

POUR UNE RECHERCHE SUR L'ÉCOLOGIE
DU *FUSARIUM OXYSPORUM* f. sp. *ALBEDINIS*

P. HETHENER *

La lutte contre la fusariose du Palmier-dattier devient de plus en plus urgente. Les mesures préconisées sont essentiellement d'ordre prophylactique et phytosanitaire : amélioration des pratiques agronomiques, lutte chimique et biologique, recherche de variétés résistantes.

La connaissance de l'écologie de l'agent pathogène dans la rhizosphère du Palmier nous semble indispensable pour mener à bien toutes ces formes de lutte, et en particulier, la connaissance des conditions de présence, de maintien, de développement et de virulence de l'agent pathogène dans le sol. Cela est évident pour toutes les formes de lutte ; même la résistance d'une variété de Palmier peut être fonction de caractères écologiques, si cette résistance est de caractère multigénique.

Nous commençons nos recherches dans ce domaine. Un essai de synthèse des connaissances actuelles sur le thème « Rhizosphère et fusarioses vasculaires » est en cours de réalisation. Cette communication a seulement pour but de préciser certains axes de recherches immédiats.

* INRA - Alger.

Nous envisagerons successivement les points suivants :

- foyers de maladie et densité d'inoculum dans le sol,
- *Fusarium* et rhizosphère,
- *Fusarium* et Nématodes.

I. Foyer et densité d'inoculum dans le sol

L'apparition ou la sévérité d'un foyer est-elle liée, et de quelle manière, au potentiel d'inoculum? (comme c'est le cas pour la fusariose du Coton, par exemple, RAO & RAO, 1966).

Le « potentiel d'inoculum », au sens de GARRETT (1960) est fonction de la densité » ou « intensité » d'inoculum (ou unité d'inoculum par unité de sol), des substances nutritives internes ou externes à la propagule, des facteurs environnants et de la capacité génétique du pathogène.

Autrement dit, c'est la somme de tous les facteurs de *capacité* et d'*intensité*. Si ce potentiel peut être apprécié pour des plantes à cycle rapide dont la résistance est connue et qui servent ainsi d'hôtes indicateurs, ce n'est pas le cas pour le Palmier-dattier.

Par contre, si la forme spéciale *albedinis* est composée de souches virulentes, génétiquement stables et définies, il est peut-être possible de trouver une relation entre l'apparition ou la sévérité d'un foyer et la *densité d'inoculum* dans la rhizosphère ou le rhizoplan.

Les difficultés sont nombreuses

— la méthode d'isolement sélectif du *Fusarium oxysporum*. De nombreuses solutions sont déjà proposées : l'important réside dans le choix, mais aussi dans la constance d'emploi de cette méthode ;

— la difficulté de relier les souches de *F. oxysporum* obtenues à la forme *albedinis* : Les tests actuellement proposés sont longs et relativement imprécis. Il est cependant possible de les réaliser pour un certain nombre de cas bien précisés pour leurs autres facteurs. L'indication de « densité » d'inoculum de l'espèce globale *oxysporum* nous semble déjà digne d'intérêt et relativement aisée à mener à terme.

— le fait qu'un petit nombre seulement des racines d'un Palmier soient attaquées ne nous semble pas devoir présager du résultat de de cette recherche ;

— la méconnaissance actuelle sur les données et le rôle des autres facteurs influant sur le développement et la survivance du *F. oxysporum* dans le sol des palmeraies (facteurs physico-chimiques du sol, facteurs liés au cycle biologique du Palmier) nous obligera à choisir avec précision et constance le lieu et le temps des prélèvements.

Bien qu'il ne s'agisse pas encore d'une expérimentation contrôlée de tous ces facteurs (qui nous paraît indispensable), il est intéressant de rappeler très brièvement leur influence sur la manifestation et la sévérité de la maladie, ou sur la survivance de l'agent pathogène dans le sol, dans le cas d'autres fusarioses vasculaires.

— la température : TISDALE (1923) constate déjà, que la fusariose du chou est favorisée par de hautes températures, similaires aux *optima* de culture. Mais ce facteur peut varier avec la concentration en H⁺, avec l'environnement microbien (sol stérile ou non), avec la concentration en substances nutritives.

— l'humidité et l'aération du sol : une forte humidité favorise en général les fusarioses vasculaires, bien que, pour la forme *cubense*, une très longue inondation soit défavorable au pathogène, plutôt d'ailleurs par l'action toxique de la flore anaérobie ainsi stimulée que par « asphyxie » (STOVER, 1954). STOVER (1953) démontre par ailleurs que 6 espèces et formes de *Fusarium* se reproduisent et survivent mieux dans des sols peu humides, alors que la plupart des fusarioses qu'elles causent sont favorisées par des humidités de sol élevées ;

— les facteurs chimiques : le potassium, l'azote et le phosphore, donc les engrais minéraux, peuvent jouer des rôles variables et parfois importants dans les manifestations de la maladie selon les taux présents dans le sol, avec le parasite seul (SCHAUROUBEEM & Col., 1967) ou en association avec *Gibberella* (MOSTEFA & MOAWAD, 1965) ;

— les amendements organiques augmentant le rapport C/N favoriseraient dans certains cas la production d'hyphes, puis leur lyse avant la formation de chlamydospores ;

— divers oligo-éléments semblent également avoir une influence sur la survie des *Fusarium* pathogènes dans le sol ;

— des associations d'espèces pathogènes peuvent aggraver la manifestation de la fusariose (*F. oxysporum* f. *lisi* et *Phythium*, KEER, 1963).

Il nous semble qu'une expérimentation en terre, stérile ou non, concernant l'influence de ces divers facteurs sur la survivance de

l'agent pathogène et la mortalité de jeunes plantules puisse apporter des éléments de connaissance sur l'écologie du *Fusarium* et les conditions de manifestation de la maladie.

En conclusion, il nous paraît indispensable de connaître déjà la densité d'inoculum du *F. oxysporum*, et si possible, de la forme *albedinis*, dans la rhizosphère et le rhizoplan du Palmier-dattier, pour quelques zones actuellement contaminées naturellement.

II. *Fusarium* et Rhizosphère

Nous ne voulons pas tenter de faire ici une synthèse des connaissances sur les fusarioses vasculaires en ce domaine, mais un certain nombre de points peuvent permettre une orientation de notre recherche.

D'une manière générale, il nous paraît indispensable de connaître la microflore qui existe à l'intérieur de la racine, saine ou malade, jusqu'à la rhizosphère plus éloignée, des points de vue quantitatif, spécifique et nutritionnel.

— A l'intérieur des racines, il est souhaitable de connaître les microorganismes qui accompagnent (ou non) l'agent pathogène, ainsi que les zones exactes de l'attaque.

En effet, TRUJILLO (1963) pour la fusariose du Bananier, montre que le xylème vivant, à l'apex des racines, (avec cytoplasme et noyau encore dans les vaisseaux), serait un frein à l'entrée et à l'avance du parasite qui ne serait capable d'envahir que des vaisseaux de xylème déjà mûr et non vivant.

— Existe-t-il autour des racines jeunes du Palmier une couche de mucilage comme l'ont montré LEISER (1959) et REYNOLDS (1943) pour des plantes xérophytes du désert sud-ouest américain ? Chez les racines jeunes et en zone profonde et humide, cette couche peut atteindre 2 mm d'épaisseur.

— Indépendamment de la nécessité de connaître l'effet rhizosphère global et spécifique induit par les racines du Palmier, plusieurs aspects de l'exsudation racinaire seraient à étudier dans le cas du bayoud, par analogie avec d'autres fusarioses :

— la stimulation éventuelle de l'agent pathogène par les exsudats racinaires des plantes adultes sensibles ou des germinations de graines (KERR, 1956). Cet effet est parfois complexe : BUXTON (1960) a montré que, bien que des exsudats de pois sensibles au

F. oxysporum f. *pisi* stimulent le champignon en culture pure, ils amènent aussi plusieurs espèces rhizosphériques à « antagoniser » l'agent pathogène en culture mixte ou non stérile ;

— la spécificité d'action des exsudats : une variété résistante de pois inhibe la germination des spores, mais les effets des variétés résistantes ou non étaient les mêmes sur les spores germées ou sur le mycélium (BUXTON, 1957) ;

— l'influence de ces exsudats sur la virulence de l'agent pathogène : après plusieurs cultures de *F. oxysporum* f. *pisi*, dans un milieu contenant de l'exsudat racinaire d'une variété résistante de pois, le champignon augmente sa virulence vis-à-vis de cette variété résistante (BUXTON, 1958) ;

— la connaissance du site exact des exsudats sur la racine (PEARSON & PARKINSON, 1961 ; SCHROTH & SNYDER, 1961) soit au sommet, soit dans la zone pilifère ou ailleurs, peut provoquer des communautés telluriques différentes à ces endroits et peut être éventuellement reliée à la pénétration de l'organisme pathogène.

— Bien que les extrapolations en terrain naturel soient aléatoires, la recherche des antagonismes et des inhibitions dans la rhizosphère nous semble intéressante, quantitativement au moins, ainsi que les variations globales éventuelles de la microflore dans les zones atteintes ou non.

— Enfin existe-t-il des porteurs sains du *Fusarium* du Bayoud, autres que le henné et la luzerne, dont le rôle supposé doit être confirmé et précisé (BULIT, LOUVET & BOUHOT, 1967).

Nous ne voulons pas entrer ici dans le détail des techniques à mettre en œuvre pour de telles études.

L'idéal serait bien sûr l'obtention de plantules en cultures pures à partir de fragments de méristèmes. Mais la culture temporaire de racines excisées, l'utilisation de broyats de racines et les essais en sol non stérile nous paraissent devoir être envisagés.

Dans un premier temps nous pensons que la connaissance des aspects quantitatifs et nutritionnels de la microflore totale et sa détermination spécifique dans le rhizoplan et la rhizosphère peuvent apporter des renseignements indispensables à la poursuite de la recherche sur ces problèmes.

III. *Fusarium* et Nématodes

Les nématodes peuvent intervenir de deux manières :

— Comme propagateurs de l'inoculum dans la rhizosphère : évidemment il nous faut connaître d'abord leur importance quantitative dans les sols de palmeraies. Leur contribution éventuelle à la dispersion de l'agent pathogène dans un foyer éclaircirait peut-être la question de l'élargissement de ces foyers ;

— Comme agent associé, obligatoire ou non, endo ou ecto-parasite de la racine, sédentaire ou migrateur. Des relations de synergie, même très fortes, existent dans certains cas de fusarioses vasculaires que n'expliquent pas la simple blessure par le nématode permettant l'entrée du pathogène.

Dans d'autres cas, comme la fusariose vasculaire du Bananier, le nématode n'est pas nécessaire à l'expression de la maladie, mais sa présence augmente considérablement la rapidité d'apparition des symptômes et leur gravité (Loos, 1959).

Leur action peut se manifester au niveau de la rhizosphère (relations quantitatives entre nématodes et *Verticillium* de la tomate, MOUNTAIN & MCKEEN, 1962) ou de l'épiderme et des tissus plus internes.

Dans ce domaine, nous n'avons également aucun élément. Si l'interprétation qualitative des actions des nématodes et de leurs interactions avec le champignon et le palmier est délicate, des données quantitatives élémentaires permettraient de situer le problème.

Conclusion

Nous n'avons fait qu'effleurer quelques questions et nous pensons que, dans un premier temps, il est nécessaire de connaître les données élémentaires suivantes :

— densités d'inoculum du *Fusarium oxysporum* et éventuellement de la forme *albedinis* dans les zones de l'Oued Rhir, Ghardaïa, Zelfana, Metlili et In Salah ;

— aspects quantitatif et spécifique de la microflore du rhizoplan et de la rhizosphère du Palmier (champignons, actinomycètes, bactéries) ainsi que l'étude de quelques groupes nutritionnels (demande en facteurs de croissance, ammonification, cellulolyse...);

— densité de population des nématodes de la rhizosphère du Palmier.

Nous voudrions citer en conclusion une opinion de PARK (1965) à propos de champignons caractéristiques de la rhizosphère et du rhizoplan et pouvant être pathogènes :

« La rhizosphère de plantes saines peut servir de support potentiel pour des champignons pathogènes sans obligatoirement infecter la plante. Des champignons du sol ayant une capacité compétitive saprophytique modérément haute, et qui arrivent entre des habitants autochtones du sol et des envahisseurs de celui-ci, peuvent typiquement se trouver là dans ce site. De tels champignons peuvent être sous-équipés pour pouvoir s'accommoder de l'effet total de l'antagonisme du sol, mais cependant être capables de tolérer un certain degré de résistance de l'hôte. Un site très près de l'hôte est tout indiqué et de tels microorganismes, dans un tel site, et une telle position, seraient très bien placés pour infecter l'hôte si la résistance de ce dernier diminue pour quelque cause que ce soit.

Fusarium oxysporum (PARK, 1959), *F. solani* f. *phaseoli* (SCHROTH & HENDRIX, 1962) et *Pythium* (BARTON, 1961) seraient probablement des champignons de ce type, réduits, comme saprophytes, à un rôle de pionnier dans la colonisation des tissus morts, mais étant des habitants communs et persistants des régions de surface racinaire des plantes saines...

...Les *Fusarium oxysporum* seraient plus caractéristiques des sols cultivées que non cultivés du fait de la plus grande hétérogénéité (plus grand nombre de niches possibles) ».

ملخص

عن بحث في ايكولوجية الفوزاريوم الاوكسيسبور ف. س. ب. البدينيس

لكن تخلص. ككافحة اكثر فعالية ضد فورازيوم النخيل، قد تبني الباحث معرفة افضل عن ايكولوجية القطر المضر المحيط بجذور الشجرة المهتدة بـ :

— دراسة كثافات مخبر الفوزاريوم .

— دراسة مكروفلور الجدر الغير الفاسد أو الفاسد والمناطق الجاورة .

— بحث في تدخل الخيطيات في تطور انتشار المرض .

RÉSUMÉ

En vue d'engager une lutte plus efficace contre la fusariose du palmier-dattier, l'auteur préconise une meilleure connaissance de l'écologie du champignon pathogène dans la rhizosphère de l'arbre menacé par :

- l'étude des densités d'inoculum du *Fusarium* ;
- l'étude de la microflore de la racine saine ou malade et des zones voisines ;
- l'étude de l'intervention des nématodes dans le processus d'infestation.

SUMMARY

For Research on the Ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

In order to start more efficient control of *Fusarium* disease of date palms the author recommends improving the Knowledge about the ecology of the pathogenic fungus in the root zone of the threatened tree by.

- studying the densities of *Fusarium inoculum*,
- studying the microflora of healthy or diseased roots and adjacent zones,
- studying the part nematodes play in the process of infestation.

RESUMEN

Para una investigación ecológica sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

Con el objeto de empezar de manera más eficaz el combate contra la enfermedad causada por *Fusarium* sobre la datilera el autor recomienda mejorar los conocimientos de la ecología del hongo patógeno en la zona de las raíces del árbol amenazado, estudiando :

- las densidades del inoculum de *Fusarium*,
- la microflore de la raíz sana o enferma y de las zonas vecinas,
- la intervención de los nematodos en el procedimiento de la infestación.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTON, R. — 1961. Saprophytic activity of *Pythium mamillatum* in soils. II - Factors restricting *P. mamillatum* to pioneer colonization of substrates. — Trans. Brit. Mycol. Soc., **44**, pp. 105-118.
- BULIT, J., J. LOUVET & D. BOUHOT — 1967. Recherches sur les fusarioses. I - Travaux sur le Bayoud, fusariose du Palmier-dattier en Afrique du Nord. — Ann. Epiphyties, **18**, pp. 213-239.
- BUXTON, E.W. — 1957. Some effects of pea root exudates on physiologic races of *Fusarium oxysporum* Fr. f. *pisi* (LINF) SNYDER et HANSEN. — Trans. Brit. Mycol. Soc. **40**, pp. 145-154.
- 1958. A change of pathogenic race in *Fusarium oxysporum* f. *pisi* induced by root exudate from a resistant horts. — Nature, Londres, **181**, pp. 1222-1224.
- 1960. Effects of pea root exudate on the antagonism of some rhizosphere microorganisms towards *Fusarium oxysporum* f. *pisi*. — J. Gen. Microbiol. **22**, pp. 678-689.
- GARRETT, S.D. — 1960. *Inoculum potential*. — In HORSFALL J.G. & DIMOND A.E., Plant Pathology, an advanced treatise, Academic Press, Vol 3, pp. 23-57.
- KERR, A. — 1956. Some interactions between plant roots and pathogenic fungi. — Australian J. Biol. Sci., **9**, pp. 45-52.
- 1963. The root rot — *Fusarium* wilt complex of peas. — Australian J. Biol. Sci., **16**, pp. 55-69.
- LEISER, A. — 1959. Nutrition and root anatomy of Azalea (*Rhododendron*). — Dissertation, Univ, California, Los Angeles.
- LOOS, C.A. — 1959. Symptom expression of *Fusarium* wilt disease of the Gros Michel banana in the presence of *Radopholus similis*. — Proc. Helminthol. Soc. Whasington, **26**, pp. 103-111.
- MOSTAFA, M.A. & M.K. MOAWAD. — 1965. Studies on *Fusarium* wilt disease of maize in U.A.R. — J. Botany U.A.R., **8**, pp. 55-73 et 75-85.
- MOUNTAIN, W.B. & C.D. MCKEEN. — 1962. Effect of *Verticillium dahliae* on the population of *Pratylenchus penetrans*. — Nematologica, **7**, pp. 261-266.

- PARK, D. — 1959. Some aspects of the biology of *Fusarium oxysporum* Schl. in soil. — Ann Botany, Londres, **23**, pp. 35-49.
- 1963. The presence of *Fusarium oxysporum* in soils. — Trans. Brit. Mycol. Soc., **46**, pp. 444-448.
- 1965. Survival of microorganisms in soil. — in BAKER F.F. & SNYDER W.C., — Ecology of soil borne plant pathogens, Univ. California Press, pp. 82-97.
- PEARSON, R. & D. PARKINSON. — 1961. The site of excretion of ninhydrin positive substances by broad bean seedlings. Plant Soil, **13**, pp. 391-393.
- RAO, M.V. & A.S. RAO. — 1966. *Fusarium* wilt of cotton in relation to inoculum potential. — Trans. Brit. Mycol. Soc., **49**, pp. 403-409.
- REYNOLDS, M.E. — 1943. Anatomy of a xerophyte: *Dalea spinosa*. — Dissertation, Univ. California, Los Angeles.
- SCHARSSUBHEEM, H.H., M.S. NAIN & A.A. HABIB. — 1967. Potassium, nitrogen and phosphorus in relation to the incidence of cotton wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum*. — J. Microbiol. U.A.R., **2**, pp. 1-8.
- SCHROTH, M.N. & F.F. HENDRIX. — 1962. Influence of non-susceptible plants on the survival of *Fusarium solani* f. *phaseoli* in soil. — Phytopathology, **52**, pp. 906-909.
- SCHROTH, M.N. & W.C. SNYDER. — 1961. Effect of host exudates on chlamydospore germination of the bean root fungus *Fusarium solani* f. *phaseoli*. — Phytopathology, **51**, pp. 389-393.
- STOVER, R.H. — 1953. Effect of soil moisture on *Fusarium* species. — Can. J. Botany, **31**, pp. 693-679.
- STOVER, R.H. — 1945. Flood fallowing for the eradication of *Fusarium oxysporum* f. *cubense*. II — Some factors involved in fungus survival. — Soil Sci., **77**, pp. 401-414.
- TISDALE, W.B. — 1923. Influence of soil temperature and soil moisture upon the *Fusarium* disease in cabbage seedlings. — J. Agric. Res., **24**, pp. 55-86.
- TRUJILLO, E.E. — 1963. Pathological-anatomical studies on Gros Michel banana affected by *Fusarium* wilt. — Phytopatology, **53**, pp. 162-166.