

ÉTUDE D'INTERACTIONS  
ENTRE LE *FUSARIUM OXYSPORUM*  
ET LE *PYRENOCHAETA LYCOPERSICI*  
SUR LES RACINES DE LA TOMATE

P. DAVET

Mission O. R. S. T. O. M. auprès de l'Institut de Recherche agronomique du Liban  
Laboratoire de Recherches de la Chaire de Botanique  
et de Pathologie végétale de L'E.N.S.A.,  
34060 Montpellier Cedex (France)

---

RÉSUMÉ

Lorsque le *Fusarium oxysporum* (souches du sol ne provoquant pas de maladie vasculaire) est présent sur les racines de la tomate, il restreint l'installation du *Pyrenochaeta lycopersici*. Six semaines après avoir été semées dans une terre contenant un mélange de ces deux champignons, des plantules de tomate sont plus hautes et moins attaquées que les sujets cultivés dans un sol contenant seulement le *P. lycopersici*. Cependant, les racines parasitées par le *P. lycopersici* sont plus rapidement et plus facilement envahies par le *F. oxysporum* que des racines saines.

L'équilibre entre les deux micromycètes, dans un sol qui les héberge naturellement, paraît dépendre en grande partie de la température, et l'évolution de la colonisation des racines de tomate semble liée à l'évolution de la température pendant la culture.

---

INTRODUCTION

Dans les tissus des racines atteintes de pourriture brune, on isole très régulièrement, à côté du *Pyrenochaeta lycopersici* SCHNEIDER et GERLACH, des formes non vasculaires de *Fusarium oxysporum* (SCHLECHT.) SN. et H. (DAVET, 1970). L'action antagoniste vis-à-vis du *P. lycopersici* de ces souches non spécialisées de *F. oxysporum* a déjà été évoquée (DAVET, 1976 a).

Il semble que les relations entre le *P. lycopersici* et le *F. oxysporum* revêtent un caractère différent selon l'ordre dans lequel ces deux champignons apparaissent sur la plante-hôte. Nous nous proposons de préciser ce double aspect et d'en tirer quelques conséquences pratiques.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Les tomates utilisées dans nos essais sont généralement de la variété Marmande, parfois de la variété Marsol (phénotype Marmande, gènes *I*, *Ve*, *Mi*) ou Piersol (phénotype Saint-Pierre, gènes *I*, *Ve*, *Mi*). Les graines, désinfectées à l'hypochlorite de sodium, sont semées dans des terrines ou déposées dans des boîtes de Petri sur de l'eau gélosée.

Les champignons proviennent d'isolements réalisés à partir de racines de tomate. Les isolats de *F. oxysporum* sont des formes banales du sol, non spécialisées. Leur température optimale de croissance est 28°C. Les isolats de *P. lycopersici* utilisés dans ces essais appartiennent au groupe « tempéré » (CLERJEAU, 1976), à optimum thermique de 24°C.

Les techniques d'inoculation ont déjà été décrites; nous les rappelons brièvement. La première méthode consiste à mélanger de la terre stérile à l'inoculum, constitué par une culture du champignon sur un mélange de sable et de farine d'avoine humidifié, ensemencé 4 semaines plus tôt (DAVET, 1976 *a* et *b*). La seconde est la méthode de CLERJEAU et CONUS (1973).

Le milieu utilisé pour étudier la croissance des champignons est constitué par une solution minérale (NaNO<sub>3</sub>: 1 g; KCl: 0,25 g; MgSO<sub>4</sub>, 7 H<sub>2</sub>O: 0,25 g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 0,80 g; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>: 0,20 g; FeSO<sub>4</sub>, 7 H<sub>2</sub>O: 0,01 g; eau distillée: un litre; pH = 6,0), additionnée de glucose (5 g/l) et éventuellement de gélose (18 g/l). Un broyat de racines de tomates semées 6 semaines plus tôt dans un mélange de terre stérile et de *P. lycopersici* et présentant des symptômes de pourriture brune y est ajouté. Des racines de tomates semées dans de la terre stérile sont utilisées pour les milieux de référence. Les broyages sont généralement exécutés en présence d'acide ascorbique (50 mg/l). Selon les cas, les extraits sont stérilisés par passage sur une membrane à pores de 0,22 µm avant d'être ajoutés au reste de la solution autoclavée; ou bien ils sont autoclavés avec l'ensemble des autres composants. La concentration finale en poids frais de racines est toujours de 5 g/l.

## RÉSULTATS

I. — Antagonisme *F. oxysporum*-*P. lycopersici*

## I. I. Diminution des symptômes sur les racines.

Nous avons comparé la croissance de tomates semées dans des terrines contenant les mélanges suivants de terre et du contenu des boîtes de Roux :

2 kg de terre stérile + 0,135 kg de *F. oxysporum* ;

2 kg de terre stérile + 0,135 kg de *F. oxysporum* + 0,225 kg de *P. lycopersici*  
(rapport 3/5 entre les deux inoculums) ;

2 kg de terre stérile + 0,225 kg de *P. lycopersici*.

En présence du *F. oxysporum* seul, on observe quelques lésions corticales chez les plantes n'offrant pas de résistance à la fusariose vasculaire; les racines demeurent saines si l'on utilise des variétés possédant le gène *I*, telles que Piersol ou Marsol. Dans les terrines qui contiennent un mélange de *F. oxysporum* et de *P. lycopersici*, les racines présentent des lésions brunes, mais elles sont beaucoup moins attaquées et les plantes sont plus grandes que celles des terrines contenant du *P. lycopersici* et pas de *F. oxysporum*. Le tableau 1 résume les résultats de 2 essais, notés à 5 semaines.

Dans un autre essai, des tomates (variété Piersol) ont été semées dans des terrines contenant soit de la terre stérile, soit de la terre infectée par le *F. oxysporum* (210 g d'inoculum pour 2 kg de terre). Au bout d'un mois elles ont été repiquées dans un mélange de *P. lycopersici* (325 g pour 2 kg de terre) et de terre stérile.

TABLEAU I

Observations sur deux variétés de tomate semées dans des terrines infectées par *F. oxysporum*, *P. lycopersici*, ou par un mélange des deux  
(Durée : 6 semaines ; température du laboratoire comprise entre 21 et 27°C)

Observations on two tomato varieties sown into pans infected by *F. oxysporum* alone, by *P. lycopersici* alone, or by both of them.  
(Duration : 6 weeks ; laboratory temperature : between 21 and 27°C)

Inoculum		Nombre de plantes en fin d'essai	Hauteur des plantes (mm)	Aspect	
				parties aériennes	racines
Marsol	<i>Fusarium oxysporum</i>	33/40	81,7 ± 3,97	premières vraies feuilles développées	racines blanches, pivots sains
	<i>Fusarium oxysporum</i> + <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	33/40	51,2 ± 3,22	les premières vraies feuilles commencent à s'ouvrir	racines brunâtres, système racinaire bien développé ; quelques pivots manquent
	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	22/40	34,9 ± 2,98	plantes chétives, feuilles cotylédonnaires seules ouvertes	racines et collet très peu abîmés, très peu de pivots subsistent
Piersol	<i>Fusarium oxysporum</i>	28/30	73,6 ± 4,48	4 vraies feuilles déployées, plantes robustes	racines blanches
	<i>Fusarium oxysporum</i> + <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	27/30	43,8 ± 3,09	2 à 4 vraies feuilles, plantes robustes	racines brunâtres, pivots intacts
	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	17/30	34,0 ± 2,52	plantes chétives, feuilles cotylédonnaires seules ouvertes	racines brunes, plus de pivot

Deux semaines plus tard elles ont été arrachées et lavées, et le nombre de lésions brunes apparues sur la totalité du système racinaire a été compté. Les résultats sont les suivants :

— tomates semées dans de la terre stérile : 23,9 points d'attaque par plante  $\pm$  6,6 ;

— tomates semées dans de la terre contenant le *F. oxysporum* : 9,2 points d'attaque par plante  $\pm$  3,2.

### I. 2. Réduction de la colonisation des racines par le *P. lycopersici*.

Nous avons inoculé des plantules de Marmande par le *P. lycopersici* ou le *F. oxysporum*, en boîtes de Petri (une partie d'inoculum pour 2 parties de terre stérile, la série témoin ne recevant que de la terre stérile). Les boîtes sont restées 6 j à 24°C sous un éclairage fluorescent (14 h par j). Les racines ont ensuite été débarrassées de la terre qui les recouvrait par un lavage prolongé à l'eau stérile, et une couche de terre infectée par le *P. lycopersici* a été à nouveau répandue sur elles. Les boîtes ont été maintenues dans les mêmes conditions que précédemment puis les plantes ont été prélevées (une moitié après 4 j, l'autre après 7 j) ; une partie aliquote des racines a été découpée en fragments de 3 mm et mise en culture après une rapide désinfection à l'hypochlorite de sodium. Seules les racines développées à la surface de l'agar (et donc en contact avec l'inoculum) ont été retenues. Les proportions de *P. lycopersici* obtenues dans chaque traitement, ainsi que l'état des racines au moment du premier prélèvement, sont indiqués dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Résultats d'inoculations successives par le *P. lycopersici* et le *F. oxysporum*. Les pourcentages de thalles isolés sont calculés par rapport au nombre de fragments de racines mis en culture à chaque prélèvement (environ 140 fragments par cas ; premier prélèvement après 6 j + 4 j ; deuxième prélèvement après 6 j + 7 j. Température pendant l'essai : 24°C).

Results of successive inoculations by *P. lycopersici* and *F. oxysporum*. Percentages of isolated thalli are calculated in proportion to the number of root fragments incubated at each sampling (about 140 fragments for every case ; first sampling after 6 + 4 days ; second sampling after 6 + 7 days. Temperature during the experiment : 24°C).

Inoculum		État des racines	Pourcentage de <i>P. lycopersici</i> isolé	
6 premiers jours	jours suivants		1 <sup>er</sup> prélèvement	2 <sup>e</sup> prélèvement
<i>P. lycopersici</i>	<i>P. lycopersici</i>	très attaquées	26,4	34,3
Terre stérile	<i>P. lycopersici</i>	moyennement attaquées	7,0	10,0
<i>F. oxysporum</i>	<i>P. lycopersici</i>	très peu attaquées	3,0	2,8
<i>P. lycopersici</i>	<i>F. oxysporum</i>	très attaquées	14,7	22,3

La superposition du *F. oxysporum*, si elle est postérieure à l'entrée du *P. lycopersici* dans les racines, n'empêche pas la mise en évidence de ce parasite dans les isolements (tabl. 2 : traitement *P. lycopersici*-*F. oxysporum*). Mais on trouve moins

de *P. lycopersici* dans les racines des plantes ayant subi le traitement *F. oxysporum*-*P. lycopersici* que dans celles des plantes de la série terre stérile-*P. lycopersici* (toutefois la différence entre ces deux séries n'est statistiquement significative qu'au deuxième prélèvement).

Il semble bien que la présence du *F. oxysporum* à la surface des racines empêche effectivement le *P. lycopersici* d'y pénétrer.

Pour le vérifier, nous avons inoculé par le *F. oxysporum* des plantules de tomates (Marmande) selon la méthode de CLERJEAU et CONUS. Trois jours plus tard nous avons enlevé la pastille d'inoculum et nous l'avons remplacée par un petit bloc de section triangulaire, prélevé dans une culture de *P. lycopersici* sur milieu gélosé, disposé de telle sorte que la pointe du triangle se trouve au contact de la racine à l'endroit exact où était l'inoculum de *F. oxysporum*. Des blocs triangulaires de culture de *P. lycopersici* ont été déposés de même contre des racines de plantes témoins, non inoculées auparavant par le *F. oxysporum*. Toutes les 3 heures, les racines ont été sectionnées à 5 mm de part et d'autre de la pointe du triangle. Après traitement par la méthode des lavages successifs (HARLEY et WAID, 1955) à raison de 10 lavages avec agitation mécanique pendant 1 mn, en renouvelant 3 fois l'eau de lavage, les fragments ont été mis en incubation sur un milieu gélosé.

Le *P. lycopersici* apparaît sur les plantes témoins dès le premier prélèvement ; on ne l'isole en aucun cas à partir des racines pré-inoculées par le *F. oxysporum* (tabl. 3).

TABLEAU 3

Pourcentage de fragments de racines fournissant des thalles de *P. lycopersici* avec ou sans inoculation préalable par le *F. oxysporum* (moyennes de deux essais ; température : 25°C)

Percentages of root fragments giving *P. lycopersici* thalli after or without a previous inoculation by *F. oxysporum*. (Means of two tests ; temperature : 25°C)

	Durée du contact avant le prélèvement			
	3 h	6 h	9 h	12 h
Témoins .....	10	15	25	55
Plantes pré-inoculées par le <i>F. oxysporum</i> .....	0	0	0	0

## 2. — Possibilité d'une succession *P. lycopersici*-*F. oxysporum*

### 2. 1. Colonisation des lésions brunes par le *F. oxysporum*.

Nous avons réalisé le même essai que celui décrit au paragraphe 1.2, mais la deuxième inoculation des plantules a été faite cette fois-ci avec du *F. oxysporum*. On constate que la proportion de *F. oxysporum* isolée à partir des plantes pré-inoculées par le *P. lycopersici* est largement supérieure au pourcentage fourni par les racines mises en présence du seul *F. oxysporum*, même pendant toute la durée de l'expérience (tabl. 4).

TABLEAU 4

Pourcentage de fragments de racines fournissant un thalle de *F. oxysporum* après 6 j de traitement (a) et 4 j de traitement (b).

(Intervalles de confiance au seuil 5 p. 100 entre parenthèses ; température pendant l'essai : 24°C)

Percentages of root fragments giving *F. oxysporum* thalli after 6 days of (a) treatment and 4 days of (b) treatment.

(Confidence intervals between brackets ; temperature during the experiment : 24°C)

Traitement		Pourcentage de <i>F. oxysporum</i> isolé
a	b	
Terre stérile	<i>F. oxysporum</i>	1,4 (0-7)
<i>F. oxysporum</i>	<i>F. oxysporum</i>	5,1 (2-10)
<i>P. lycopersici</i>	<i>F. oxysporum</i>	36,8 (27-43)

Il semble donc que la présence préalable du *P. lycopersici* facilite la pénétration du *F. oxysporum* dans la racine.

Ceci paraît confirmé par l'expérience suivante : des plantules de tomate (Marmande) sont inoculées selon la méthode de CLERJEAU et CONUS par le *P. lycopersici*. Trois jours plus tard cet inoculum est retiré et la pointe d'un bloc triangulaire d'une culture de *F. oxysporum* est placée au même endroit au contact de la racine. Des prélèvements sont faits toutes les 3 h et traités selon la technique des lavages successifs. On constate que le *F. oxysporum* est fixé beaucoup plus tôt sur les racines pré-inoculées par le *P. lycopersici* que sur les racines des plantes témoins (tabl. 5).

TABLEAU 5

Pourcentage de fragments de racines fournissant des thalles de *F. oxysporum* avec ou sans inoculation préalable par le *P. lycopersici* (moyennes de deux essais ; température : 28°C)

Percentages of root fragments giving *F. oxysporum* thalli after or without a previous inoculation by *P. lycopersici*

(means of two tests ; temperature during the test : 28°C)

	Durée du contact avant le prélèvement			
	3 h	6 h	9 h	12 h
Témoins .....	27,5	80,0	95,0	100
Plantes pré-inoculées par le <i>P. lycopersici</i> .....	92,5	100	100	100

Cette apparente stimulation du *F. oxysporum* ne paraît pas due à un effet mécanique de blessure des tissus par le *P. lycopersici*. Nous avons comparé, dans des essais analogues à ceux que nous venons de décrire, l'effet de la pré-inoculation à celui d'une blessure réalisée à l'endroit du dépôt de l'inoculum à l'aide d'une aiguille flambée. Les plantes blessées ont fourni des pourcentages de *F. oxysporum* identiques à ceux des témoins et nettement inférieurs à ceux des plantules pré-inoculées par le *P. lycopersici* (tabl. 6).

TABLEAU 6

Pourcentage de fragments de racines fournissant des thalles de *F. oxysporum*  
avec ou sans blessure préalable

(moyennes de deux essais ; température du laboratoire comprise entre 20 et 26°C)

Percentages of root fragments giving *F. oxysporum* thalli with  
or without a previous wounding at the place of inoculum deposit

(means of two tests ; laboratory temperature during the tests between 20 and 26°C)

	Durée du contact avant le prélèvement	
	3 h	6 h
Témoins non traités .....	32,5	70,0
Plantes blessées avant l'inoculation .	32,5	60,0
Plantes pré-inoculées par le <i>P. lycopersici</i> .....	97,5	100

## 2. 2. Culture du *F. oxysporum* sur des extraits de racines.

Nous avons alors recherché si les tissus préalablement colonisés par le *P. lycopersici* ne constituaient pas un substrat plus favorable au développement du *F. oxysporum* et nous avons comparé la croissance de ce champignon sur des milieux contenant des extraits de racines saines ou infectées par le *P. lycopersici*.

Les extraits de racines contaminées par le *P. lycopersici* permettent un développement plus important du *F. oxysporum* que les extraits de racines saines. Ceci est vrai aussi bien pour les extraits stérilisés par filtration que pour les extraits autoclavés (tabl. 7). Les différences sont plus nettes lorsque les racines ont été broyées en présence d'acide ascorbique. Elles sont presque toujours significatives au seuil 1 p. 100 de probabilité.

Nous avons cherché s'il y avait un rapport entre la colonisation des tissus par le *P. lycopersici* et l'amélioration de la croissance du *F. oxysporum*. Nous avons pour cela utilisé le milieu liquide glucosé enrichi d'un broyat de racines saines. Un tiers des flacons a étéensemencé avec une souche pathogène de *P. lycopersici*, un autre tiers avec une souche non pathogène, et le reste a été maintenu stérile. Après une semaine d'incubation à 24°C, les cultures de *P. lycopersici* ont été éliminées et le milieu a été stérilisé par filtration sur membranes à pores de 0,22  $\mu$ . Les filtrats ont

été répartis à nouveau dans des erlenmeyers, et ensemencés avec le *F. oxysporum*. Le mycélium du *F. oxysporum* a été recueilli 6 j plus tard, rincé à l'eau distillée et pesé après dessiccation au four.

TABLEAU 7

*Exemple de mesures de croissance du F. oxysporum sur des milieux aux extraits de racines de tomate stérilisés par filtration ou par autoclavage.*

(Diamètres moyens en mm, après 5 j d'incubation à 25°C).  
Les différences sont significatives au seuil 1 p. 100 de probabilité

*Example of F. oxysporum growth measurements on media containing filtration-sterilized or autoclave-sterilized tomato root extracts.*

(Mean diameter in mm, after 5 days of incubation at 25°C).  
The differences are significant at 1 p. 100 probability level

Conditions	Extrait de racines saines	Extrait de racines parasitées
Extraits stérilisés par filtration . . . .	73,3	77,3
Mêmes extraits, stérilisés par autoclavage. . . . .	74,7	80,1

On obtient un poids de mycélium de *F. oxysporum* plus faible lorsque ce champignon est cultivé après l'isolat non pathogène de *P. lycopersici* que lorsqu'il est cultivé après l'isolat pathogène. Le poids de *F. oxysporum* ensemencé après culture de l'isolat pathogène n'est pas inférieur au poids obtenu dans le milieu vierge non appauvri par une culture antérieure (tabl. 8).

TABLEAU 8

*Croissance du F. oxysporum dans des milieux aux extraits de racines préalablement utilisés par des souches de P. lycopersici. L'incubation a lieu à 24°C. Dans le premier essai, les différences sont significatives au seuil 0,001 de probabilité ; dans le second essai, le niveau de probabilité est seulement 0,09.*

*Growth of F. oxysporum in root extracts liquid media in which P. lycopersici was previously cultivated. The temperature of incubation is 24°C. Differences are significant at 0,001 probability level in the first trial, and at 0.09 level only in the second one.*

Milieu de culture	Poids moyen (en mg) de mycélium par erlenmeyer de 50 ml	
	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>e</sup> essai
Filtrat vierge . . . . .	26,8	
Filtrat d'une souche de <i>P. lycopersici</i> pathogène . . . . .	26,8	27,1
Filtrat d'une souche de <i>P. lycopersici</i> non pathogène . . . . .	21,1	24,4

3. — *Effet de la température*

Des plantes de tomate (Marmande) sont inoculées par le *P. lycopersici*, à 20°C, par la méthode de CLERJEAU et CONUS. Trois jours plus tard, cet inoculum est enlevé et une pastille de culture de *F. oxysporum* est déposée exactement au même endroit. Les plantules sont alors transférées dans une enceinte à 28°C où elles sont maintenues 4 j avant d'être observées. Divers autres traitements sont étudiés en comparaison. On constate (tabl. 9) que c'est dans les conditions décrites ci-dessus que l'on obtient les lésions les plus importantes.

TABLEAU 9

*Longueur (en mm) des lésions observées sur des racines de plantules de tomate après inoculation par le P. lycopersici et le F. oxysporum, isolément ou en association, dans différentes conditions de température*

*Length (in mm) of lesions observed on tomato seedlings roots after inoculation by P. lycopersici and F. oxysporum, alone or associated, for different temperature conditions*

Inoculum	Température (°C)	Durée	Taille des lésions (mm)
<i>P. lycopersici</i>	20	7 j	5,4 ± 1,8
<i>F. oxysporum</i>	20	7 j	1,6 ± 1,1
<i>P. lycopersici</i> puis <i>F. oxysporum</i>	20 puis 28	3 j } 4 j } 7 j	11,2 ± 2,3
<i>P. lycopersici</i>	20 puis 28	3 j } 4 j } 7 j	6,3 ± 2,0
<i>F. oxysporum</i>	20 puis 28	3 j } 4 j } 7 j	3,2 ± 1,5

En fait, dans le sol, le *P. lycopersici* et le *F. oxysporum* n'apparaissent pas l'un après l'autre, mais coexistent à tout moment. On peut cependant concevoir que le décalage temporel entre l'invasion de l'un de ces organismes et du suivant est dans une certaine mesure réalisé par les variations de la température, qui déplacent les équilibres entre champignons d'optimum thermique différent (DAVET, 1976 a). Aux températures fraîches, le *P. lycopersici* conserve quelques possibilités de développement en présence du *F. oxysporum*. Le *F. oxysporum* l'emporte de plus en plus dans la compétition au fur et à mesure que la température s'élève. Cette proposition paraît vérifiée par les résultats d'un essai *in vitro* d'inoculation simultanée et superposée du *F. oxysporum* et du *P. lycopersici*. Quand ces deux champignons sont inoculés ensemble et que les boîtes de Petri sont placées d'abord à 20°C, puis à 28°C, on obtient des lésions aussi importantes que lorsque le *P. lycopersici* est maintenu

seul dans des conditions de température qui lui sont favorables (tabl. 10). La protection assurée par le *F. oxysporum* semble moins efficace à 28°C (colonne 4) qu'à 20°C (colonne 2) : ceci est dû au fait qu'à 28°C le *F. oxysporum* provoque des nécroses superficielles des racines des plantules de Marmande.

TABLEAU 10

Longueur (en mm) des lésions provoquées sur des racines de tomate par la superposition du *F. oxysporum* et du *P. lycopersici*, mesurées après une semaine d'incubation dans différentes conditions de température

(7 j, ou 3 j + 4 j à température constante).

Les plantules bénéficiaient d'un éclairage pendant 15 par j

Length (in mm) of lesions on tomato seedlings roots due to superposing *F. oxysporum* and *P. lycopersici* during one week in various temperature conditions

(7 days, or 3 + 4 days at a constant temperature ; 15 h/d illumination)

	<i>P. lycopersici</i> seul 20°C	<i>P. lycopersici</i> + <i>F. oxysporum</i> 20°C	<i>P. lycopersici</i> + <i>F. oxysporum</i> 20° puis 28°C	<i>P. lycopersici</i> + <i>F. oxysporum</i> 28°C
Taille des lésions	10,0 ± 2,8	1,6 ± 0,9	9,0 ± 1,4	5,2 ± 2,9

## DISCUSSION ET CONCLUSION

L'inoculation des racines de plantules de tomate par le *F. oxysporum* nous a permis de réaliser, à l'échelle du laboratoire, une protection efficace contre les attaques dues au *P. lycopersici* après le repiquage dans un sol contaminé. Il s'agit probablement de phénomènes de compétition entre les deux champignons. Il serait tentant d'étendre ces résultats au domaine pratique et d'envisager par exemple soit l'inoculation systématique des semis en pépinière par des souches non spécialisées de *F. oxysporum*, soit la sélection de populations fusariennes dans le sol par l'emploi de fongicides appropriés tels que le quintozone. Les faits exposés dans la seconde partie de cette étude nous inclinent malheureusement à une très grande prudence. En effet, si la succession *F. oxysporum*-*P. lycopersici* se trouve bénéfique pour la plante, la succession inverse est au contraire particulièrement néfaste.

L'apparition du *F. oxysporum* dans les lésions causées par le *P. lycopersici* ne paraît pas due à une simple action mécanique de rupture des épidermes, mais plutôt à des modifications biochimiques provoquées par le parasite primaire. En effet, alors que la croissance du *F. oxysporum* est souvent inhibée par l'incorporation à un milieu de culture d'extraits de racines saines de tomate (DAVET, 1976 b), elle est au contraire stimulée si l'on utilise à la même concentration des extraits de racines parasitées par le *P. lycopersici*. Il ne s'agit pas d'une synergie de nature enzymatique puisque le phénomène demeure identique après autoclavage des extraits.

Deux hypothèses, d'ailleurs complémentaires, peuvent être envisagées : ou bien le *P. lycopersici* dégrade dans les tissus des substances toxiques pour le *F. oxysporum*, préexistantes ou formées au moment de la préparation des extraits, ou bien l'action métabolique du *P. lycopersici* fait apparaître dans les tissus qu'il colonise des produits plus facilement assimilables par le *F. oxysporum* que ceux qui existent dans les tissus sains. Cette hypothèse serait compatible avec les différences observées entre souches pathogènes et non pathogènes. Nous savons aussi que les isolements non pathogènes ne peuvent pas réaliser la macération des tissus de tomate (DAVET, 1975).

Les expériences que nous rapportons consolident une hypothèse émise précédemment (DAVET, 1973) : l'importance des pourritures brunes à la fin des cultures de printemps au Liban, à une époque où la température du sol ne favorise cependant pas le *P. lycopersici*, pourrait s'expliquer par l'extension du *F. oxysporum*, en période de réchauffement, dans les lésions initiées par le *P. lycopersici* au début de la culture, en sol frais.

Il serait intéressant, pour vérifier nos hypothèses sur les relations entre les deux champignons, de comparer les populations fusariennes de sols dans lesquels les attaques de *P. lycopersici* sont graves à celles de sols dans lesquels elles sont légères.

Reçu pour publication en mai 1976.

## SUMMARY

### STUDY OF SOME INTERACTIONS BETWEEN *FUSARIUM OXYSPORUM* AND *PYRENOCHAETA LYCOPERSICI* ON TOMATO ROOTS

When *F. oxysporum* (soil isolates which do not induce a vascular wilt of tomato) is present on tomato roots, it considerably restricts *P. lycopersici* installation. Six weeks after they were sown in a soil containing a mixture of both these fungi, tomato seedlings are higher and less diseased than seedlings grown in a soil contaminated with *P. lycopersici* alone. But, in another hand, *P. lycopersici* parasitized roots are more rapidly and more easily invaded by *F. oxysporum* than healthy roots.

The balance between these two micromycetes, in a soil which naturally contains them, seems to be largely dependent on temperature, and the evolution of tomato roots colonization appears linked to the evolution of the temperatures in the course of cultivation. It may thus be explained why populations of *F. oxysporum* and *P. lycopersici* in the roots are different according to the period of the year.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CLERJEAU M., 1976. Exigences thermiques de croissance et d'agressivité de divers isolats de *Pyrenochaeta lycopersici* SCHNEIDER et GERLACH. *Ann. Phytopathol.*, 8 (1), 9-15.
- CLERJEAU M., CONUS M., 1973. Méthode rapide de contamination de jeunes plantules de tomates par *Pyrenochaeta lycopersici* SCHNEIDER et GERLACH. *Ann. Phytopathol.*, 5 (2), 143-150.
- DAVET P., 1970. La pourriture brune des racines de tomates au Liban. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Biol.*, 12, 65-82.
- DAVET P., 1973. Distribution et évolution du complexe parasitaire des racines de tomate dans une région du Liban où prédomine le *Pyrenochaeta lycopersici* GERLACH et SCHNEIDER. *Ann. Phytopathol.*, 5 (1), 53-63.

- DAVET P., 1975. Observations sur quelques enzymes du *Pyrenochaeta lycopersici* GERLACH et SCHNEIDER contribuant aux dégradations parasitaires chez certains *Lycopersicon* MILL., et sur les réactions de défense de l'hôte. *C. R. Acad. Sc.*, **281**, sér. D, 143-146.
- DAVET P., 1976 a. Étude de quelques interactions entre les champignons associés à la maladie des racines liégeuses de la tomate. II. Phase parasitaire. *Ann. Phytopathol.*, **8** (2), 184-191.
- DAVET P., 1976 b. Comportement sur divers substrats des champignons associés à la maladie des racines liégeuses de la tomate au Liban. *Ann. Phytopathol.*, **8** (2), 160-170.
- HARLEY J. L., WAID J. S., 1955. A method of studying active mycelia on living roots and other surfaces in the soil. *Trans. Br. mycol. Soc.*, **33**, 104-118.
-

ÉTUDE D'INTERACTIONS  
ENTRE LE *FUSARIUM OXYSPORUM*  
ET LE *PYRENOCHAETA LYCOPERSICI*  
SUR LES RACINES DE LA TOMATE

P. DAVET

*Mission O. R. S. T. O. M. auprès de l'Institut de Recherche agronomique du Liban*

*Centre de Recherches agronomiques I. N. R. A.,  
Laboratoire de Recherches de la Chaire de Botanique  
et de Pathologie végétale de l'E. N. S. A.,  
34 060 Montpellier Cedex (France)*

*Annales de Phytopathologie*

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, 75007 Paris

26 AOUT 1977

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

Collection de Référence

n° B 8641 PZA

CR