

# MOYENS DE SURVIE DES ORGANISMES PHYTOPATHOGENES DANS LA REGION MEDITERRANEENNE (CHAMPIGNONS, EXCEPTE UREDINALES ET USTILAGINALES)

P. DAVET

Laboratoire de Biologie végétale, Faculté des Sciences, 29283 Brest-Cedex, France

Ce rapport concerne les moyens de survie des champignons parasites autres que les Uredinales et les Ustilaginales, c'est-à-dire, à quelques exceptions près, des parasites non obligatoires et non inféodés à un hôte unique. Il importe donc de ne pas prendre le terme de «survie» trop à la lettre. Il s'agit en effet de savoir comment se maintiennent ces organismes parasites en l'absence des plantes cultivées qui leur servent habituellement d'hôtes: cela ne signifie pas qu'ils risquent de disparaître si ces hôtes ne sont plus cultivés.

Entre une plante cultivée et la suivante, un champignon parasite peut se maintenir en vie d'un grand nombre de manières:

- en menant une vie saprophytique;
- en entrant en vie ralentie sous diverses formes (c'est alors que l'on peut vraiment parler de «survie»);
- en continuant son activité parasitaire sur d'autres hôtes, cultivés ou non.

Nos connaissances sur la phase non parasitaire (existence saprophytique ou survie en vie ralentie) ne sont qu'assez récentes: en effet, elles nécessitent en général la mise au point de méthodes de détection appropriées, puisque les manifestations parasitaires qui permettent habituellement de mettre en évidence champignons ne se manifestent provisoirement plus. La compétition souvent très forte des «saprophytes ordinaires» vis-à-vis de ces «saprophytes occasionnels» exige des techniques sélectives d'isolement dont les contributions reçues permettent de donner quelques exemples.

## METHODES DE DETECTION

La méthode des appâts est utilisée par Ponchet *et al.* (1972) pour le *Phytophthora nicotianae* f. sp. *parasitica*, parasite de l'oeillet, et par Molot & Nourrisseau (1972) pour le *Phytophthora cactorum*, parasite du fraisier. Pour le *P. nicotianae*, on utilise comme appâts des pétales d'oeillets, pour le *P. cactorum*, ce sont des fraises encore vertes suspendues par leur pédoncule dans une suspension de terre contaminée (additionnée de Bénomyl pour éviter la prolifération des moisissures). Ces méthodes permettent d'arriver à des résultats quantitatifs.

Collection de Référence  
n° M 7902 Phyto

Molot & Simone (1972) utilisent la *méthode des plantes-pièges* pour détecter la présence du *Rhizoctonia violacea* dans le sol; ils disposent la terre à tester au contact de griffes d'asperges.

#### «SURVIE»DANS UNE PHASE NON PARASITAIRE

Lorsque l'activité parasitaire d'un champignon s'interrompt pour une raison quelconque, il peut soit demeurer sur son hôte en état de vie ralentie, si cet hôte est pérenne, soit, le plus souvent, se trouver incorporé au sol avec les débris végétaux qui l'abritent.

L'observation directe dans le sol, milieu opaque et hétérogène, est très difficile. Elle requiert que les propagules à étudier soient abondantes (chlamydospores de *Fusarium*) ou volumineuses (solérotas de *Sclerotium rolfsii*). Dans la plupart des cas, les moyens de détection sont indirects et il est très difficile de préciser si l'organisme que l'on isole était en état de vie active ou de vie ralentie.

*Vie active.* Dans le cas de l'*Alternaria tenuis*, étudié par Hedjaroude (1972) sur le tournesol, il semble que l'on puisse admettre l'existence d'une vie saprophytique active.

Le *Colletotrichum coccodes*, parasite des racines de la tomate, peut avoir une faible activité saprophytique dans des sols où la teneur en eau n'est pas excessive (Davet, 1972).

Ponchet *et al.* (1972) ont mis en évidence une activité saprophytique chez le *Phytophthora nicotianae* en étudiant la survie dans le sol de ses zoospores: leur activité s'annule au bout d'environ 30 heures. Cependant, une semaine plus tard, on constate la présence du *P. nicotianae* dans la terre artificiellement contaminée, signe que le mycélium issu de la germination des zoospores s'est développé et a subsisté.

*Survie passive.* Dans les autres études présentées, la conservation des champignons hors d'un hôte se fait d'une façon passive.

Lorsqu'il s'agit de propagules incorporées au sol, l'effet fongistatique des sols contribue à la conservation des champignons en retardant le moment de leur germination. Chez le *P. nicotianae*, étudié par Ponchet *et al.* (1972) la survie des sporanges peut ainsi être prolongée jusqu'à 16 jours. Cet effet inhibiteur s'exerce également sur les chlamydospores (qui ne sont pas pourvues de dormance). Cette action est renforcée par la profondeur d'enfouissement, les basses températures, une faible teneur en eau du sol et peut-être, paradoxalement, les traitements fongicides.

Un autre *Phytophthora*, le *P. cactorum*, semble pouvoir aussi se conserver dans le sol et repasser de là sur les fraises: c'est du moins ce qui résulte des premiers essais de Molot & Nourrisseau (1972). Notons à ce propos que la conservation du *Phytophthora* en vie latente sur les plants de fraisier issus de pépinières contaminées et conservés au frigorifique pendant l'hiver, fournit un exemple particulier de survie favorisée par l'action de l'homme.

Les travaux de Molot & Simone (1972) sur le *Rhizoctonia violacea*, menés pendant deux ans, montrent qu'un sol contaminé reste infecté très longtemps. C'est entre 40 et 60 cm de profondeur que la conservation de l'inoculum est la meilleure, mais elle est encore possible à 80 cm.

De même, le *Pyrenochaeta lycopersici* et le *C. coccodes*, parasites de la tomate, sont capables de se maintenir au moins un an dans le sol sans qu'il en résulte une grosse diminution du potentiel infectieux. Cependant, le *C. coccodes* est très sensible aux excès d'eau alors que le *P. lycopersici* en souffre peu. Les dimensions des sclérotés du *C. coccodes* varient avec la température à laquelle ils se sont formés; il est possible que les sclérotés formés en été, qui sont plus petits, soient moins résistants (Davet, 1972).

Le *Penicillium digitatum*, le *Botrytis cinerea*, le *Phomopsis viticola*, nous fournissent des exemples de champignons dont la survie entre deux phases parasitaires ne se réalise pas essentiellement dans le sol, mais à l'air.

Pour le *P. digitatum*, étudié par Barkai-Golan (1972) sur les agrumes, le problème est la survie sous forme de spores pendant les fortes températures de l'été. Des spores en suspension dans l'eau sont comparées à des spores sèches obtenues après évaporation de l'eau des suspensions à l'étuve à 28°. Il se trouve que les conidies sèches ont une forte capacité de résistance à la chaleur; un séjour de 30 minutes à 70° ne tue que 10 % des spores sèches, alors que le même traitement tue 90 % des spores en suspension. De plus, les spores sèches, que ont résisté au traitement à la chaleur sont capables d'infecter des oranges avec seulement un léger retard dans la période d'incubation. La résistance de ces spores à la chaleur explique ainsi leur aptitude à survivre pendant la saison chaude.

Pour le *Botrytis cinerea* et le *Phomopsis viticola*, parasites de plus en plus importants de la vigne, le problème est au contraire leur maintien pendant les basses températures de l'hiver. Bullit *et al.* (1972) ont recherché ces parasites dans des bourgeons de vigne d'aspect sain prélevés sur des variétés sensibles. Le *B. cinerea* est presque totalement absent des bourgeons normaux. Son mode de conservation normal semble donc être les sclérotés et éventuellement, le mycélium logé sous l'écorce mal aoûtée.

Au contraire, le *Phomopsis viticola* est assez fréquent dans les bourgeons d'apparence saine, avec un gradient décroissant à partir de la base des rameaux. Les traitements fongicides contre l'excoriose, s'ils sont très précoces, assurent une protection satisfaisante des rameaux mais n'empêchent jamais complètement la contamination des bourgeons de la base, qui sont les plus importants puisque la taille les conservera.

Il est intéressant de noter, au passage, que la fréquence du *Sphaeropsis malorum* dans les bourgeons d'aspect sain est plus grande dans les vignes qui ont été soumises à des traitements fongicides.

Les mécanismes par lesquels un champignon passe d'une phase active à une phase de repos sont encore mal compris. Christian (1972) apporte une contribution à leur connaissance avec une étude sur les acides aminés libres au moment de la formation des sclérotés du *Sclerotium rolfsii*. Le mycélium et les sclérotés ont la même composition et contiennent tous les acides aminés sauf le tryptophane et l'hydroxyproline; mais la concentration en acides aminés libres est beaucoup plus élevée dans le mycélium que dans les sclérotés. A maturité, les sclérotés ne contiennent que 17 % de leur stock initial.

L'effet produit par l'apport de certains de ces acides aminés a été étudié. La tyrosine stimule légèrement la formation des sclérotés, qui sont plus pigmentés. Si l'on fournit de l'histidine, de la phénylalanine, de la proline, de la méthionine ou de la cystéine, les sclérotés se forment avec un retard de 10 jours par rapport aux milieux contenant de la valine, de la leucine, ou de l'isoleucine. Enfin, si l'on utilise un mélange des 9 acides aminés précédents, aucun sclérote ne se forme. Ces résultats peuvent peut-être varier selon les souches de *S. rolfsii*. Ce qui est

certain, c'est la diminution des acides aminés libres pendant la formation des sclérotés, diminution qui peut être due à leur transformation en énergie ou à leur incorporation dans des protéines.

Etudiant, de son côté, diverses souches de *Rhizoctonia*, d'Ercole (1972) montre que l'on peut distinguer deux groupes: l'un ne forme jamais de sclérotés; ces souches sont claires, ont des articles binucléés et des ramifications à angle aigu. Dans l'autre groupe, il peut y avoir des sclérotés. La coloration est plus foncée, les articles sont polynucléés et les ramifications se font à angle droit. Le premier groupe se rattache au *Rhizoctonia fragariae* (*Ceratobasidium*), le second, au *Rhizoctonia solani* (*Thanatephorus*). On observe, en outre, une grande variabilité à l'intérieur de chacun de ces groupes. Les souches de *R. solani* se distinguent, par exemple, par leur plus ou moins grande aptitude à former des sclérotés.

### «SURVIE» DANS UNE PHASE PARASITAIRE

Mais les champignons pathogènes peuvent poursuivre une vie parasitaire active sur d'autres plantes que les cultures qu'ils infestent habituellement.

Nous avons pu ainsi isoler des souches de *Pyrenochaeta lycopersici* virulentes pour la tomate sur des racines de concombre sans symptômes; et réisoler après plus d'un mois des souches pathogènes à partir de haricots semés dans de la terre contaminée.

Chez le *Verticillium dahliae*, on connaît des cas de survie dépassant 10 ans dans des terrains non cultivés; ce qui excède les possibilités de conservation des microsclérotés. Vigouroux *et al.* (1972) montrent qu'un assez grand nombre de plantes adventices courantes peuvent servir de relais. Certaines présentent des symptômes, d'autres n'en présentent même pas, tout en étant colonisées de façon importante. De plus, un grand nombre de plantes cultivées ou spontanées, sans être des hôtes à proprement parler, peuvent être colonisées superficiellement, ce qui accroît les possibilités de survie du *V. dahliae*. (Cette observation est d'ailleurs surprenante car le *V. dahliae* a peu d'aptitude à la compétition: or, dans l'écorce de cette catégorie d'hôte, il se trouve en compétition avec des saprophytes actifs et hors de sa niche écologique habituelle). Vigouroux *et al.* (1972) ont montré, par des séries d'inoculations, que les souches isolées sur les plantes adventices sont peu spécifiques et qu'elles se montrent nettement pathogènes envers les plantes cultivées. En outre, plusieurs passages successifs sur des adventices de souches provenant de plantes cultivées ne modifient pas les aptitudes parasitaires de ces souches. Les mauvaises herbes sont donc un moyen important du maintien de la verticilliose dans les cultures.

Ce rôle de «pont» rempli par les plantes spontanées peut être efficace même si ces plantes se trouvent situées à l'extérieur des zones de cultures intéressées.

Ainsi, Nadazdin (1972), étudiant le *Peronospora tabacina* en Herzégovine, montre que dans cette région les oospores, bien que présentes, jouent un rôle négligeable dans la conservation du parasite pendant l'hiver. Ses recherches prouvent que les infections primaires, au printemps, ont lieu à partir des tabacs sauvages (*Nicotiana glauca* et *N. rustica*) situés dans des régions méridionales où l'hiver n'est pas assez froid pour les tuer. Les conidies formées sur ces plantes et aussi sur les restes de tabac cultivé et sur les piments sont amenées par les vents, du sud vers le nord, et sont responsables des infections primaires à la fin de l'hiver.

Nous avons constaté un phénomène analogue, sur une plus petite échelle, au Liban, dans le cas du mildiou de la tomate. Les principales cultures ont lieu au printemps et en automne sur la Côte, et la période critique pour le *Phytophthora*

*infestans* est l'été. La survie à l'état actif du champignon est assurée, pendant cette saison, dans les petites cultures familiales pratiquées dans la montagne, à une altitude où les brouillards fréquents créent des conditions favorables.

### TRAITEMENTS

La conclusion que l'on peut tirer de la plupart des articles présentés est que les traitements sont bien souvent délicats: soit parce que l'on a affaire à un champignon très polyphyte comme l'*Alternaria tenuis* (Hedjaroude, 1972) ou le *Verticillium dahliae* (Vigouroux *et al.*, 1972), soit parce qu'il se trouve dans le sol à une profondeur que les désinfectants n'atteignent pas, comme le *Rhizoctonia violacea* (Molot & Simone, 1972), soit parce que les foyers de contamination se trouvent à grande distance des zones concernées, comme dans le cas du *Peronospora tabacina* (Nadazdin, 1972) ou du *Phytophthora infestans* (Davet, 1972). Dans certains cas, les traitements se révèlent même favorables aux parasites en exerçant une action fongistatique qui augmente les chances de conservation des propagules, comme pour le *Phytophthora nicotianae* (Ponchet *et al.*, 1972). Nous avons vu aussi que la fréquence du *Sphaeropsis malorum* dans les bourgeons d'aspect sain était plus grande lorsque les vignes avaient été traitées (Bulit *et al.*, 1972).

Van Assoche *et al.* (1972), ont étudié plus particulièrement les facteurs pouvant modifier l'efficacité d'une désinfection chimique du sol. Ainsi, une action efficace du bromure de méthyle exige un haut degré d'hydratation du parasite; l'efficacité de la chloropicrine dépend de la porosité du sol, etc. Les fumigants peuvent avoir des effets secondaires favorables: la phytotoxicité de certains vis-à-vis du chou est un moyen d'action contre le *Plasmodiophora brassicae*; l'élimination de l'*Olpidium brassicae* permet de se débarrasser en même temps du virus du «Big Vein», etc. Le poireau, le céleri, la tomate, se comportent mieux après un traitement à la chloropicrine; par contre, la laitue réagit défavorablement, tandis qu'elle est stimulée après un traitement au méthylisothiocyanate.

Il n'existe donc pas (pas plus pour les champignons du sol que pour les parasites des organes aériens), de remède universel. Le succès des méthodes employées dépend essentiellement d'une bonne connaissance du problème à traiter, connaissance que les travaux qui viennent d'être résumés, ont permis, sans doute, d'améliorer un peu.

### REFERENCES

- Barkai-Golan, B. (1972). Survival and pathogenicity of dry and wet *Penicillium digitatum* spores as affected by heat. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 59-61.
- Bulit, J., Bugaret, Y. & Verdu, D. (1972). Sur les possibilités de conservation hivernale du *Botrytis cinerea* Pers. et du *Phomopsis viticola* Sacc. dans les bourgeons de la vigne. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 63-64.
- Christias, C. (1972). Changes in free aminoacid content associated with sclerotia formation in *Sclerotium rolfsii*. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 65-71.
- Davet, P. (1972). Mode de survivance de quelques parasites de la tomate au Liban. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 73-75.
- D'Ercole, N. (1972). Études comparatives sur *Rhizoctonia fragariae* Hussain McKeen et *Rhizoctonia solani* Kuhn isolés chez des plantes de fraisier en Italie. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 113-125.

- Hedjaroude, G. A. (1972). La maladie des taches brunes du tournesol (*Helianthus annuus* L.) en Iran, *Alternaria tenuis* Nees. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 77-80.
- Molot, P. & Nourrisseau, J. (1972). Mise en evidence et étude de la conservation du *Phytophthora cactorum* dans le sol. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 87-92.
- Molot, P. & Simone, J. (1972). Conditions de survie dans le sol de *Rhizoctonia violacea*. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 93-96.
- Nadazdin, M. (1972). Primary infections with *Peronospora tabacina* Adam on the tobacco plants in Herzegovina. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 81-85.
- Ponchet, J., Ricci, P., Auge, G. & Andreoli, C. (1972). Conservation du *Phytophthora nicotianae* f. sp. *parasitica* (Dastur) Waterh. dans les sols de serre. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 97-104.
- Van Assche, C., Van Winckel, A. & Vanachter, A. (1972). The behaviour of the infection potential in the soil and the physical soil factors in interaction as parameters for the effectivity of chemical soil desinfection. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 111-112.
- Vigouroux, A., Conus, M. & Olivier, R. (1972). Rôle des mauvaises herbes dans la conservation du *Verticillium* dans les cultures. Actas III Congr. Un. fitop. medit., Oeiras, 22-28 Outubro: 105-109.