rapport au nombre d'isolements fournis par des racines de tomates inoculées

TABEAU I. - Résultats d'inoculations de diverses plantes maraîchères par un isolement du *C. coccodes* provenant de racines de Tomate.

TABELLA I. - Risultati di inoculazioni eseguite su diverse piante ortensi con un isolato di *C. coccodes* proveniente da radici di Pomodoro.

Espèces inoculées <i>Specie inoculate</i>	Age au moment de l'inoculation <i>Età delle piante al momento dell'inoculazione</i>	Réisolement du <i>C. coccodes</i> après jours: <i>Reisolamento di C. coccodes dopo giorni:</i>			
		30	45	60	75
Aubergine cv. BlackBeauty	4 semaines	+	+	+	+
Carotte cv. locale	6 semaines	—	—	—	—
Chou cv. locale	3 semaines	+	+	+	+
Concombre cv. locale	3 semaines	+	+	+	—
Courge cv. locale	4 semaines	+	+	+	+
Haricot cv. Gloire d'Aubagne	2 semaines	+	+	+	+
Laitue cv. Romaine locale	3 semaines	+	+	+	+
Melon cv. Chilian black	3 semaines	+	+	+	+
Oignon cv. White Portugal	4 semaines	+	+	+	+
Persil cv. Hardy Italian	5 semaines	—	+	+	+
Piment cv. California Wonder	6 semaines	+	+	+	+
Radis cv. locale	3 semaines	+	+	+	+
Tomate cv. Marmande	4 semaines	+	+	+	+

dans les mêmes conditions. Le *Cynodon dactylon* n'a donné aucune culture de *C. coccodes*.

Discussion

Le *C. coccodes* a été décrit dans plusieurs régions (en général sous le nom de *C. phomoides*) comme un parasite sérieux des fruits de la Tomate. Nous avons vu que de telles manifestations étaient inconnues au Liban. Les aptitudes parasitaires du champignon ne semblent cependant pas en cause, puisqu'on peut obtenir expérimentalement des lésions typiques sur les fruits mûrs. Il est vraisemblable que les conditions climatiques ne sont pas favorables à une infection des parties aériennes: les cultures de demi-saison (automne, printemps) se font sur la côte, où la température moyenne est inférieure à 20° C quand l'humidité est suffisante; les cultures d'été sont pratiquées en altitude dans la Béqaa où les températures diurnes sont élevées mais l'hygrométrie faible. Ces conditions pourraient évidemment être modifiées si l'irrigation par aspersion remplaçait l'irrigation à la raie, actuellement pratiquée. Il faut aussi observer que les fruits sont presque toujours cueillis, et même commercialisés, avant maturité complète, et l'on sait que l'infection est possible seulement sur les fruits mûrs.

La transmission par le sol paraît donc la règle. Ceci limite les possibilités d'extension rapide à de grandes distances du parasite. Mais il existe un risque de contamination de parcelle à parcelle par les eaux d'irrigation: par transport des sclérotés en

surface et entraînement des conidies par les eaux d'infiltration. Une étude des conditions de germination des sclérotés sur les débris végétaux serait nécessaire pour apprécier l'importance réelle de ce risque.

Une fois présent dans le sol, le *C. coccodes* peut s'y maintenir longtemps (Blakeman et Hornby, 1966). Son activité saprophytique y est faible, mais non nulle (Davet, 1970), et la présence d'hôtes intermédiaires peut contribuer à sa survie. Nous avons vu que presque toutes les plantes de l'assolement maraîcher sont des hôtes possibles. Quelques unes d'entre elles avaient déjà été signalées par Chesters et Hornby (1965); plusieurs sont des hôtes nouveaux. Ce résultat, obtenu au laboratoire, doit cependant être nuancé. Nous nous heurtons en effet au même problème que Chesters et Hornby: d'un côté nous avons pu inoculer expérimentalement le *C. coccodes* à un grand nombre de plantes; d'un autre côté nous ne l'avons jamais, jusqu'à présent, rencontré sur les racines de ces plantes dans la pratique. Ceci peut être dû à un trop petit nombre de prélèvements. On peut imaginer aussi que le mode d'inoculation employé (trempage dans des suspensions de spores) est beaucoup plus efficace que la contamination naturelle par la terre. Deux observations pourraient confirmer cette hypothèse: dans nos essais d'inoculation de plantes spontanées, les infections résultantes sont toujours beaucoup plus faibles lorsque nous utilisons de la terre contaminée que lorsque nous employons des suspensions de spores. D'autre part, Chesters et Hornby (1965) n'ont pu infecter l'Oignon, le Haricot ni le Tabac en

TABLEAU II. - Résultats d'inoculations de quelques Solanacées par un isolement du *C. coccodes* provenant de racines de Tomate.

TABELLA II. - Risultati di inoculazioni eseguite su alcune Solanacee con un isolato di *C. coccodes* proveniente da radici di Pomodoro.

Espèces inoculées <i>Specie inoculate</i>	Age au moment de l'inoculation <i>Età delle piante al momento dell'inoculazione</i>	Réisolement du <i>C. coccodes</i> après jours: <i>Reisolamento di C. coccodes dopo giorni:</i>			
		30	45	60	75
<i>Capsicum annuum</i> L.	pour mémoire				
<i>Datura stramonium</i> L.	4 semaines	+		+	
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	pour mémoire				
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	8 semaines	+			+
<i>Petunia hybrida</i> Vilm.	6 semaines	—	—	—	
<i>Physalis peruviana</i> L.	6 semaines	+	+	+	+
<i>Solanum melongena</i> L.	pour mémoire				
<i>Solanum nigrum</i> L. (variétés <i>typicum</i> et <i>miniatum</i>)	4 semaines	+	+	+	+
<i>Solanum tuberosum</i> L.	pour mémoire				

les plantant dans de la terre contaminée, alors que nous avons obtenu un résultat positif en les trempant dans des suspensions de conidies. Il est aisé d'expliquer cette différence si l'on songe que dans les suspensions de spores (même peu concentrées) le *C. coccodes* et l'hôte hypothétique sont seuls en présence, alors que dans le sol une infinité d'autres éléments, et en particulier la flore de la rhizosphère, sont actifs. Il n'en reste pas moins qu'il s'agit bien d'un parasitisme vrai sur les racines des plantes essayées: l'inoculum étant constitué par des conidies, dont la longévité est extrêmement faible, le champignon a forcément manifesté un minimum d'activité parasitaire pour se fixer et se maintenir sur les racines de ses hôtes pendant des périodes atteignant ou dépassant trois mois. On ne peut donc exclure que le maintien ou la multiplication du *C. coccodes*, même si le fait est rare, ne puisse avoir lieu dans la nature sur d'autres hôtes que les Solanacées cultivées, dans les sols où le potentiel infectieux est suffisamment élevé. Ceci pourrait être le cas dans certaines régions de la bande littorale où la Tomate et l'Aubergine sont cultivées de façon presque continue. En Turquie, Bremer (1954) l'a isolé occasionnellement sur diverses plantes adventices, comprenant notamment l'*A. retroflexus* et le *C. dactylon*. Au Liban même, Khatib (communication personnelle, 1969) nous a transmis une souche de *C. coccodes* isolée sur racines d'amandiers en pépinière, et nous avons pu vérifier expérimentalement son pouvoir pathogène sur la Tomate.

Les considérations qui précèdent pourraient faire mettre en doute l'opportunité d'un assolement. Mais il ne faut pas perdre

de vue qu'un fort potentiel infectieux est nécessaire pour parasiter de façon appréciable les cultures autres que l'Aubergine, le Piment, la Pomme de terre et la Tomate. Dans un sol peu ou moyennement contaminé les risques de voir le *C. coccodes* se maintenir sur des hôtes intermédiaires sont très faibles. Tout assolement ne comprenant pas deux années de suite une Solanacée pourrait donc être pratiqué, en évitant cependant l'alternance Solanacées-Cucurbitacées lorsque le *Pyrenochaeta lycopersici* Schn. et Gerl. est présent (Davet, 1969). Par contre, lorsque le sol est fortement contaminé, il semble préférable de recommander une jachère avec un désherbage total, ou à la rigueur une culture de Carottes puisque cette plante ne paraît pas sensible. Rappelons enfin qu'il faut éviter autant que possible d'employer une eau ayant traversé une parcelle infectée pour l'arrosage d'une parcelle saine.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. H. Khatib, chef du Laboratoire de Phytopathologie de Fanar, pour les facilités qu'il nous a accordées pour la réalisation de ce travail.

Résumé

Aucune contamination des parties aériennes de la Tomate par le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes n'a été constatée au Liban, bien que l'infection soit possible expérimentalement. Les conditions climatiques sont vraisemblablement défavorables à ce mode d'infection. Le mode de transmission normal est constitué par les sclérotés provenant des fragments végétaux infectés des cultures précédentes. Les conidies véhiculées par les eaux d'infiltration peuvent également contaminer les racines. Expérimentalement, toutes les plantes maraîchères et les

Solanacées testées, à l'exception respectivement de la Carotte et du Pétunia, ont pu être infectées en trempant leurs racines dans une suspension de conidies. Seuls l'Aubergine, le Piment, la Pomme de terre et la Tomate peuvent être considérés comme sensibles. Les autres ne sont que des hôtes secondaires, dont l'infection n'est possible qu'en présence d'un fort potentiel infectieux; dans la pratique, nous n'avons pas rencontré le *C. coccodes* sur ces plantes, et nous pensons que leur maintien dans la rotation ne présente pas de danger, tout au moins dans les sols peu ou moyennement contaminés.

Riassunto

RICERCHE SU COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR.) HUGHES. II. STUDIO SULLE FONTI DI INFEZIONE IN LIBANO

In Libano non sono state osservate in natura infezioni di *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes sulla parte aerea di piante di Pomodoro, nonostante sia stato possibile ottenere infezioni sulle foglie e sui frutti nel corso di prove sperimentali.

La normale propagazione del fungo è affidata agli sclerozi rimasti sui residui della coltura precedente. È anche possibile però che le radici possano essere infettate da conidi trasportati dall'acqua.

Nelle condizioni della prova sperimentale, tutte le piante ortensi e le Solanacee, ad eccezione rispettivamente di Carota e Petunia, hanno subito l'infezione quando sono state immerse per le radici in una sospensione di conidi.

Delle specie saggiate, soltanto Melanzana, Peperone, Patata e Pomodoro sono da considerare come ospiti suscettibili; le altre specie sono da considerare come ospiti di secondaria importanza la cui infezione occorre soltanto in presenza di una gran massa di inoculo. In natura, *C. coccodes* non è stato trovato su tali specie per cui si ritiene che esse possano essere coltivate nell'ambito delle normali rotazioni, almeno nei terreni poco contaminati dal fungo.

Summary

RESEARCH ON COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR.) HUGHES. II. STUDY ON THE INFECTION SOURCES IN LEBANON

In Lebanon, no aerial contamination of Tomato by *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes has been observed, although infection of foliage and fruit was experimentally possible. Climatic conditions are presumably unfavourable to this kind of infection. The normal way of transmission is secured by sclerotia coming from previous crops infected debris. Roots may also be contaminated by water-transported conidia. In experimental conditions, the whole

of the vegetable crops and Solanaceae tested, excepting respectively Carrot and Petunia, might be infected by dipping their roots in a suspension of conidia. Only Egg-plant, Pepper, Potato and Tomato may be regarded as susceptible. The other plants are but secondary hosts and a high inoculum potential is needed to succeed in their infection. In practical conditions, we did not find *C. coccodes* on these plant roots, and using them in a crop rotation does not seem to present any danger, at least in moderately contaminated soils.

BIBLIOGRAPHIE

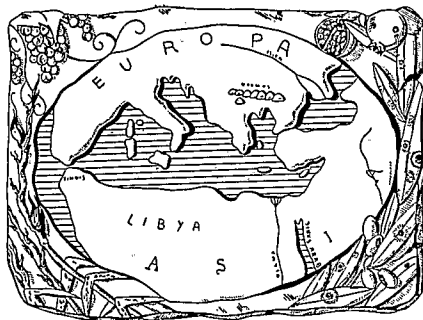
- BLAKEMAN J. P. et D. HORNBY, 1966. The persistence of *Colletotrichum coccodes* and *Mycosphaerella ligulicola* in soil, with special reference to sclerotia and conidia. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 49, 227-240.
- BREMER H., 1954. Beobachtungen zur Wurzelfäule im Trockenklima. *Z. Pflkrankh. PflPath. PflSchutz*, 61, 575-587.
- BROCHARD P., 1968. Recherche sur les mécanismes de résistance variétale de la tomate vis-à-vis de *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. Thèse Fac. Sci. Nancy, 89 p.
- BURGES A., 1950. The downward movement of fungal spores in sandy soil. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 33, 142-147.
- CHESTERS C. G. C. et D. HORNBY, 1965. Studies on *Colletotrichum coccodes*. II. Alternative host tests and tomato fruit inoculations using a typical tomato root isolate. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 48, 583-594.
- DAVET P., 1969. Observations sur la mycoflore des racines de quelques plantes maraîchères du Liban. *Rev. Mycol.* 34, 62-78.
- DAVET P., 1970. Recherches sur le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. La phase non parasitaire. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, Sér. Biol., 12, 83-96.
- FORLOT P., 1965. Les maladies de flétrissement dues à *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. *Bull. E.N.S.A. Nancy*, 7, 122-144.
- HORNBY D., 1968. Studies on *Colletotrichum coccodes*. III. Some properties of the fungus in soil and in tomato roots. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 51, 541-553.
- JAKUBCZYK H., 1962. Z badan nad pasozytnictwem *Colletotrichum atramentarium* wystepujacego na pomidorach. II. Badania nad patogenicznoscia *Colletotrichum atramentarium* w stosunku do pomidorow w doswiadczeniach infekcyjnych. *Acta agrobotanica*, 12, 231-259.
- PANTIDOU M. E. et W. T. SCHROEDER, 1955. Foliage as a source of secondary inoculum for tomato anthracnose. *Phytopathology*, 45, 338-345.
- PARK D., 1959. Some aspects of the biology of *Fusarium oxysporum* Schl. in soil. *Ann. Bot. (N. S.)*, 23, 89, 35-49.

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

PIERRE DAVET

**Recherches sur le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes.
II. Étude des sources d'infection au Liban**

*Extrait de "Phytopathologia Mediterranea",
Vol. X - n. 2, 1971 - pag. 159-163*



EDIZIONI AGRICOLE BOLOGNA - ITALIA

Quadrimestrale - Spedizione in abbonamento postale - Gruppo IV **O. R. S. T. O. M.**

Collection de Référence

n° 5067

16 NOV. 1971

Phyto