

Les Principaux Problèmes
Phytopathologiques de la Culture
de la Tomate au Liban

P. Davet, H. Khatib et G. Sardy

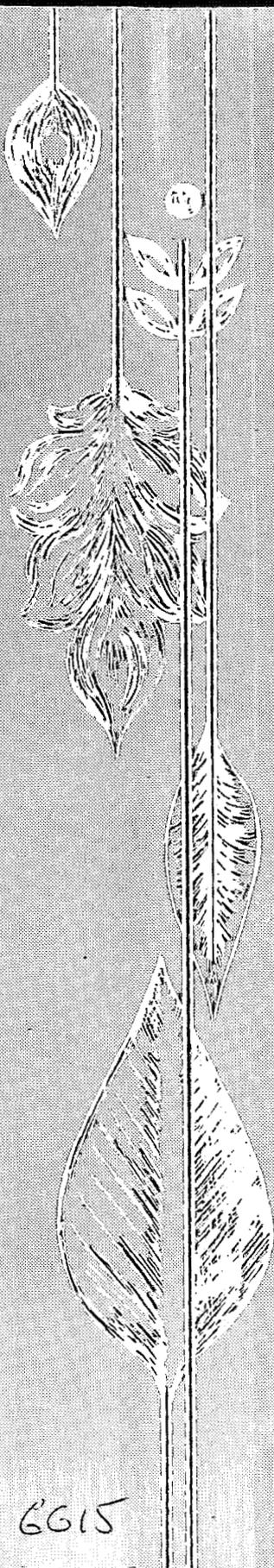
PUBLICATION No 44

(Série Scientifique)

MARS 1972

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
LIBAN

MAGON



6615

MAGON. — Écrivain carthaginois qui a vécu vers 140. av. J.-C. Il écrivit en 28 volumes un Traité sur l'Agriculture et la Médecine Vétérinaire qui fut traduit en latin par ordre du Sénat.

Extrait de *L'Histoire de l'Agriculture Ancienne*
par A. ABOU NASSER, Beyrouth 1960.

M A G O N

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
LIBAN

Publication No. 44

Série Scientifique

Mars 1972

LES PRINCIPAUX PROBLEMES PHYTOPATHOLOGIQUES DE LA CULTURE DE LA TOMATE AU LIBAN

PAR

P. DAVET , H. KHATIB et G. SARDY

avec la collaboration technique de N. Abou Hadir

SOMMAIRE

	page
I - INTRODUCTION	1
II - MALADIES OBSERVEES SUR LA TOMATE AU LIBAN	8
III - ETUDE DE QUELQUES MALADIES DUES A DES VIRUS	12
Mosaïque du Tabac	12
Mosaïque du Concombre	17
IV - ETUDE DE QUELQUES MALADIES DUES A DES CHAMPIGNONS	19
Maladies des racines	19
Maladies du collet	29
Maladies vasculaires	36
Maladies des feuilles et des fruits	42
V - BIBLIOGRAPHIE	51
VI - ILLUSTRATIONS	55

25 JAN. 1974
O. R. S. T. O. N.

Collection de Référence
n° 6615 Phyt.

LES PRINCIPAUX PROBLEMES PHYTOPATHOLOGIQUES DE LA CULTURE DE LA TOMATE AU LIBAN

PAR

P. DAVET^o, H. KHATIB^{oo} et G. SARDY^{oo}

avec la collaboration technique de N. Abou Hadir^{oo}

I - INTRODUCTION

Culture méditerranéenne par excellence, la tomate représente au Liban une des plus importantes productions maraîchères, occupant une surface supérieure à 5000 hectares. Elle est cultivée partout, soit en petits jardins familiaux, soit en parcelles de quelques dounoums (un dounoum valant un dixième d'hectare) destinées à la commercialisation. Les principales régions de production sont la bande littorale, la Béqaa et le 'Akkar.

On est cependant étonné de constater que, malgré une exploitation souvent intensive, les rendements obtenus sont très bas, même comparés à ceux des autres producteurs de la zone méditerranéenne (tableau I). Selon la dernière estimation officielle disponible (F.A.O., 1969) le Liban ne se plaçait, en 1968, avec 12,1 t/ha, que devant la Syrie, la Jordanie et l'Iraq, tandis que Chypre, un de ses plus proches voisins, dépassait 23 t/ha.

^o Mission O.R.S.T.O.M. au Liban.

^{oo} I.R.A.L., département de Phytopathologie, Fanar.

Tableau I — rendements moyens en t/ha des cultures de tomates dans les pays du bassin méditerranéen en 1968 (F.A.O., 1969)

Arabie Séoudite	12,5	Irak	7,5
Chypre	23,4	Italie	25,3
Egypte	15,2	Jordanie	8,5
Espagne	25,0	Liban	12,1
France	22,7	Libye	17,6
Grèce	21,9	Syrie	10,4

A quoi faut-il attribuer la faiblesse de ces résultats ? Les problèmes phytosanitaires nous paraissent avoir une responsabilité élevée. Cependant les accidents parasitaires ne sont qu'un des éléments qui peuvent théoriquement intervenir sur le rendement d'une culture, les autres facteurs étant constitués d'une part par les conditions de climat et de sol, d'autre part par les techniques culturales. Conditions extérieures et techniques culturales ont également des effets, heureux ou non, sur le développement des maladies. Il nous paraît donc nécessaire de dire quelques mots de ces deux groupes de facteurs avant d'aborder l'étude des problèmes phytosanitaires, qui constitue le but de cette publication.

CLIMAT ET PERIODES DE CULTURE :

On considère généralement que les conditions les plus favorables au développement de la tomate sont réalisées lorsque les températures moyennes diurnes et nocturnes sont respectivement 24° et 14° (LAUMONNIER, 1964) : une amplitude de plusieurs degrés entre le jour et la nuit est nécessaire pour obtenir un bon développement et éviter une végétation excessive qui nuirait à la floraison. Dans le sol, la marge de température convenable va de 15° à 34°, l'optimum étant assez élevé (entre 20° et 30°) au moment du repiquage (BOXALL, 1962), et descendant plus bas par la suite. Au-dessous d'une température ambiante de 10°, la croissance est ralentie, et elle est arrêtée vers 6°. Le gel tue les tomates à - 2°.

Sur la côte, le climat est du type méditerranéen humide, avec des étés chauds et des hivers de plus en plus doux au fur et à mesure que l'on descend vers le sud. A Beyrouth, qui se trouve à peu près au centre de cette bande littorale, le nombre de journées "froides" enregistrées peut être très faible : cas de l'année 1970 (tableau II), mais il reste le plus souvent élevé : années 1967, 1968 et 1969. Il est possible de distinguer deux sous-zones dans la région côtière : la première est comprise entre Beyrouth et Amchit et nous l'appellerons par la suite "Côte Nord"; la seconde s'étend de Beyrouth à Saïda, où commencent ensuite les grands vergers d'agrumes, nous la désignerons comme la "Côte Sud". Sur la Côte Nord il serait parfois possible, mais très aléatoire, d'envisager le maintien d'une culture de plein air pendant les mois de janvier et février. Au sud de Beyrouth par contre, la température reste clémente et permet la végétation des tomates pendant l'hiver, à partir de semis effectués en octobre. La Côte Sud fournit ainsi les premières tomates de l'année, vers le mois de mars ou même en février. La culture est interrompue dès la fin du printemps, en partie à cause des difficultés d'irrigation. Sur la Côte Nord, les tomates sont semées en pépinière en décembre (parfois fin novembre) et repiquées à partir de la fin de février. Certains cultivateurs préfèrent pratiquer un semis direct en poquets au mois de février. Dans les deux cas, les fruits arrivent sur le marché en mai. Pendant que ces tomates sont encore en place, une deuxième culture est préparée en pépinière en juillet. Repiquées en août-septembre, les plantes entrent en production à la fin du mois d'octobre. Cette culture, que nous qualifierons "d'arrière-saison", par opposition à la précédente, que nous appellerons "de primeur", se termine en janvier.

Le climat est encore tempéré dans le 'Akkar, mais les hivers sont froids. Si la température minimum absolue est rarement inférieure à 5°, elle descend fréquemment au-dessous de 10° du mois de novembre au mois d'avril, avec un nombre de journées froides très important de décembre à mars (tableau III). Les semis sont faits plus tard que sur la côte : de février à mars, et les repiquages ont lieu en avril et mai.

Dans la Béqaa, le climat très continental ne permet pas d'envisager d'autres spéculations que les cultures d'été; mais en cette saison la forte amplitude entre les températures du jour et de la nuit peut être un facteur favorable. Les semis sont faits en mars et avril sous châssis. La température du sol serait suffisante pour commencer les repiquages en avril, mais les gelées sont encore possibles pendant cette période et il faut attendre le mois de mai pour mettre les plantes en place. Ceci permet une production de la fin du mois de juin au mois d'octobre.

Tableau II — nombre de journées où la température minimum a été inférieure ou égale à 10° à Beyrouth-Khaldé. Origine : Service météorologique du Liban.

Mois	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1966 — 1967					22	23	20	4	0	0	0	0
1967 — 1968	0	0	6	9	23	21	18	2	0	0	0	0
1968 — 1969	0	0	0	9	24	18	9	7	0	0	0	0
1969 — 1970	0	0	0	4	6	8	5	0	0	0	0	0

Tableau III — nombre de journées où la température minimum a été inférieure ou égale à 10° à la station d'Abdé ('Akkar). Origine : Section d'Hydrologie de l'I.R.A.L.

Mois	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1968 — 1969					16	19	6	11	0	0	0	0
1969 — 1970	0	0	5	19	23	16	14	5	0	0	0	0
1970 — 1971	0	0	1	24	27	24	15	10	0	0	0	0

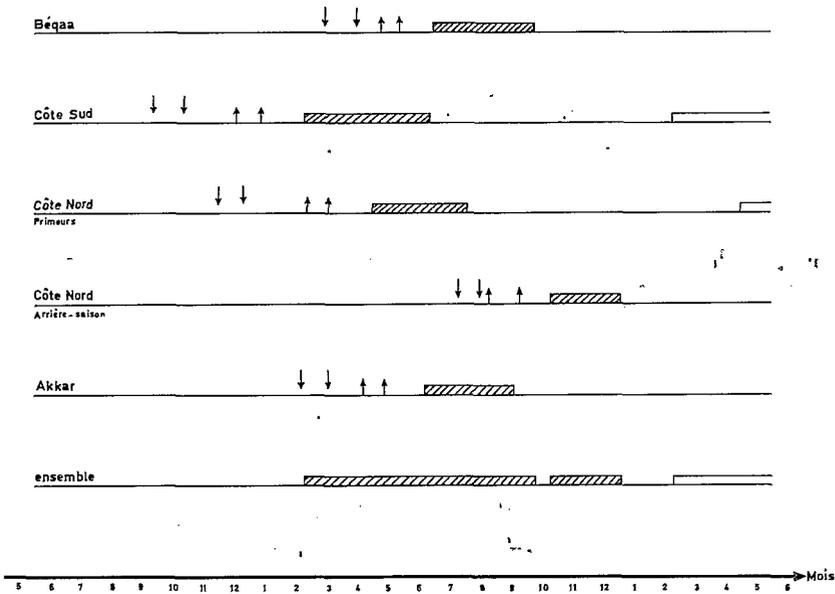


Figure 1 : représentation schématique des dates limites moyennes des principales étapes de la culture de la tomate dans les grandes régions de production.

- ↓ : semis
- ↑ : repiquage
- ▨ : récolte

La figure 1 récapitule les renseignements qui précèdent. On y constate que la production des tomates est assurée du mois de mars au mois de décembre, avec une petite période critique entre octobre et novembre. La pause hivernale pourrait sans doute sans grande difficulté théorique être supprimée par l'utilisation de serres froides sur la côte.

SOLS :

Les sols sur lesquels sont cultivées les tomates sont très variés mais d'une façon générale leur pH reste voisin de 7, chiffre légèrement supérieur à l'optimum. Sur la Côte Sud, à Jyé en particulier, ce sont des sols sableux, et sur la Côte Nord ce sont des sols argileux assez lourds. Dans le 'Akkar ce sont généralement des sols argileux avec peu de calcaire actif. Enfin, dans la Béquaa, les tomates sont cultivées sur des sols bruns décalcarifiés (Joūb Janine) ou sur des sols argilo-limoneux légèrement calcaires (Béquaa centrale, vers Hoche el Harimeh).

TECHNIQUES CULTURALES :

La Côte Nord est la seule région où les tomates soient toujours tuteurées et généralement pincées. Partout ailleurs, on les laisse le plus souvent courir sur le sol. Cette pratique se justifie par des considérations de coût de main d'œuvre pour des cultures de pleine saison, mais elle a l'inconvénient d'entraîner une perte de précocité et de rendre tout désherbage impossible, ce qui permet en particulier le déroulement complet du cycle des orobanches et favorise leur pullulation.

Dans la Béquaa et le 'Akkar, où la culture est moins intensive que sur la côte, on pratique un assolement assez large. Dans la zone littorale, il est au contraire fréquent de voir une culture de tomates succéder à une culture d'aubergines, ou même à une autre culture de tomates. Les assolements les plus couramment pratiqués dans cette région d'exploitation intensive sont : concombre-tomate-haricot, ou concombre-tomate-aubergine, ou laitue-tomate-concombre.

VARIETES UTILISEES :

Les cultivateurs restent en général fidèles à des variétés éprouvées de longue date, locales (comme la "Baïnou") ou importées (comme la "Marmande" ou la "Marglobe"). Dans une beaucoup plus faible proportion, on utilise aussi les variétés "Roma", "Homestead", "Pearson", "Early Pack", "Rutgers 61", etc.

CONCLUSION :

Les conditions de climat et de sol au Liban sont dans l'ensemble favorables, et dans certains cas très favorables, à la culture de la tomate. L'augmentation des rendements doit être recherchée dans :

– l'amélioration des techniques culturales, et en particulier l'emploi de variétés sélectionnées adaptées à chaque type de culture. C'est ainsi que, par exemple, une variété comme la "Marmande", convenable pour une production de primeur, est peu conseillée pour une culture d'arrière-saison où l'on recherche moins la précocité qu'une production aussi longue que possible. La Section d'Amélioration des Cultures Maraîchères de l'I.R.A.L. se préoccupe de ces problèmes.

– l'amélioration de l'état sanitaire des cultures. Les trois principaux obstacles auxquels se heurte la culture de la tomate au Liban sont : les plantes parasites (orobanches, surtout dans la Béqaa), les nématodes à galle (*Meloidogyne*, surtout sur la côte) et les maladies parasitaires (champignons, virus, bactéries). Les orobanches et les *Meloidogyne* relèvent respectivement de l'Agronomie Générale et de la Nématologie. Les maladies parasitaires ressortissent à la Phytopathologie; c'est à ce domaine précis que nous limiterons la suite de notre exposé.

Nous fournirons d'abord une liste de toutes les maladies observées jusqu'à présent sur la tomate, présentées sous forme schématique afin de permettre un diagnostic rapide. Nous indiquerons ensuite, pour les maladies que nous considérons comme les plus importantes, les résultats de nos observations et de nos essais, sans revenir sur la description des symptômes, sauf s'il s'agit d'aspects peu classiques ou d'affections peu connues. Il en existe en effet des descriptions détaillées dans diverses publications (WALKER, 1957; CHUPP et SHERF, 1960; MESSIAEN et LAËON, 1965; DAVET, 1967) et il serait inutile et fastidieux de les reprendre ici. Nous avons volontairement aussi limité les données biblio-

graphiques pour ne pas alourdir notre texte. Nous avons par contre fait une place à quelques hypothèses susceptibles de servir de point de départ aux travaux d'autres chercheurs.

II — MALADIES OBSERVEES SUR LA TOMATE AU LIBAN

EN PEPINIERE :

- manques à la levée, fontes de semis :
 - Fusarium solani* (Mart.) Sn. et H.
 - Phytophthora parasitica* Dast.
 - Phytophthora capsici* Leonian
 - Pythium* spp.
 - Rhizoctonia solani* Kühn

- Chancre au collet après la levée :
 - chancre noir avec zonations concentriques:
 - Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Jones et Grout
 - chancre noirâtre humide avec pourriture molle .
 - Phytophthora parasitica* Dast.
 - lésion sèche brun-grisâtre:
 - Fusarium solani* (Mart.) Sn. et H. et *Rhizoctonia solani* Kühn

APRES LE REPIQUAGE :

Sur les racines :

- d'abord des petites taches brunes à bord net, ceinturant la racine, puis des lésions liégeuses grises à noires remontant parfois jusqu'au collet :
 - Pyrenochaeta lycopersici* Schn. et Gerlach

— petits sclérotés noirs bien visibles à l'oeil nu, pourriture molle avec décortication :

Colletotrichum coccodes
(Wallr.) Hughes

— lésions noirâtres peu importantes comportant de petits sclérotés visibles à la loupe :

Rhizoctonia bataticola (Taub.)
Butl.

— lésions sèches, en général brun foncé :

Fusarium solani (Mart.) Sn. et
H. et *Rhizoctonia solani* Kühn

au collet :

— pourriture molle, lésions noirâtres descendant vers les racines :

Phytophthora parasitica Dast.

— pourritures sèches :

+ en saison fraîche : chancre brun-gris affectant la tige jusqu'à 15 cm au-dessus du sol; gros sclérotés noirs dans la cavité médullaire :

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.)
de Bary

+ en saison chaude : étranglement du collet dont l'écorce disparaît, flétrissement rapide de la plante; petits sclérotés marrons sur le collet, les racines principales et la surface du sol :

Corticium rolfsii (Sacc.) Curzi

+ plutôt par temps chaud : chancre brun-gris allongé

faisant rarement le tour de la tige, parfois au-dessus du niveau du sol; zonations concentriques caractéristiques :

Alternaria solani (Ell. et Mart.)
Jones et Grout

chancre brunâtre commençant au-dessous du niveau du sol :

Fusarium solani (Mart.) Sn. et H.
et *Rhizoctonia solani* Kühn

maladies vasculaires :

fanaison des plantes à partir du bas, jaunissement des feuilles; une partie du système vasculaire paraît brune sur une section de tige :

+ éclatement longitudinal des tiges, formant de petits chancres noirs :

Corynebacterium michiganense (E.F. Smith) Jensen

+ sans éclatement :

Fusarium oxysporum (Schlecht.) Sn. et H. *f.sp. lycopersici* (Sacc.) Sn. et H.

sur les feuilles :

— mosaïque vert foncé — vert clair, ralentissement de croissance ⁽¹⁾ :

Mosaïque du Tabac

1) la distinction entre deux maladies à virus est souvent difficile à faire car les symptômes exprimés ne sont jamais très caractéristiques. En particulier, la Mosaïque du Tabac peut, dans certains cas, entraîner l'apparition de feuilles filiformes, symptôme généralement attribué à la Mosaïque du Concombre. Le virus X s'extériorise lui aussi par une mosaïque légère. Il est donc difficile d'établir avec certitude un diagnostic sur le terrain.

- mosaïque légère, formation de feuilles filiformes⁽¹⁾ : Mosaïque du Concombre
 - taches graisseuses étendues, mal délimitées, couvertes de fructifications à la face inférieure par temps humide : *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary
 - taches grisâtres puis jaunes, portant des fructifications à la partie inférieure par temps sec : *Leveillula taurica* (Lév.) Arnaud
 - taches noires irrégulières, assez grandes, avec des zonation concentriques et une marge jaune : *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Jones et Grout
 - petites taches noires à brun-noir, nombreuses, sans zonation : *Stemphylium botryosum* Wallr. f. *sp. lycopersici* Rotem, Cohen et Wahl
- sur les fleurs :
- transformation des bouquets floraux, virescence, fleurs énormes et stériles : Stolbur
- Sur les fruits :
- généralement près du pédoncule :

- taches déprimées blanc — jaunâtre, d'aspect parcheminé : Coup de soleil
 - taches marbrées, non déprimées, à bords peu nets: *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary
 - taches noires couvertes de fructifications : *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Jones et Grout
- généralement vers la partie apicale :
- taches sèches déprimées, d'abord claires puis noires : Nécrose apicale
 - taches bosselées, avec zonation brunâtre, sur fruits verts : *Phytophthora parasitica* Dast.

III — ETUDE DE QUELQUES MALADIES DUES A DES VIRUS

MOSAÏQUE DU TABAC :

La Mosaïque du Tabac n'est pas répartie de façon uniforme dans toutes les zones de culture. Elle est rare dans la Béqaa mais très répandue sur la côte, au nord et au sud de Beyrouth. On l'observe surtout pendant les saisons de transition : printemps (avril — mai au sud de Beyrouth, mai — juin au nord de Beyrouth) et automne (octobre — novembre au nord de Beyrouth). La région comprise entre Nahr el Kelb et Amchit est particulièrement atteinte chaque année en automne par une souche de virus qui semble très virulente et qui provoque un important arrêt de croissance avec coulure des fleurs déjà formées. Les symptômes que l'on obser-

ve (mosaïque parfois peu nette, rabougrissement, réduction et crispation des feuilles) différent un peu du tableau classique de la Mosaïque du Tabac. Les échantillons ne contiennent cependant pas d'autre virus (MARCHOUX, 1969, communication personnelle) et il faut penser soit qu'il s'agit là d'une souche particulière du parasite (NIENHAUS, 1969), soit que des conditions climatiques particulières (durées de jour plus courtes, températures plus fraîches) entraînent une extériorisation différente de la maladie (FLETCHER et MacNEILL, 1971).

La Mosaïque du Tabac est transmissible par les semences : le pourcentage de graines infectées est toujours faible, mais les plants contaminés dès la pépinière constituent des foyers primaires importants de Mosaïque. En outre, c'est une maladie extrêmement contagieuse puisqu'elle est inoculable mécaniquement par simple contact et ne nécessite pas l'intervention d'un insecte vecteur. Dans la pratique elle est souvent répandue dans une parcelle par les ouvriers qui, ayant touché des plantes virosées, transmettent la maladie à des plantes saines au cours des opérations culturales.

Ces quelques considérations permettent de donner une interprétation probable de l'évolution de la Mosaïque du Tabac sur la Côte Nord, où les tomates sont tuteurées, et d'expliquer sans doute pourquoi elle y est plus grave qu'au sud, où le tuteurage est beaucoup moins fréquent. Un grand nombre de cultivateurs produisant eux-mêmes leurs semences, il est inévitable qu'une certaine proportion de graines contienne du virus. Les plants issus de ces semences constitueront les foyers primaires d'infection. La maladie n'est pas encore très apparente après le repiquage au champ, car ces plants sont disséminés au milieu des plants sains. Cependant, quelques semaines plus tard ont lieu les opérations de tuteurage et de pinçage. Les tomates sont alors soumises à de nombreuses manipulations au cours desquelles est réalisée la généralisation de la maladie. Après quelques jours d'incubation, les symptômes apparaissent brutalement sur l'ensemble de la parcelle : c'est la "période de crise", au cours de laquelle la virose s'extériorise claire-

ment. Elle se traduit par une réduction de la croissance et des défauts de nouaison. La croissance reprend ensuite progressivement : cette "récupération" est normale dans le cas d'un grand nombre de viroses. Elle ne signifie pas que le virus a disparu, mais qu'une sorte d'équilibre s'est établi entre son hôte et lui. Les symptômes sont alors plus ou moins masqués, mais ne disparaissent pas totalement; nous avons pu en observer jusqu'au mois de janvier, date de la fin de la culture. Pourquoi la maladie est-elle plus grave en automne qu'au printemps ? Il est probable que ceci est dû pour une bonne part à des conditions climatiques moins favorables pour la tomate en octobre - novembre : réduction de la durée du jour, rafraîchissement de la température. Ce dernier facteur paraît important dans l'épidémiologie de la Mosaïque du Tabac. Ainsi, en Hollande, les producteurs de tomates ont constaté que l'aération des serres en hiver, destinée à lutter contre le *Botrytis* et le *Cladosporium*, pouvait, lorsqu'elle était trop brutale, provoquer un choc thermique et entraîner une brusque "explosion" de la Mosaïque du Tabac (BRAVENBOER, 1971, communication personnelle).

MOYENS DE LUTTE :

Ils sont directement inspirés par les observations qui précèdent, et portent essentiellement sur la production de plants sains.

— semences : il est possible d'éliminer le virus de la Mosaïque du Tabac dans les semences par des traitements appropriés. La chaleur sèche donne d'excellents résultats (LATERROT et PECAUT, 1968 a) mais son emploi est trop délicat pour être vulgarisé. L'extraction chlorhydrique donne de bons résultats également. Elle consiste à faire macérer les graines, après séparation de la pulpe, dans une solution à 1% d'acide chlorhydrique concentré. L'addition de pectinase (3 g/l) rend le nettoyage des graines plus facile (LATERROT et PECAUT, 1965). Après 24 heures de trempage dans cette solution, les graines sont lavées à l'eau puis séchées. Cependant, en l'absence d'un contrôle efficace il semblerait préférable, tout au moins pendant quelques années, de renoncer à la production de semences de tomate dans la région littorale, dont nous

savons qu'elle est fortement contaminée, et de recourir à des graines importées certifiées exemptes de virus ou à la rigueur à des graines venant de régions peu atteintes ('Akkar, Béquaa).

— sol : le virus se conserve dans les fragments de plantes malades et donc dans le sol où ils sont incorporés. On considère cependant qu'il devient inactif après leur décomposition par la microflore du sol. Sa durée de survie est donc limitée à quelques mois. Il n'y aurait ainsi risque de contamination par le sol que dans le cas d'une culture de primeur succédant immédiatement à une culture d'arrière-saison, ce qui est assez rare dans la pratique. Le risque peut se présenter par contre dans les pépinières, et il est important de souligner qu'une désinfection du sol au méthylthiocarbamate non seulement n'a pas d'action sur le virus, mais encore ralentit son inactivation en détruisant la microflore du sol. Dans tous les cas douteux il est donc souhaitable de pratiquer les semis dans un sol vierge.

— techniques culturales : bien que certaines techniques récentes permettent de l'envisager à longue échéance, il n'est évidemment pas question de proposer la suppression du tuteurage et du pinçage. Cependant il est certain que ces opérations favorisent la généralisation de la maladie, et cela à une époque où la plante est encore en pleine croissance. Or il est établi que les pertes de rendement sont d'autant plus importantes que la contamination a eu lieu plus tôt. C'est sans doute pourquoi les plantes non tuteurées semblent moins souffrir, les premières manipulations contaminatrices n'ayant lieu qu'au moment de la cueillette.

Pour diminuer les risques de contamination précoce il faut que le matériel et les mains des ouvriers soient désinfectés lorsqu'ils passent d'une plante à une autre. Pour le matériel et en particulier les tuteurs, qui peuvent conserver le virus d'une culture à l'autre, NIENHAUS et SAAD (1967) proposent un lavage avec une solution de phosphate trisodique à 20%. Pour le lavage des mains, MESSIAEN et MAISON (1962) suggèrent de faire tremper les liens servant à l'attachage des plantes dans une solution aqueuse de bro-

mure de lauryldiméthylbenzylammonium à 0.5% : ce produit est un détergent doté d'une forte propriété inhibitrice. Les doigts des manipulateurs se trouveront ainsi désinfectés chaque fois qu'ils prendront un lien. Le phosphate trisodique, corrosif, peut difficilement être conseillé pour le lavage des mains.

— traitements : les pucerons interviennent très peu ou pas dans la dissémination. Il est donc inutile de multiplier les traitements insecticides.

— perspectives d'avenir :

- Variétés résistantes : la sélection de variétés résistantes est poursuivie activement dans plusieurs stations de recherche, le problème étant d'obtenir des variétés qui soient à la fois résistantes au virus et aussi productives que les variétés courantes. L'introduction de caractères de résistance est en effet accompagnée par une perte de fertilité (LATERROT et PECAUT, 1968 b). Il n'existe pas à l'heure actuelle de variété fixée dont les qualités agronomiques soient satisfaisantes. On s'oriente donc plutôt vers l'obtention d'hybrides dont quelques uns sont en cours d'expérimentation tant en France qu'aux Pays Bas.

- Vaccination : partant de l'idée que, puisqu'après une période critique consécutive à l'inoculation, la croissance de la tomate reprend ensuite de façon presque normale, certains chercheurs ont envisagé de contaminer systématiquement les plantes à une période où la "crise" risque le moins de compromettre la production, c'est-à-dire bien avant la floraison. Des essais préliminaires ont montré que l'inoculation d'une souche peu virulente de la Mosaïque du Tabac prémunissait les plantes contre les infections ultérieures par des souches plus virulentes. Il ne s'agissait donc plus que de trouver une souche aussi peu virulente que possible pour que ses effets pathogènes soient insignifiants, mais capable cependant de prémunir les tomates contre les souches courantes du virus. Ce travail a été mené à bien aux Pays Bas où RAST, à Naaldwijk, a obtenu par des procédés chimiques un mutant atténué

répondant à ces conditions. La méthode, maintenant en cours d'expérimentation à grande échelle, consiste à pulvériser sur les plantes en pépinière, au moment de l'apparition des premières vraies feuilles, une suspension du virus purifié. Il est vraisemblable que le procédé sera très prochainement commercialisé. L'utilisation éventuelle d'une telle méthode sur les cultures de plein champ du Liban appelle toutefois quelques remarques :

Il faudra au préalable s'assurer que la prémunition exercée par le virus atténué est efficace aussi contre les souches locales de Mosaïque du Tabac et dans les conditions climatiques locales.

Il faudra également s'assurer que la souche de virus atténué ne risque pas de former des complexes à pouvoir pathogène élevé avec les autres virus présents dans les cultures : Mosaïque du Concombre, virus X, virus Y de la Pomme de Terre ...

MOSAIQUE DU CONCOMBRE :

Cette maladie occupe une aire plus vaste que la Mosaïque du Tabac puisqu'on peut l'observer assez couramment sur la côte aussi bien que dans la Béquaa. Ses conséquences économiques pour la tomate semblent moins importantes, quoique non négligeables. Comme son nom l'indique, cette virose sévit surtout sur les Cucurbitacées, mais en fait elle est répandue chez un nombre considérable de plantes. Au Liban, NIENHAUS (1969) l'a identifiée sur l'aubergine, le bananier, la blette, le céleri, le concombre, la courge, la courgette, l'épinard, le maïs, le melon, le persil, le poivron, le tabac et la tomate. Il faudrait ajouter à cette liste au moins autant de plantes spontanées dont certaines sont très courantes (NITZANY et WILKINSON, 1961). Aussi faut-il considérer que l'agent infectieux est présent de façon permanente dans le pays. La Mosaïque du Tabac et la Mosaïque du Concombre peuvent exister simultanément sur une même plante. Les troubles physiologiques et la réduction du rendement sont dans ce cas beaucoup plus importants.

Contrairement à la Mosaïque du Tabac, la Mosaïque du Con-

combre est transmise par l'intermédiaire d'agents vecteurs, en général des pucerons. Dans le sud-est de la France, MESSIAEN, MAISON et MIGLIORI (1963) ont établi une corrélation nette entre les vols de pucerons au printemps et les contaminations enregistrées, d'abord sur les Cucurbitacées, puis sur la tomate. Ils ont noté aussi que les tomates n'étaient gravement malades que si la contamination avait eu lieu au début de leur cycle végétatif. Après la floraison du premier bouquet les plantes peuvent être considérées comme résistantes.

MOYENS DE LUTTE :

L'action directe contre les pucerons par des pulvérisations d'insecticides peut réduire notablement le nombre des vecteurs, elle ne l'abaisse jamais au-dessous d'un seuil suffisant pour empêcher les contaminations. Aussi ces traitements doivent-ils être accompagnés par des procédés de lutte moins directs. Les travaux de recherche ont porté surtout sur les Cucurbitacées qui (à l'exception de la pastèque) sont beaucoup plus sensibles que la tomate. Chez cette plante, dans un climat comme celui de la France tout au moins, le problème peut être considéré comme limité par l'apparition au bout de quelques semaines de la quasi-résistance que nous avons déjà mentionnée. Il importerait, au Liban, de vérifier si le même phénomène se produit, les conditions climatiques étant quelque peu différentes de celles dans lesquelles il a été observé. Au cas où la tolérance à la Mosaïque du Concombre après le repiquage serait confirmée, il suffirait d'éviter les contaminations en pépinière, comme le conseillent MESSIAEN et coll. (1967). Pour cela, les semis peuvent être faits sur des couches protégées par des châssis constitués de grillage très fin empêchant le passage des insectes. Les arrosages sont faits à travers le grillage pour éviter l'ouverture des châssis. Lorsque cette ouverture a été nécessaire on la fait suivre d'une pulvérisation insecticide destinée à éliminer les insectes qui auraient pu s'introduire dans le semis. La connaissance des pucerons vecteurs et de leurs cycles pourrait sans doute permettre, dans un stade ultérieur, de choisir des dates de semis en dehors des périodes de pullulation et de limiter l'emploi des grillages au mo-

ment durant lequel les vecteurs sont effectivement présents.

IV — ETUDE DE QUELQUES MALADIES DUES A DES CHAMPIGNONS

MALADIES DES RACINES :

Les lésions que l'on observe sur les organes souterrains des plantes ne sont pas toujours aussi typiques que les taches que l'on peut voir sur les parties aériennes. En effet le sol est un milieu très complexe où coexistent un grand nombre de champignons. Lorsque l'un d'eux s'introduit et se développe dans une racine, il est presque toujours rapidement suivi par divers parasites secondaires qui poursuivent la dégradation amorcée et aboutissent en fin de compte à une pourriture peu caractéristique. Pour simplifier, nous traiterons seulement de deux parasites primaires importants, le *Pyrenochaeta lycopersici* et le *Colletotrichum coccodes*. Il ne faut pas perdre de vue que ces champignons peuvent se trouver masqués à l'isolement par les divers parasites secondaires qui les accompagnent.

PYRENOCHAETA LYCOPERSICI

Ce champignon est présent dans toutes les zones de culture de la tomate au Liban, mais il est particulièrement abondant dans la bande littorale où il représente, à notre avis, l'une des principales causes de la faiblesse des rendements. L'ampleur des attaques varie peu d'une année à l'autre, et l'on peut estimer, en se référant à une étude récente de LAST et coll. (1969), que la perte de production subie chaque année est de l'ordre de 30 à 40% de la récolte. Paradoxalement, cette maladie reste ignorée des cultivateurs et de beaucoup de praticiens. Ceci est dû sans doute au fait qu'elle évolue lentement tout au long de la culture et que les symptômes typiques ne peuvent être observés qu'après avoir arraché les plantes et après avoir lavé leurs racines de façon à les débarrasser de la terre qui masque les lésions.

Ces lésions se manifestent d'abord par de petites taches bru-

nes, peu foncées mais bien distinctes, sur les racines blanches normales. Ces taches ceignent complètement la racine en formant une sorte de petit manchon brun qui s'étend. Les plus petites racines pourrissent. Sur les autres, la surface des lésions se craquèle et devient brun-grisâtre, puis gris foncé. L'écorce s'épaissit, devient liégeuse et rugueuse, ce phénomène pouvant atteindre le collet et, plus rarement la base des tiges : c'est ce faciès qui a donné son nom à la maladie : "corky root" ou "maladie des racines liégeuses". Lorsque l'on arrache ces plantes en fin de culture, on ne retire généralement du sol que quelques grosses racines, toutes les racines secondaires ayant disparu. Souvent la formation de racines adventives au niveau du collet donne l'illusion d'un système racinaire sain. Les plantes attaquées précocement restent chétives et fournissent une récolte insignifiante. Dans le cas général, la végétation paraît d'abord normale mais la nouaison se fait mal, la taille des fruits reste inférieure à la moyenne et le feuillage commence à se faner avant celui des autres plantes. L'émission de racines adventives, plus aisée lorsque les cultures ne sont pas tuteurées, retarde quelque peu, sans les compenser, les effets de la maladie.

Sur la Côte Sud, à Naameh, nous avons pu isoler le *P. lycopersici* sur des racines de tomates qui venaient d'être repiquées, ce qui implique qu'elles avaient été contaminées dès la pépinière. Quelques semaines après le repiquage, la proportion de racines brunes sur un échantillon atteignait 72% (en poids). Dans la région côtière au nord de Beyrouth, les contaminations en pépinière paraissent plus rares. Elles ont lieu surtout en plein champ et sont décelables 4 à 5 semaines après la plantation.

Bien que très peu d'études systématiques aient été entreprises sur le rôle de la température dans l'épidémiologie de la maladie des racines liégeuses, la plupart des chercheurs s'accordent à dire qu'elle ne se développe que par temps frais, l'optimum étant compris entre 15° et 20°. En fait on peut l'observer au Liban en toutes saisons : en été dans certaines régions de la Béqaa, de l'automne à l'hiver dans les cultures d'arrière-saison de la Côte Nord, et du

printemps à l'été dans les primeurs de la Côte Sud et de la Côte Nord. Dans cette région, la température du sol à tous les niveaux est supérieure à 20° dès le mois d'avril et elle dépasse 30° au début du mois de juin (tableau IV), ce qui ne constitue apparemment pas un obstacle.

Tableau IV — moyennes mensuelles des températures enregistrées dans le sol à 5cm et à 50cm de profondeur à Beyrouth — Khaldé. Origine : Service météorologique du Liban.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1969	à 5cm	11,2	13,4	17,5	22,3	28,0	34,6	35,7	34,9	31,6	25,6	18,5	14,9
	à 50cm	12,6	13,4	16,7	20,0	25,3	30,8	32,3	32,5	31,3	26,8	20,5	16,9
1970	à 5cm	13,4	11,6	13,9	18,9	23,3	28,6	30,5	30,4	27,4	21,7	17,7	10,5
	à 50cm	14,8	15,1	16,6	21,4	25,9	30,4	32,5	33,0	31,5	26,4	21,7	15,0

Deux hypothèses, qui ne s'excluent pas, pourraient expliquer la présence de dégâts importants en saison chaude :

— Si l'on compare les résultats d'isolements pratiqués dans des racines malades de tomate d'arrière-saison et de primeur dans une même région (la Côte Nord), on constate que l'on obtient une bien plus grande proportion de *P. lycopersici* en automne qu'au printemps : respectivement 17,3 % et 6,2% (DAVET, 1969). La raréfaction du *P. lycopersici* est compensée par une plus forte représentation des *Fusarium* et du *Rhizoctonia solani* : respectivement 48,8% et 21,4% contre 30,6% et 13,5% (tous ces pourcentages sont statistiquement différents au seuil 1%). Si l'on se limite d'une façon plus précise à l'étude des lésions liégeuses proprement dites, on obtient des résultats tout à fait comparables. On peut imaginer que le *P. lycopersici* s'introduit dans les racines au printemps en mars — avril, époque où la température est encore très favorable à son développement. Son évolution est ensuite ralentie

lorsque la température augmente, mais les racines sont déjà suffisamment attaquées pour ouvrir la voie à divers parasites secondaires, en tête desquels arrivent le *Fusarium oxysporum*, le *F. solani* et le *R. solani*. Ces champignons, qui sont favorisés par la chaleur, poursuivent la dégradation que le *P. lycopersici* a commencée. En automne les conditions à la fois moins favorables aux *Fusarium* et au *R. solani* et plus favorables au *P. lycopersici* permettent à celui-ci de poursuivre une évolution plus complète. Dans les deux cas le résultat est une forte attaque du système racinaire.

— Parmi les nombreux isolements que nous avons obtenus, il semble que l'on puisse distinguer deux groupes, morphologiquement semblables, mais dont les températures optimales de développement *in vitro* sont différentes : pour certains isolements, la température la plus favorable est proche de 24°, et on n'observe plus de croissance à 30° ; pour d'autres, la température optimale est 28° et une certaine croissance est encore possible à 30° (résultats non publiés). Les souches de chacun de ces groupes peuvent provoquer des lésions sur des racines de plantules en inoculation expérimentale. En l'absence de toute forme de reproduction caractéristique, il est difficile d'affirmer que toutes les souches isolées appartiennent bien à la même espèce. On peut toutefois supposer que certaines d'entre elles se sont adaptées à des températures élevées et restent actives en été.

In vitro le champignon supporte bien de fortes teneurs en eau dans le sol et semble même favorisé par les sols lourds. On constate d'ailleurs que la maladie est plus grave dans les sols argileux de la Côte Nord que dans les terrains sableux de la Côte Sud.

La gravité des dégâts est très nettement liée à l'intensité de l'exploitation du sol. Ceci est aisé à expliquer par la biologie du champignon. Le *P. lycopersici* est un organisme normalement stérile : il ne peut pas y avoir multiplication puis transport de l'inoculum sous forme de spores comme c'est le cas pour le *Phytophthora parasitica* par exemple. Le potentiel infectieux du parasite ne s'accroît donc que lentement et cela d'autant plus

qu'il est incapable d'activité saprophytique et ne peut se développer que dans les racines vivantes d'un hôte. Lorsque les cultures sont intensives et que la succession des espèces sensibles est rapide, le potentiel infectieux devient suffisant pour entraîner des dégâts importants. Ceci est particulièrement bien illustré dans la Béqaa où l'on trouve, à côté des champs de grande culture, des petites exploitations intensives au voisinage des agglomérations : dans les champs où un assolement assez large est respecté, il est très rare d'isoler le *P. lycopersici* et la maladie des racines liégeuses ne se manifeste pas. Dans les jardins maraîchers de Hoche el Omara ou de Qab Elias, le champignon est cinq fois plus abondant sur les racines de la tomate et la maladie apparaît (tableau V).

Tableau V — fréquence des isollements de *Pyrenochaeta lycopersici* obtenus à partir de lésions sur les racines de la tomate, selon l'intensité de l'exploitation du sol. La différence est significative au seuil 1%.

	grande culture		maraîchage intensif	
	nombre d'isollements obtenus	%	nombre d'isollements obtenus	%
<i>P. lycopersici</i> :	67	5,6	77	28,7
autres espèces:	1203	94,4	268	71,3

En dehors de la tomate, nous avons relevé comme hôtes naturels au Liban : l'aubergine, le piment et le concombre. Le *Datura stramonium* peut être infecté expérimentalement. Seule l'aubergine présente des lésions analogues à celles de la tomate, mais le champignon est beaucoup plus difficile à isoler à partir des racines de cette plante. Récemment, nous avons obtenu à partir de racines de haricot des isollements morphologiquement semblables au *P. lycopersici*, capables de provoquer des lésions sur des plantules de tomate. WILHELM, NELSON et FORD (1969) ont isolé un champignon parasite des racinés du fraisier et des semis de pins,

qu'ils assimilent à l'agent responsable de la maladie des racines liégeuses de la tomate. Ils ont pu mettre aussi en évidence ce champignon dans les racines de plusieurs plantes adventices, parmi lesquelles figure *Amaranthus retroflexus*, commune au Liban. MENZIES a rapporté au Congrès d'Exeter (1971) qu'il isolait fréquemment le *P. lycopersici* de racines de laitues cultivées en alternance avec des tomates en serre. Le *P. lycopersici* aurait donc une gamme d'hôtes étendue. Parmi ces hôtes, certains, comme le concombre et la laitue, ne présentent pas de symptômes mais sont néanmoins capables d'assurer la survie et même parfois la multiplication du parasite.

MOYENS DE LUTTE :

— méthodes culturales : l'utilisation d'une terre indemne du parasite dans les pépinières est absolument indispensable. Les travaux de LAST et EBBEN (1966) ont clairement établi que le *P. lycopersici*, qui se développe lentement, met très longtemps pour coloniser un sol sain à partir d'un sol contaminé. Il s'ensuit que si les tomates sont repiquées avec une motte de terre non contaminée au lieu d'être repiquées à racines nues, leurs racines sont protégées plus longtemps et ont le temps de se multiplier avant d'être infectées. Plus le volume de la motte est important, plus tard est réalisée l'infection. La technique du repiquage en motte permettrait sans aucun doute une amélioration de l'état sanitaire dans les sols très contaminés de la côte. La méthode la plus pratique pour obtenir ce résultat est le semis dans des godets de tourbe tout préparés, mais elle risquerait d'être d'un prix de revient élevé au Liban. Il est possible d'utiliser aussi des pots en carton remplis de terreau, ou encore plus simplement des pots de terre pressée.

Puisque le champignon se répand lentement dans le sol, il est possible d'en limiter l'extension par une rotation culturale appropriée. Ainsi la succession de deux Solanacées doit être formellement proscrite. Il faut de même éviter l'alternance concombre — tomate (ou aubergine) qui est souvent pratiquée sur la côte. La suite de nos essais indiquera si le haricot peut être aussi considéré

comme une plante-hôte. Il est certain que, dans l'affirmative, la marge de manœuvre des cultivateurs se trouverait extrêmement réduite puisque la succession tomate – haricot est très fréquemment suivie.

En Hollande a été mise au point il y a quelques années une technique qui consiste à greffer les tomates sur un porte-greffe résistant constitué par un hybride de *Lycopersicum esculentum* et de *L. hirsutum* (BRAVENBOER et PET, 1962). Ce porte-greffe offre l'avantage d'être également résistant aux nématodes. A l'heure actuelle 5 à 10% des tomates cultivées en Hollande sont des plantes greffées et cette technique commence à s'introduire dans l'ouest de la France. Malgré des gains de production souvent importants, son extension est cependant limitée par deux inconvénients : la nécessité d'une main d'œuvre spécialisée et le fait que le greffage entraîne une perte de la précocité.

— lutte chimique : parmi les produits utilisés pour la désinfection du sol, seule la chloropicrine permet l'élimination du *P. lycopersici*. On utilise aussi parfois des mélanges de chloropicrine et de bromure de méthyle. Mais ce sont des produits très dangereux à manipuler et leur mise en œuvre nécessite l'intervention de spécialistes, ce qui contribue à élever le prix de revient des traitements. Les nouveaux fongicides systémiques (bénomyl, thiophanates) ont donné des résultats intéressants *in vitro*. Mais jusqu'à présent les traitements effectués dans la pratique ont été assez décevants. C'est ainsi que les applications de bénomyl dans les serres de tomates de Bretagne non seulement n'ont pas fait disparaître la maladie des racines liégeuses, mais encore ont entraîné une prolifération des *Pythium* et des *Phytophthora*, contre lesquels ces fongicides sont sans aucun effet (MOREAU, 1971, communication personnelle).

— sélection : la sélection de variétés résistantes, entreprise depuis quelques années, se poursuit actuellement dans deux directions : essai d'introduction chez la tomate de la résistance très élevée de l'espèce sauvage *L. glandulosum* (HOGENBOOM, 1970); utilisation de la tolérance de la variété ornementale à petits fruits "Espalier" (LATERROT, 1971, communication personnelle).

COLLETOTRICHUM COCCODES

De même que les attaques dues au *P. lycopersici*, les pourritures provoquées par le *Colletotrichum coccodes* passent le plus souvent inaperçues. Pourtant ce parasite, qui ne semble d'ailleurs pas rare dans le bassin méditerranéen, existe dans toutes les régions maraîchères du Liban.

Les avis sont très partagés sur l'importance qu'il faut attribuer au *C. coccodes*. En Europe occidentale il n'est considéré que comme un parasite de faiblesse n'apparaissant qu'en fin de culture, sans effet sur les rendements. En Amérique du Nord et en Europe orientale, certains chercheurs estiment au contraire qu'il peut faire preuve d'un pouvoir pathogène très élevé et entraîner des pertes de récolte importantes. Il semble qu'au Liban on puisse adopter une position intermédiaire et estimer que ce champignon diminue les rendements de façon appréciable en certaines occasions. Notre jugement est étayé d'une part par l'observation chez des maraîchers de plantes dont la fanaison précoce, en l'absence de maladies vasculaires et d'autres parasites, ne pouvait s'expliquer que par l'action du *C. coccodes*; d'autre part par les résultats de plusieurs inoculations expérimentales. Par exemple, à l'issue d'un essai réalisé en plein air à Tel-Amara (Béqaa), la production de fruits des plantes inoculées représentait moins de 75% de celle des témoins (DAVET, 1970 a). La facilité avec laquelle on peut réaliser les inoculations montre que le *C. coccodes* est bien un parasite primaire.

La présence du *C. coccodes* entraîne une pourriture brune atypique des racines, qui finissent par perdre leur écorce. Souvent, mais pas toujours, de petits sclérotés noirs très faciles à voir à la loupe se forment à la surface des organes parasités : les auteurs anglo-saxons ont nommé "black dot" ce faciès caractéristique de la maladie. Comme c'est généralement le cas lorsque le système racinaire est atteint, les plantes réagissent en émettant des racines adventives.

La contamination peut avoir lieu à tout moment du cycle végétatif, y compris en pépinière. On peut trouver des sclérotés sur des plantes d'un mois, mais dans le cas général le champignon reste peu apparent sur les racines des plantes jeunes. Ce n'est qu'à partir du moment où les fruits commencent à se former que les symptômes deviennent bien visibles et affectent une grande partie du système racinaire : les trois quarts peuvent en être atteints en fin de culture.

Le *C. coccodes* est beaucoup plus sensible que le *P. lycopersici* à l'influence des conditions extérieures. Nous avons pu montrer qu'il se conservait très mal dans des sols contenant de l'eau en excès (DAVET, 1970 b). Cette condition se réalise chaque année dans la partie centrale de la Béqaa, de part et d'autre du Litani qui sort largement de son lit pendant les mois d'hiver : on ne rencontre pratiquement jamais de *C. coccodes* sur les racines des tomates cultivées dans ces terrains, alors qu'il est présent dans les champs plus élevés et mieux drainés (tableau VI). Des essais au laboratoire ont montré que son activité parasitaire, comme son activité saprophytique, était réduite dans les sols très humides : les pourcentages de racines brunes obtenus après 6 semaines de culture de "Marmande" inoculées par trempage dans des suspensions de spores du *C. coccodes* sont d'autant plus faibles que la teneur en eau des pots, contrôlée régulièrement par pesée, est plus forte (tableau VII).

Tableau VI — fréquence des isoléments de *C. coccodes* obtenus à partir de lésions sur des racines de tomate dans les champs de grande culture de la Béqaa suivant leur situation topographique. La différence est significative au seuil 1%.

	Terrains non inondés		Terrains inondés	
	nombre d'isoléments obtenus	%	nombre d'isoléments obtenus	%
<i>C. coccodes</i> :	171	16,9	6	2,3
autres espèces :	843	83,1	250	97,7

Tableau VII — effet de la teneur en eau du sol sur l'attaque des racines de tomate par le *Colletotrichum coccodes* (moyennes de 2 essais comprenant chacun 5 plantes pour chaque cas).

	Teneur en eau des pots		
	20%	30%	45%
Pourcentage de racines brunes (en poids) :	51,2	37,9	21,3

Cette sensibilité du *C. coccodes* à la teneur en eau dans le sol a deux conséquences assez faciles à vérifier : on le rencontre plus facilement dans les sols légers que dans les sols lourds et mal drainés; son importance varie d'une année à l'autre en fonction des chutes de pluie. Ainsi, entre août 1967 et août 1968, il est tombé à Beyrouth 788,2mm d'eau : le *C. coccodes* a été assez abondant; pendant la même période, en 1968 – 1969, il est tombé 1469,2mm et les isollements du champignon ont été beaucoup moins fréquents. La teneur en eau a aussi un effet indirect sur les plantes : par temps sec, les tomates dont le système racinaire est endommagé souffrent davantage que les autres.

Le *C. coccodes* se rencontre plutôt sur les cultures de printemps et d'été, mais ceci peut être aussi bien lié au régime des pluies qu'à une action directe favorable de la chaleur. Ses exigences thermiques *in vitro* ne sont en effet pas très élevées (optimum de croissance vers 22 – 24°).

Contrairement au *Pyrenochaeta lycopersici* dont le stock dans le sol ne s'accroît que lentement, le *C. coccodes* se multiplie rapidement grâce aux spores nombreuses que ses acervules sont capables d'émettre. Il resterait à préciser dans quelles conditions exactes les sclérotés se transforment en acervules sporifères. Les spores peuvent être entraînées par les eaux de pluie ou d'irrigation et infecter les cultures situées en aval. La tomate, l'aubergine, le poivron et la pomme de terre peuvent être facilement contami-

nés. Expérimentalement, nous avons réussi l'inoculation de presque toutes les plantes maraîchères sauf la carotte, ainsi que de quelques plantes spontanées, en trempant leurs racines pendant 24 heures dans des suspensions de conidies peu concentrées (100/ml) (DAVET, 1971). Cependant, dans la nature, nous n'avons jusqu'à présent isolé ce parasite que sur les Solanacées cultivées. Il est peu probable que les autres plantes jouent un rôle important comme hôtes secondaires.

Le *C. coccodes* ne semble pas, au Liban, pouvoir s'attaquer aux organes aériens de la tomate (feuillage et fruits) comme il le fait, par exemple, aux Etats Unis. Mais il est possible que l'emploi de l'irrigation par aspersion favorise le développement de cet aspect de la maladie.

MOYENS DE LUTTE :

Il est essentiel d'éviter la répétition de deux cultures de Solanacées sur le même terrain. Un intervalle minimum de deux ans paraît nécessaire dans des sols contaminés.

L'eau d'irrigation est probablement un moyen de diffusion important du parasite et il faut veiller à ne pas arroser des parcelles saines avec de l'eau polluée. Les débris de culture sont aussi une source d'infection à ne pas négliger. En fin de récolte, les racines doivent être non seulement arrachées mais brûlées.

Il n'existe pas de variété de tomate résistante au *C. coccodes*. Certaines semblent moins sensibles que d'autres : ainsi la "Marglobe" est réputée avoir une certaine tolérance (FORLOT, 1965).

Le champignon a montré dans nos essais *in vitro* une relative tolérance au bénomyl.

MALADIES DU COLLET

Un assez grand nombre de champignons à habitat terrestre peut attaquer la tomate au niveau du sol et provoquer des chan-

cles du collet. Certains, comme l'*Alternaria solani* ou le *Didymella lycopersici*, peuvent être considérés comme spécifiques. D'autres, comme le *Sclerotinia sclerotiorum*, le *Corticium rolfsii*, les *Pythium*, les *Phytophthora*, le *Fusarium solani* et le *Rhizoctonia solani*, ont au contraire un éventail d'hôtes assez large et parfois même très large, débordant le domaine des cultures maraîchères.

Nous ne traiterons pas de l'*A. solani* ni du *S. sclerotiorum* qui sont peu importants sur la tomate au Liban, ni du *Didymella lycopersici* qui n'a pas encore été observé.

CORTICIUM ROLFSII

Ce champignon peut causer de gros dégâts dans les cultures, mais dans une région jusqu'à présent bien délimitée, le 'Akkar, et pendant une période déterminée, les mois chauds de l'été. Il peut arriver que l'on trouve quelques plantes attaquées par le *C. rolfsii* en fin de culture dans les parcelles de primeur de la Côte Nord. Mais il ne s'est agi jusqu'à présent que de cas isolés, le foyer de maladie étant essentiellement la plaine du 'Akkar. Le bassin méditerranéen représente la limite septentrionale de l'extension géographique du *C. rolfsii*, parasite adapté aux fortes températures des régions tropicales. Ceci explique qu'on ne l'y rencontre que pendant la saison la plus chaude de l'année. Pendant les périodes défavorables, sa survie est assurée par des organes de conservation spécialisés, les sclérotés, petites billes brunes de 1 à 2mm de diamètre. Ces sclérotés se forment en fin d'attaque dans les parties de la plante proches de la surface du sol.

La raison pour laquelle ce parasite est limité à la plaine du 'Akkar ne nous est pas connue. Le facteur température peut en tout cas être exclu, car les températures relevées dans le sol à Abdé ('Akkar) sont inférieures à celles enregistrées à Beyrouth (tableau VIII). Il faudrait peut-être rechercher l'explication dans une nature du sol différente.

MOYENS DE LUTTE :

La longévité des sclérotés du *C. rolfsii* et la grande variété des

Tableau VIII — comparaison des moyennes mensuelles des températures enregistrées dans le sol sur la côte (Beyrouth — Khaldé, à 30cm de profondeur) et dans le 'Akkar (Abdé, à 20cm de profondeur). Origine : Service météorologique du Liban et Section d'Hydrologie de l'I.R.A.L.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beyrouth	11,5	13,0	16,6	20,3	26,0	31,6	32,8	32,7	30,7	25,4	18,4	15,1
1969												
Abdé	11,8	12,8	15,8	18,0	24,2	26,3	26,3	27,5	26,8	24,0		15,0
Beyrouth	13,5	13,3	15,3	20,3	24,9	29,8	31,9	32,3	30,3	24,1	19,5	12,7
1970												
Abdé	13,5	13,8	15,9	19,7	22,1	25,0	26,9	27,3	25,9	22,4	19,6	13,7

plantes qu'il peut parasiter rendent assez illusoire l'efficacité d'une rotation culturale, même de longue durée. D'autre part, il est difficile à l'heure actuelle d'envisager une lutte chimique qui soit à la fois rentable et efficace. Aussi s'est-on plutôt orienté vers une lutte au moyen de techniques culturales. C'est ainsi que certains auteurs (JONES, OVERMAN et GERALDSON, 1966) ont préconisé l'utilisation de feuilles de polyéthylène noircies, recouvrant le sol autour des plantes. Un essai préliminaire réalisé à la station d'Abdé n'a pas donné de résultats très encourageants et en outre nous avons constaté que ce type de paillage favorisait la pullulation des nématodes. D'autre part, l'humidité et le confinement créé par le polyéthylène risquent de favoriser les *Pythium* et les *Phytophthora*: l'expérience en a été faite pour les fraisières (MOREAU, communication personnelle, 1971). McCLELLAN (1947) a constaté que l'apport dans le sol de quantités d'azote importantes entraînait une forte diminution de la vitalité des sclérotés. Il semble que cette action ne soit pas directe comme on le pensait tout d'abord (formation de nitrites toxiques), mais indirecte et résulte d'une stimulation de la flore antagoniste du sol (JOHNSON, 1953; AVIZOHAR-HERSHENSON et SHAKED, 1969). La réponse est variable selon le type de sol considéré, et nous n'avons pas encore de données concernant les sols du 'Akkar.

PYTHIUM et PHYTOPHTHORA

Les *Pythium* et les *Phytophthora* constituent un groupe important de champignons du sol, apparemment très répandus sur le littoral et aussi dans certaines localités de la Béqaa. Ce sont des Siphomycètes, champignons dont les affinités avec le milieu aquatique sont élevées et que l'on rencontre surtout dans les sols très arrosés et mal drainés. Ce sont des parasites de tissus jeunes, les *Pythium* surtout. Les plantes âgées sont rarement attaquées, et dans ce cas les lésions restent limitées. Les attaques se manifestent surtout au collet mais c'est souvent par les racines que l'infection débute. Il nous a été possible plusieurs fois d'isoler du *Phytophthora parasitica* sur des racines de plantes ne présentant pas de symptômes au-dessus du niveau du sol. L'action de ces champignons est très rapide, mais aussi très fugace. Ils ne persistent pas, du moins à l'état actif, dans les lésions où ils sont très rapidement remplacés par des envahisseurs secondaires, et en particulier des *Fusarium*. Aussi les isolements pratiqués dans les chancres qui ne sont pas très récents peuvent-ils conduire à des interprétations erronées. L'emploi au laboratoire de milieux d'isolement spécifiques contenant des antibiotiques tels que la pimarcine et la polymyxine permet en général de limiter le développement de ces envahisseurs secondaires et d'obtenir le parasite primaire, *Pythium* ou *Phytophthora*.

Au Liban, les *Pythium* sont présents dans de nombreuses pépinières où ils constituent d'importants agents de fontes de semis. Les plus fréquents se rattachent au groupe des *P. debaryanum* (CASSINI, 1969, communication personnelle) et des *P. aphanidermatum*. Les températures optimales de croissance des diverses espèces diffèrent, de sorte que les attaques sont à redouter à toutes les périodes de l'année. Il est rare de trouver des *Pythium* sur des plantes en plein champ. Cela nous a cependant été possible en quelques occasions.

Les *Phytophthora* parasites du collet des tomates sont représentés essentiellement par le *P. parasitica*. On peut rencontrer cette

espèce en pépinière où elle provoque, comme les *Pythium*, des fontes de semis, mais c'est surtout en plein champ que nous avons observé ses effets, sur la Côte Nord et dans la Béqaa.

Sur la Côte Nord, le *P. parasitica* se manifeste presque uniquement en automne. Il apparaît alors d'une façon très brutale et généralisée sur les tomates d'arrière-saison récemment repiquées et cause souvent de gros dégâts. Nous connaissons l'exemple de parcelles qui ont dû être entièrement replantées après avoir été anéanties par ce champignon. Dans la plupart des cas, et en particulier dans ces cas extrêmes, la mort des plantes n'est pas due à une infestation particulièrement massive de la parcelle où elles viennent d'être repiquées. Une partie seulement des manifestations constatées est due à une contamination en plein champ. L'origine de la plupart des infections est à rechercher dès la pépinière. Beaucoup de plantes en effet peuvent être envahies après la levée sans manifester de symptômes. Elles ne les extériorisent qu'au moment de l'arrêt temporaire de croissance dû à la transplantation. C'est pourquoi la maladie semble apparaître aussi brutalement. Une fois que la reprise des plants est bien assurée et que leurs tiges commencent à s'épaissir, la fréquence et la gravité des attaques diminuent très rapidement. Les cultures de primeur sont beaucoup moins sujettes à cette maladie.

Dans la Béqaa, le *P. parasitica* apparaît surtout lorsque les cultures sont déjà avancées. Il s'y comporte alors davantage comme un parasite des fruits que comme un agent de chancres. Cette situation est favorisée par le fait que les tomates ne sont pas palissées et que fruits et feuillage sont au contact du sol. Les dégâts restent cependant assez limités et circonscrits à quelques localités (Hoche el Harimeh, Joub Janine). Rappelons que les fruits sont sensibles seulement avant maturité.

Le *P. capsici*, que l'on isole souvent en hiver au collet des courges et des courgettes, peut aussi être responsable de fontes de semis. Nous avons vérifié expérimentalement sa virulence sur des plants de tomate d'un mois.

MOYENS DE LUTTE :

— méthodes culturales : même si les *Pythium* et les *Phytophthora* sont souvent difficiles à éliminer, il est toujours possible d'en limiter les dégâts en observant quelques règles d'hygiène élémentaires.

En pépinière il faut éviter tout ce qui favorise le maintien d'une humidité excessive autour des plantules. Il faut donc un sol bien drainé et nivelé, évitant l'accumulation d'eau dans les points bas, des arrosages légers, une bonne aération entre les plantes, ce qui implique que le semis soit fait à faible densité, et un bon éclairage, ce qui exige que les châssis soient maintenus ouverts aussi longtemps que la température le permet.

Toutes les conditions favorisant un durcissement des plantes sont des facteurs favorables non seulement en pépinière mais aussi en plein champ. Les plantes étiolées supportent mal la crise du repiquage, leurs tissus sont peu lignifiés et ils n'opposent aucune résistance à l'entrée du parasite. A l'inverse, des plantes repiquées avec une tige épaisse et ferme "reprennent" rapidement et courent moins de risques d'attaque grave. Dans les terrains contaminés il est recommandé de pratiquer les premiers arrosages au tuyau ou à l'arrosoir, pied par pied, afin d'éviter de répandre les zoospores du parasite dans toute la culture. Si cela est impossible, il faut au moins s'efforcer de faire des rigoles assez courtes et dépendant directement du système d'adduction principal.

Les déchets de culture, et tout spécialement les fruits verts qui sont laissés sur place à la fin de la saison, sont un foyer de contamination important car le champignon continue à s'y multiplier. Aussi doivent-ils être éliminés le plus rapidement possible.

— fongicides : la lutte chimique se révèle peu efficace au champ. Par contre, en pépinière, plusieurs produits donnent de bons résultats. Le plus recommandé d'entre eux est le thirame, très peu phytotoxique, qui peut être employé en poudrage des graines avant le semis. Il suffit de mélanger 2 à 3g de produit commercial à 1kg de semences. Après la levée, on pourra faire chaque semaine une

pulvérisation de thirame ou de manèbe à faible concentration (30g pour 20 l) en prenant soin d'asperger au moins autant le sol que les plantes elles-mêmes. Il pourra s'avérer utile de faire une dernière pulvérisation sur la base des plantes, juste après le repiquage, la concentration étant alors portée à 40g pour 20 l. Il nous paraît utile de rappeler que les nouveaux fongicides systémiques (bénomyl, thiophanates, etc.) n'ont aucune action contre les Siphomycètes et dans certains cas les favorisent en déséquilibrant la flore antagoniste du sol.

— sélection : des travaux de sélection ont été entrepris récemment dans quelques stations de recherche (Montfavet, Naaldwick) mais ils n'en sont encore qu'aux stades préliminaires et il ne faut pas envisager l'emploi de variétés résistantes avant plusieurs années.

FUSARIUM SOLANI et RHIZOCTONIA SOLANI

Contrairement aux Siphomycètes qui se développent surtout par temps froid, ces deux champignons sont favorisés par des températures élevées. Ils peuvent l'un et l'autre causer des fontes de semis importantes au printemps et en été. Ils peuvent également donner naissance à de petits chancres dont l'évolution, lente tant que les plantes demeurent en pépinière, devient très rapide aussitôt après le repiquage. Sur des plantes plus développées ils peuvent provoquer des chancres du collet, allongés, secs, brunâtres, et des lésions brunes peu étendues sur les racines. Dans ces deux cas on isole très fréquemment le *Rhizoctonia solani* et le *Fusarium solani* ensemble dans une même lésion, et il semble bien qu'il s'agisse d'une association entre ces deux espèces. GOUJON (1967) estime que les plantes en cours de production ne sont atteintes que si elles ont été blessées. Il semble que l'attaque préalable des racines par d'autres parasites plus spécifiques, comme le *Pyrenochaeta lycopersici* ou le *Colletotrichum coccodes*, joue le même rôle favorisant qu'une blessure.

MOYENS DE LUTTE :

Le *F. solani* et le *R. solani* sont très répandus dans le sol où

leurs aptitudes saprophytiques leur permettent de se maintenir presque indéfiniment. Mais il n'y a pas lieu d'envisager de lutte directe en plein champ : on arrivera dans la plupart des cas à limiter leur développement en intervenant sur les facteurs qui les favorisent : blessures (au moment des repiquages ou des binages), présence d'autres parasites des racines (*P. lycopersici* ou *C. coccodes*).

En pépinière par contre une lutte directe est nécessaire si l'on veut pouvoir disposer de plants capables de supporter le repiquage. Des essais effectués en Egypte par MICHAIL, ELAROSI et FEGLA (1969) contre divers parasites, dont le *R. solani*, ont montré que l'on obtenait des résultats satisfaisants en arrosant le sol 1 et 2 semaines après le semis avec une solution de captane 50 ou de Cuprosan à raison de 3,5g/m². Nous avons constaté dans des essais de laboratoire une action favorable du bénomyl vis-à-vis du *F. solani* et du *R. solani*.

MALADIES VASCULAIRES

Les maladies vasculaires de la tomate peuvent être d'origine bactérienne ou fongique. La bactérie (*Corynebacterium michiganense*) est rare au Liban, les champignons par contre sont très répandus, et c'est d'eux seulement que nous traiterons.

La biologie des champignons responsables des trachéomycoses (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* et *Verticillium dahliae*) présente beaucoup de traits communs : en fin de culture, ils constituent dans les tissus en voie de décomposition de leur hôte des formes résistantes (chlamydospores pour le *F. oxysporum* ou microsclérotés pour le *V. dahliae*) qui leur permettent de se conserver dans le sol sous une forme dormante en attendant qu'une nouvelle culture sensible soit mise en place. Les exsudats des racines qui se développent dans leur voisinage immédiat provoquent le "réveil" de ces propagules qui émettent alors un tube germinatif, mais ne peuvent pénétrer que dans les tissus jeunes, encore peu différenciés, des extrémités des racines. Les parasites gagnent alors le système vasculaire, et y demeurent confinés pendant toute la

végétation de la plante qui les héberge. Dans les vaisseaux ligneux, ils produisent en abondance des conidies de petite taille qui sont entraînées avec la sève dans les parties aériennes. C'est ainsi que l'on peut isoler ces champignons dans les tiges et même les pétioles des feuilles des plantes sensibles quelques jours seulement après que l'infection a eu lieu. La résistance ou la sensibilité d'une espèce ou d'une variété dépend essentiellement de son aptitude à s'opposer à cette invasion généralisée.

Les symptômes provoqués par le *F. oxysporum* et le *V. dahliae* sont pratiquement identiques : flétrissement progressif de la base vers le sommet, jaunissement des feuilles, brunissement des vaisseaux atteints. Seul l'isolement du parasite au laboratoire permet de déterminer avec certitude auquel des deux champignons on a affaire.

Il existe cependant un domaine dans lequel le *V. dahliae* et le *F. oxysporum* diffèrent : c'est celui des températures optimales de développement dans les plantes. Alors que la température la plus favorable au développement de la fusariose est 28°, la verticilliose se rencontre surtout lorsque la température moyenne ne dépasse pas 25°.

Cette règle est très clairement illustrée au Liban par les résultats de sondages que nous avons faits dans la zone littorale et dans la Béquaa (tableau IX). Dans la Béquaa, la température minimum

Tableau IX — répartition des cas de maladies vasculaires d'origine fongique relevés dans des sondages effectués en 1967 — 1968 dans les principales régions de culture de la tomate.

	nombre de cas de fusariose	nombre de cas de verticilliose	total	% de ver- ticilliose
Béquaa	14	26	40	65,0
Côte Nord	53	8	61	13,1
Côte Sud	16	0	16	0,0

moyenne est de l'ordre de 12° pendant le mois le plus chaud (août), avec des températures moyennes ne dépassant pas 24°. La température dans le sol à 20cm est comprise entre 18° et 24° (tableau X) : la verticilliose constitue 65% des cas de trachéomycose observés. Sur le littoral au contraire, les nuits sont tièdes et la température minimum moyenne dépasse 17° du mois de mai jusqu'à la mi-novembre, avec des températures moyennes de 28° en été; la température dans le sol peut dépasser 30° même à 50cm de profondeur (tableau IV) : la verticilliose ne représente plus que 10% des cas de trachéomycose. Encore faut-il préciser que sur les 8 observations de cas de verticilliose dans notre échantillonnage sur la côte, 7 ont été faites dans des cultures d'arrière-saison, donc en automne, au moment où le temps commence à se rafraîchir, une seule au printemps et aucune en été. Pour les mêmes raisons, c'est aussi essentiellement de la verticilliose que l'on trouve dans les cultures de la montagne.

Tableau X — moyennes mensuelles de températures enregistrées dans le sol à Tell Amara (Béqaa). Origine : Section d'Hydrologie de l'I.R.A.L.

MOIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
à 10cm	4,1	5,7	10,0	12,8	21,7	28,8	23,9	27,2	23,5	17,6	10,1	6,8
1969 à 20cm	4,5		9,5	11,6	18,5	24,0	24,3	23,2	21,2	17,0	10,7	7,5
à 50cm	6,2	6,0	9,6	11,6	17,5	23,1	23,8	22,9	21,3	17,1	11,3	8,0
à 10cm	5,7	6,5	9,9	15,7	20,6	24,2	25,6	26,0	23,5	17,8	12,8	4,5
1970 à 20cm	6,4	6,9	9,4	14,4	18,1	21,1	22,9	23,6	21,4	16,7	12,3	5,9
à 50cm	6,2	6,2	8,3	12,7	16,1	18,9	21,0	21,5	19,6	16,0	12,8	5,6

Il est intéressant de noter à propos de la verticilliose que le comportement des tomates diffère notablement de celui d'une autre plante très sensible, l'aubergine. La plus grande partie des aubergines de la côte est en effet parasitée par le *V. dahliae* et exprime souvent des symptômes de flétrissement, alors que les cultures

de tomates les plus proches ne sont pas touchées. Il est possible qu'il existe une certaine spécificité à l'intérieur de l'espèce *V. dahliae* et que les souches pathogènes pour l'aubergine ne le soient pas, ou très peu, pour la tomate, SANDIKLI (1971) a montré qu'il existait des différences dans le comportement *in vitro* de divers isolements locaux. Il est possible aussi que cette spécificité apparente soit due au moins en partie au fait que le seuil thermique de sensibilité de la tomate n'est pas le même que celui de l'aubergine. Nous avons obtenu récemment des cultures de *V. dahliae* à partir de racines de tomates préalablement débarrassées de leurs tissus corticaux (le *V. dahliae*, très sensible à la concurrence des autres champignons, qui se trouvent essentiellement dans la zone corticale, n'apparaît pas lorsqu'on met en culture des morceaux de racines complètes) : le parasite aurait donc la possibilité de pénétrer dans la racine de la tomate, mais non de s'y répandre, dans les conditions de climat de la côte.

L'importance économique au Liban de ces deux maladies vasculaires n'est pas la même. Bien que la verticilliose soit assez courante sur les tomates de la Béqaa et en montagne, les symptômes restent discrets et le flétrissement des plantes est négligeable.

Sur la côte, comme d'ailleurs dans tout le bassin méditerranéen sauf la France (où elle vient seulement d'être signalée), la fusariose constitue un problème beaucoup plus important et entraîne le flétrissement précoce d'une partie des plantes dans les cultures de primeur. Les cultures d'arrière-saison non plus n'échappent pas à la fusariose, car les conditions sont encore favorables au développement du champignon lorsque les tomates sont repiquées, en septembre — octobre. Une fois installé dans les plantes, le *F. oxysporum* s'y maintient jusqu'à la fin de la saison, en se manifestant toutefois de façon plus discrète que dans les cultures de primeur.

MOYENS DE LUTTE :

— précautions culturales : le *V. dahliae* et, selon certains auteurs,

le *F. oxysporum*, peuvent être transmis par les semences. Aussi retrouve-t-on la nécessité d'utiliser des graines de qualité contrôlée.

Chacun de ces deux parasites a la possibilité de se conserver pendant plusieurs années dans le sol. Le *V. dahliae* dispose en outre d'une gamme d'hôtes étendue, seules les Monocotylédones pouvant être considérées comme immunes. L'aubergine héberge très probablement des races de *V. dahliae* pathogènes pour la tomate. La pomme de terre peut aussi être un hôte important : l'utilisation de tubercules contaminés a permis l'introduction et l'extension rapide du *V. dahliae* dans des régions qui en étaient jusque là exemptes, puis son passage sur d'autres cultures et en particulier la tomate (KRIKUN et SUSNOSKI, 1971). Nous avons isolé plusieurs fois du *V. dahliae* dans les cultures de pommes de terre de la Béqaa : un contrôle sérieux de l'état sanitaire des tubercules de semence et le rejet de la monoculture semblent indispensables. Le *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* a une spécificité plus grande que le *V. dahliae*. Cependant plusieurs plantes spontanées peuvent l'héberger sans en être affectées, jouant ainsi le rôle de porteurs sains (KATAN, 1970, communication personnelle). Parmi ces plantes, on trouve des représentants des genres *Malva* et *Amaranthus*, très répandus dans les cultures. Aussi ne peut-on pas considérer que l'arrêt pendant quelques années des cultures de tomates sur une parcelle contaminée soit un moyen d'éradication suffisant.

— variétés résistantes : il existe depuis longtemps dans le commerce des variétés de tomates résistantes à la fusariose. Ces variétés ont donné d'excellents résultats pendant de nombreuses années, jusqu'à ce que l'on constate qu'une nouvelle race de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* était apparue, capable d'attaquer les tomates jusque là résistantes. Cette race, appelée race 2, n'est pas encore très répandue, mais elle a été observée dans certains pays méditerranéens. Elle ne semble pas avoir encore pénétré au Liban : tous les isoléments de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* que nous avons testés appartenaient à la race 1. Le problème mérite cependant d'être suivi avec attention car, s'il existe de nombreuses variétés qui résis-

tent à la race 1, on ne dispose encore que de très peu de variétés résistant à la race 2.

Il nous faut ajouter que la résistance au *Fusarium* est fortement compromise lorsque les racines sont attaquées par des nématodes du genre *Meloidogyne*. Or ces nématodes à galles sont très répandus dans les sols libanais. La parade consiste à utiliser des tomates résistantes à la fois au *Meloidogyne* et au *Fusarium* : c'est par exemple le cas de la variété "Ronita" ou des hybrides "Multi-cross" et "Montfayet 63-18".

La résistance au *Verticillium* a été introduite plus récemment. Elle existe désormais chez diverses variétés courantes, dont la "Marmande". L'emploi de telles variétés ne s'est pas heurté jusqu'à présent aux problèmes apparus chez les variétés résistantes au *Fusarium*.

— perspectives d'avenir : quelques uns des fongicides systémiques nouvellement apparus, et en particulier le bénomyl, se montrent actifs *in vitro* contre le *F. oxysporum*, et ceci indépendamment de la race du champignon. Mais les doses nécessaires pour obtenir en plein champ un résultat pratique atteignent souvent le seuil de phytotoxicité. Pour le *V. dahliae*, les essais sont plus concluants : bénomyl, thiophanate et méthylthiophanate ont permis de ralentir considérablement le développement de la verticilliose dans des cultures sous serre (MATTA et GARIBALDI, 1970) Cependant, comme nous l'avons déjà noté à propos du *Pyrenochaeta lycopersici*, ces fongicides créent de graves déséquilibres dans la microflore tellurique et favorisent l'extension des *Pythium* et des *Phytophthora*. Enfin, on a réussi à obtenir *in vitro* des souches résistantes de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* par des transferts successifs sur des milieux de plus en plus riches en bénomyl (THANASSOULOPOULOS, GIANNOPOLITIS et KITSOS, 1971). Il ne faut pas exclure le risque d'une telle adaptation du parasite spontanément dans le sol. Ces inconvénients seront vraisemblablement surmontés dans un avenir proche. Dans l'immédiat il est préférable de demeurer prudent et de se limiter à l'emploi des variétés résistantes.

MALADIES DES FEUILLES ET DES FRUITS

PHYTOPHTHORA INFESTANS

Le mildiou se manifeste d'une façon plus ou moins régulière sur la côte où il peut, certaines années, provoquer des dégâts importants en automne et en hiver, parfois aussi au début du printemps. Nous ne l'avons jamais observé dans la Béqaa.

Les tomates peuvent être attaquées à tous les stades végétatifs, depuis la levée en pépinière jusqu'à la fin de la culture. Parmi les autres Solanacées cultivées, les pommes de terre sont également sensibles au *Phytophthora infestans*, alors que les aubergines et les poivrons ne semblent pas réceptifs.

Le mildiou est une maladie liée de façon très stricte aux conditions météorologiques. Aussi a-t-il été possible, dans plusieurs pays, de définir en fonction des données climatologiques les périodes pendant lesquelles le mildiou risquait d'apparaître, et donc les moments où il était nécessaire de faire un traitement fongicide. La germination des spores du *P. infestans* exige la présence d'eau libre à la surface des organes. Cette condition est généralement réalisée lorsque des pluies suffisamment abondantes sont tombées pendant plusieurs jours d'affilée. Par exemple, MESSIAEN et PROUT (1964) considèrent que pour le sud-est de la France il faut qu'il tombe au moins 20mm de pluie en 10 jours; pour le nord de la Tunisie, il faut au moins 25mm en 7 jours (DAVET, 1967). Il faut en outre pour que la maladie se développe que la température ne soit ni trop basse (plus de 10°) ni trop élevée (moins de 25°). Le nombre des journées d'été pendant lesquelles la température est supérieure à 30° influe sur la conservation du parasite et sur le moment de sa réapparition (MESSIAEN et PROUT, 1964).

Partant de ces données, nous allons tenter de définir les périodes pendant lesquelles le mildiou a le plus de chances d'apparaître et celles pendant lesquelles il ne risque pas de se manifester. Nous ne possédons que des observations trop fragmentaires sur son épidémiologie pour nous risquer à formuler des lois, même

approximatives. Nous envisagerons successivement le cas du littoral et celui de la Béqaa.

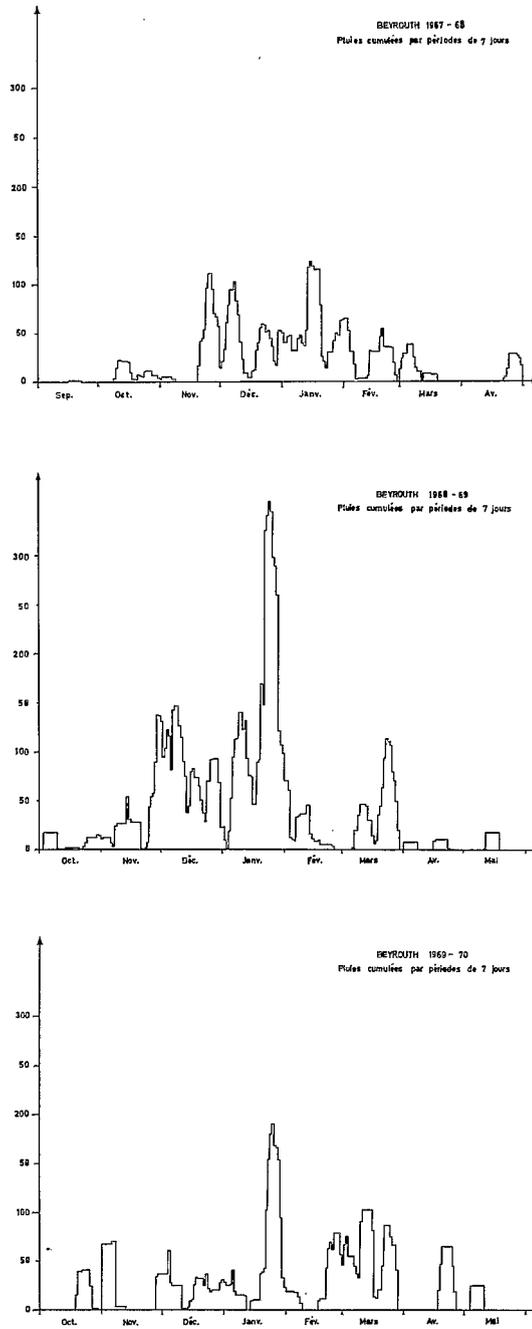
— littoral : l'été libanais se caractérise par une période de sécheresse absolue du mois de juin au mois de septembre, mais la présence de la mer assure le long de la côte une température relativement douce et une forte humidité. Bien que le thermomètre puisse, exceptionnellement, atteindre 40°, le nombre de jours pendant lesquels la température dépasse 30° est assez faible : 34 en moyenne à Beyrouth. Ce chiffre est insuffisant pour entraîner un retard dans l'apparition de la maladie. Nous pouvons donc nous attendre à ce que les manifestations du mildiou aient lieu en automne dès les premières grosses pluies : c'est ce que l'on observe généralement dans la pratique.

Si l'on calcule les quantités de pluie cumulées par périodes de 7 jours, on constate que dès le mois de novembre on obtient des chiffres qui dépassent vite très largement le seuil des 20 ou 25mm considéré généralement comme minimum, et qui se maintiennent à un niveau élevé jusqu'en mars, avec une courte pause en février (figure 2). Pendant toute cette période, les températures restent dans des limites supportables pour le parasite : bien que le nombre de jours où le minimum est inférieur ou égal à 10° soit assez important pendant les mois d'hiver, la température moyenne ne descend jamais au-dessous de 12° dans la région de Beyrouth (tableau XI). On peut donc considérer que l'on se trouve dans une période

Tableau XI — températures moyennes mensuelles de l'air relevées à Beyrouth — Khaldé. Les normales sont calculées sur 30 ans. Origine : Service météorologique du Liban.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1969	12,3	14,0	16,6	15,8	21,3	24,8	25,1	25,9	25,8	23,0	18,1	16,2
1970	14,4	14,7	16,4	18,9	20,3	22,8	25,4	26,3	25,3	21,6	19,5	13,3
normales	14,1	13,9	15,4	18,2	21,2	23,8	25,8	26,7	25,6	23,4	19,9	16,2

Figure 2 : graphiques indiquant, pour chaque jour, la quantité d'eau tombée pendant les six jours précédents et la journée considérée. Ces quantités ont été calculées pour la station de Beyrouth-Khaldé, à partir des relevés quotidiens du Service météorologique national.



favorable à peu près continue du mois de novembre à la fin du mois de mars. Selon les années, cette période peut débuter plus tôt, en octobre, ou se terminer plus tard, en avril. Elle ne dépasse pas le mois de mai, moment où l'élévation de la température et l'arrêt des pluies entraînent la cessation de l'activité du champignon. Dans le nord du pays (plaine du 'Akkar) le climat nettement plus frais en hiver est moins favorable au mildiou, mais il ne se prête pas non plus à la culture de la tomate en plein champ à cette époque. Le problème sera à reconsidérer avec le développement prévisible des cultures sous serre.

— Béquaa : la répartition des pluies dans la Béquaa ne diffère pas beaucoup de celle de la côte : arrêt total en été, mais en outre une hygrométrie moyenne faible (moins de 55% de juin à octobre (tableau XII) : donc pas de risque de mildiou), reprise en automne. La période favorable à la maladie commencerait donc à peu près en novembre si la température à cette époque n'était pas déjà beaucoup trop basse. De plus le nombre élevé de journées d'été à maximum supérieur à 30° (de 55 à 78 ces dernières années, entre juin et septembre) ajoute un handicap au parasite. Ces circonstances expliquent que le mildiou n'ait encore jamais été observé sur les cultures de tomates de la Béquaa.

Tableau XII — humidités relatives mensuelles calculées sur une période de trente ans (1933 — 1963) pour la station de Rayak (Béquaa). Origine : Service météorologique du Liban — Observatoire de Ksara.

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%	76	76	66	55	48	39	38	40	45	50	71	79

On peut se demander si l'introduction des techniques d'irrigation par aspersion, simulant une pluie, ne risque pas de créer, en été, des conditions favorables à l'apparition du mildiou. Il a été clairement établi en effet, sous des climats assez proches de celui de la Béquaa, que si l'irrigation traditionnelle au sillon ne modifie en rien les conditions ambiantes, l'aspersion accroît l'humidité relative et diminue la température à l'intérieur des cultures de tomates (ROTEM et COHEN, 1966). On peut de cette façon voir appa-

raître de graves épidémies de mildiou sous des macroclimats aussi secs que celui du Néguev (PALTI et NETZER, 1963). Si l'arrosage par aspersion se généralise, il existe donc un risque sérieux de rencontrer du mildiou dans une région qui en était jusque là exempte.

— il est possible d'observer des taches de mildiou en plein été dans certaines petites cultures du Mont Liban situées dans des microclimats très humides, à partir de 400m d'altitude. Ces foyers n'ont qu'une importance réduite sur le plan strictement local. Par contre, leur rôle dans l'épidémiologie du mildiou sur les cultures de la côte est peut-être considérable : ces foyers assurent en effet au *P. infestans* la possibilité de poursuivre sa vie parasitaire en attendant que le climat lui redevienne favorable sur le littoral. Ils constituent le maillon grâce auquel son activité parasitaire demeure pratiquement ininterrompue d'un bout de l'année à l'autre.

Un programme de recherches sur l'épidémiologie du *P. infestans* dans la zone littorale devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

— quelle est la date exacte de la première apparition du mildiou dans l'année ? Cette apparition suit-elle toujours, comme il semble, l'arrivée des pluies d'automne (dans ce cas il serait possible de la prévoir avec précision) ou peut-elle la précéder ?

— la maladie se développe-t-elle de façon continue pendant toute la durée des cultures, ou progresse-t-elle par à-coups ? Dans ce cas il serait possible, peut-être, de définir un seuil critique de précipitations en fixant une limite beaucoup plus élevée que 20 ou 25 mm, et d'économiser ainsi un ou deux traitements. PALTI et NETZER (1963) portent par exemple ce seuil à 125mm pour la vallée du Jourdain. Au début du printemps (de mars à mai) des journées pluvieuses alternent avec des périodes pendant lesquelles souffle un vent chaud desséchant, le khamsine. Le degré hygrométrique descend alors très bas (jusqu'à 15% pendant quelques heures) et il serait intéressant de vérifier les conséquences de ce phénomène sur l'évolution de la maladie : il est légitime d'escompter

une régression d'autant plus marquée que le nombre de journées de khamsine est plus grand.

— la maladie évolue-t-elle de façon parallèle sur les cultures de tomate et sur celles de pommes de terre ? Nos premières observations nous permettent de le supposer. Dans ce cas, les décalages dans les dates de plantation peuvent faire que l'une de ces cultures serve de réservoir de germes à l'autre.

— y a-t-il des "points privilégiés" pour l'attaque du mildiou ? Nous avons pu observer un gradient très net dans l'intensité des symptômes, de la mer jusqu'aux premières pentes. S'il est établi que les premiers foyers d'infection se trouvent régulièrement dans les parcelles proches de la mer, il pourra suffire d'observer cette zone limitée pour prédire l'extension de la maladie au reste des cultures.

— il faudrait surveiller attentivement le développement des essais d'arrosage par aspersion dans la Béqaa afin de ne pas laisser s'y développer d'éventuels foyers d'infection.

MOYENS DE LUTTE :

— précautions culturales : pour éviter que l'hygrométrie locale reste trop élevée après un arrosage naturel ou artificiel, il est nécessaire d'assurer une bonne aération entre les plantes en évitant les plantations trop serrées ou trop abritées. Dans la pépinière, les semis seront faits à faible densité et les châssis devront être ouverts chaque fois que le temps le permettra, afin de laisser l'air circuler.

— traitements : le *P. infestans* pénètre à l'intérieur des tissus de la plante où, une fois établi, il est à l'abri des produits fongicides. Les traitements ne peuvent donc être que préventifs. En attendant des informations plus précises sur les conditions d'apparition de la maladie, on peut envisager les programmes suivants :

- Béqaa : aucun traitement anti-mildiou n'est nécessaire pour le moment.

● côte : sur les cultures d'arrière-saison, les pulvérisations pourront commencer 3 semaines après le repiquage, c'est-à-dire aux environs du 1er novembre, et se poursuivre jusqu'à la fin de la culture. Les intervalles entre deux pulvérisations successives dépendent à la fois des chutes de pluie qui entraînent les produits déposés sur le feuillage, et de la croissance de la plante dont les feuilles nouvellement apparues n'ont pas été traitées. Ils pourront être compris entre 8 et 15 jours selon les conditions extérieures.

Sur les cultures de primeur il sera bon de traiter juste après le repiquage. Ce traitement sera renouvelé jusqu'en avril, puis il pourra être arrêté, les risques de mildiou devenant très faibles à partir de ce moment.

Les produits les plus indiqués pour la lutte contre le *P. infestans* sont le manèbe, le cupro-zinèbe, le mancozèbe et le zinèbe. On les emploie généralement à la dose de 40g pour 20 litres d'eau en pulvérisation normale. Il est important de traiter les tiges autant que le feuillage.

— variétés résistantes : il existe depuis quelques années dans le commerce des variétés de tomates résistantes au *P. infestans*, qui peuvent peut-être fournir une solution commode au problème du mildiou dans les cultures d'arrière-saison. L'une des plus connues est "WVa 63". Il faudra auparavant s'assurer que les performances au champ de ces variétés en automne, avec des durées de jour courtes, ne sont pas trop différentes de celles réalisées dans leurs pays d'origine. D'autre part, la lutte génétique contre le mildiou est compliquée par l'existence de nombreuses races physiologiques du champignon et la résistance constatée dans un pays peut ne plus être effective dans une autre région. Aussi la vulgarisation de ces variétés résistantes ne doit-elle en aucun cas être entreprise sans des essais préalables de comportement dans la zone de culture concernée.

ALTERNARIA et STEMPHYLIUM

L'alternariose est présente au Liban, mais sans y revêtir une

très grande importance. Elle se manifeste surtout sur le feuillage, les chancres du collet étant heureusement assez rares. Cependant, en dehors des taches typiques dues à *l'Alternaria solani*, caractérisées par une zonation concentrique bien apparente à l'œil nu, on trouve sur les feuilles, surtout dans les parties basses des plantes, des petites taches brun foncé de quelques millimètres de diamètre, sans zonation nette, généralement nombreuses mais non coalescentes. Cette affection, qui reste limitée au feuillage, est beaucoup plus répandue que l'alternariose classique, spécialement au printemps et en automne. Nous avons isolé dans ces taches de *l'Alternaria tenuis* et un *Stemphylium* qui semble bien être le *Stemphylium botryosum* f. sp. *lycopersici* décrit il y a quelques années par ROTEM, COHEN et WAHL (1966). *L'A. solani* et le *S. botryosum* ont des exigences beaucoup moins strictes que le mildiou. Leur développement est possible dans une large gamme de températures, pourvu qu'il y ait un peu d'humidité. Il faut donc s'attendre à ce que, sous climat sec, l'arrosage par aspersion augmente les infections (ROTEM et COHEN, 1966).

Il arrive que l'on trouve sur les fruits, au voisinage du pédoncule, des taches noirâtres assez étendues qui sont dues à des fructifications d'espèces d'*Alternaria* qui ne sont pas forcément de *l'A. solani*. Il s'agit bien souvent de parasites de faiblesse et notamment de *l'A. tenuis* qui se développe dans les crevasses des fruits éclatés. Ces crevasses sont elles-mêmes dues en général à des irrégularités dans l'alimentation en eau des plantes. Certaines variétés de tomates sont beaucoup plus sujettes à cet accident que d'autres.

MOYENS DE LUTTE :

Les fongicides efficaces contre *l'A. solani* et le *S. botryosum* sont ceux que l'on emploie pour lutter contre le mildiou : zinèbe, manèbe. On peut y ajouter le captane. Les programmes de traitement contre ces maladies se superposent donc en automne et au printemps. Il y a lieu de poursuivre les pulvérisations quelque temps après la fin des pluies lorsqu'on craint des attaques de *S. botryo-*

sum ou *d'A. solani*, avec une fréquence de 15 jours. Il serait peu rentable de poursuivre les traitements lorsque la végétation est très avancée, à moins d'une attaque sérieuse *d'Alternaria* sur fruits.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés dans la préparation de ce document, et notamment nos collègues de la Section d'Hydrologie et les bureaux du Service météorologique de Hoche el Omara, qui nous ont permis de consulter leurs archives, ainsi que Monsieur M. TEBCHERANY qui a permis l'illustration photographique du texte.

V – BIBLIOGRAPHIE

- AVIZOHAR – HERSHENZON Z., SHAKED P. – 1969 – Studies on the mode of action of inorganic nitrogenous amendments on *Sclerotium rolfsii* in soil. *Phytopathology*, 59, 288 - 292.
- BOXALL M. L. – 1962 – Some effects of soil temperature on the growth of the tomato. *Proc. XVIth intern. hort. Congr.*, 2, 259 - 264.
- BRAVENBOER L., PET G. – 1962 – Control of soil - borne diseases in tomatoes by grafting on resistant rootstocks. *Proc. XVIth intern. hort. Congr.*, 2, 317 - 324.
- CHUPP C., SHERF A. F. – 1960 – Vegetable diseases and their control. The Ronald Press Co., New York.
- DAVET P. – 1967 – Les maladies des Solanées maraîchères en Tunisie. *Ann. I.N.R.A.T.*, 40, fasc. 3.
- DAVET P. – 1969 – Observations sur la mycoflore des racines de quelques plantes maraîchères du Liban. *Rev. Mycol.*, 34, 62 - 78.
- DAVET P. – 1970 a – Le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes au Liban. *Phytopathol. Medit.*, 9, 29 - 34.
- DAVET P. – 1970 b – Recherches sur le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. La phase non parasitaire. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. Biologie, 12, 83 - 96.
- DAVET P. – 1971 – Recherches sur le *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. II. Etude des sources d'infection au Liban. *Phytopathol. Medit.*, 10, 159 - 163.
- F.A.O. – 1969 – Annuaire de la production. Volume 23.
- FLETCHER J.T., Mac NEILL B. H. – 1971 – Influence of environment, cultivar and virus strain on the expression of tobacco mosaic virus symptoms in tomato. *Can. J. Plant Sci.*, 51, 101 - 107.
- FORLOT P. – 1965 – Contribution à l'étude de *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. Thèse, Fac. Sci. Nancy.
- GOUJON M. – 1967 – Etude de la synergie parasitaire *Rhizoctonia solani* Kühn – *Fusarium solani* Snyder et Hansen chez la tomate. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. Biologie, 4, 43 - 51.

- HOGENBOOM N. G. — 1970 — Inheritance of resistance to corky root in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Euphytica*, 19, 413 - 425.
- JOHNSON S. P. — 1953 — Some factors in the control of the southern blight organism, *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 43, 363 - 368.
- JONES J. P., OVERMAN A. J., GERALDSON C. M. — 1966 — Effect of fumigants and plastic film on the control of several soil-borne pathogens of tomato. *Phytopathology*, 56, 929 - 932.
- KRIKUN J., SUSNOSKI M. — 1971 — Introduction and establishment of *Verticillium dahliae* in a newly developed arid zone. *Intern. Verticillium symposium*, Wye College, abstracts, p. 21.
- LAST F. T., EBBEN M. H. — 1966 — The epidemiology of tomato brown root rot. *Ann. appl. Biol.*, 57, 95 - 112.
- LAST F. T., EBBEN M. H., HOARE R. C., TURNER E. A., CARTER A. R. — 1969 — Build up of tomato brown root rot caused by *Pyrenochaeta lycopersici* Schneider and Gerlach. *Ann. appl. Biol.*, 64, 449-459.
- LATERROT H., PECAUT P. — 1965 — La production de semences de tomate. *Ann. Epiphyt.*, 16, n° hors série, 163-170.
- LATERROT H., PECAUT P. — 1968 a — Incidence du traitement thermique des semences de tomate sur la transmission du virus de la mosaïque du tabac. *Ann. Epiphyt.*, 19, n° hors série, 159-164.
- LATERROT H., PECAUT P. — 1968 b — Corrélation entre le gène Tm² de résistance au virus de la mosaïque du tabac et une fertilité réduite chez la tomate. Abstract in : Report of the meeting of the Eucarpia tomato working group, 24-26 April 1968, 2.
- LAUMONNIER R. — 1964 — Cultures maraîchères. Tome III. J. B. Baillière et fils, Paris.
- MCCLELLAN W. D. — 1947 — Effect of certain soil fumigants and fertilizers against crown-rot of annual larkspur caused by *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*, 37, 198-200.
- MATTA A., GARIBALDI A. — 1970 — Attività di fungicidi sistemici contro le verticilliosi del pomodoro e della melanzana. *Agricoltura italiana*, 70 (25 N. S.), 331-340.
- MESSIAEN C. M., LAFON J. — 1965 — Les maladies des plantes maraîchères. Tome I. I.N.R.A., Paris.

- MESSIAEN C. M., MAISON P. — 1962 — La mosaïque du tabac sur tomate (travaux réalisés en 1960 et 1961). *Ann. Epiphyt.*, 13, 23-38.
- MESSIAEN C. M., MAISON P., MIGLIORI A. — 1963 — Le virus 1 du concombre dans le sud-est de la France. *Phytopathol. Medit.*, 2, 251-260.
- MESSIAEN C. M., MARROU J., DUTEIL M., MAISON P. — 1967 — Moyens pratiques de lutte contre le virus 1 du concombre dans le sud-est de la France. *Maladies des plantes maraîchères : rapport d'activité 1966-1967*, I.N.R.A., 174-184.
- MESSIAEN C. M., PROUT M. — 1964 — Prévision du mildiou de la tomate dans le sud-est de la France. *Journées fruitières et maraîchères d'Avignon*, janvier 1964, 109-114.
- MICHAIL S. H., ELAROSI H., FEGLA G. I. — 1969 — Soil drench as a method for the control of damping-off disease of tomato in Egypt (U.A.R.). *Phytopathol. Medit.*, 8, 217-223.
- NIENHAUS F. — 1969 — A survey of virus diseases in Lebanon, Jordan and Syria. *Ann. Phytopathol.*, 1, n° hors série, 361-365.
- NIENHAUS F., SAAD A. T. — 1967 — First report on plant virus diseases in Lebanon, Jordan and Syria. *Zeitsch. Pflanzenkrank. (PflPath.) PflSchutz*, 74, 459-471.
- NITZANY F. E., WILKINSON R. E. — 1961 — The identification of cucumber mosaic virus from different hosts in Israel. *Phytopathol. Medit.*, 1, 71-76.
- PALTI J., NETZER D. — 1963 — Development and control of *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. under semi-arid conditions in Israel. *Phytopathol. Medit.*, 2, 265-274.
- ROTEM J., COHEN Y. — 1966 — The relationship between mode of irrigation and severity of tomato foliage diseases in Israel. *Pl. Dis. Repr.*, 50, 635-639.
- ROTEM J., COHEN Y., WAHL I. — 1966 — A new tomato foliage disease in Israel caused by *Stemphylium botryosum*. *Can. J. Plant Sci.*, 46, 265-270.
- SANDIKLI G. — 1971 — Spécificité et virulence du *Verticillium alboatrum* vis-à-vis de la tomate, de l'aubergine et du piment. Thèse présentée pour l'obtention du C.A.P.E.S., Univ. Libanaise.

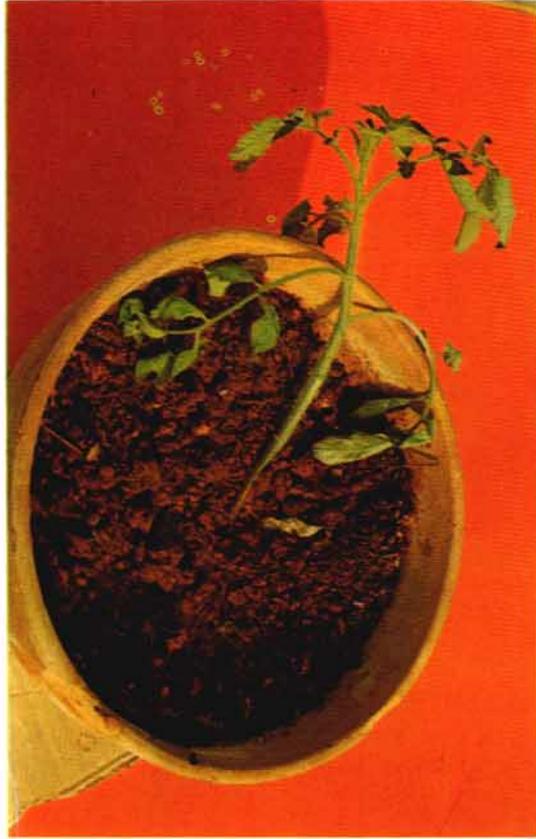
- THANASSOULOPOULOS C. C., GIANNOPOLITIS C. N., KITSOS G. T.
— 1971 — Evaluation of sensitiveness and development of resistance of
Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici to benomyl. *Phytopath. Z.*, 70,
114-120.
- WALKER J. C. — 1957 — Diseases of vegetable crops. McGraw — Hill book
Co., New York.
- WILHELM S., NELSON P. E., FORD D. H. — 1969 — A gray sterile
fungus pathogenic on strawberry roots. *Phytopathology*, 59, 1525-1529.



Stolbur : maladie à mycoplasmes provoquant une déformation des inflorescences.



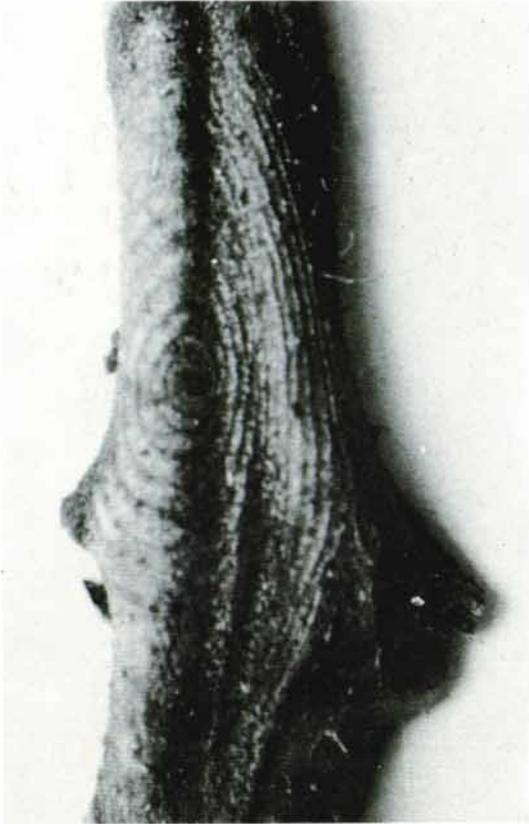
Rhizoctonia solani : toute première attaque sur les racines.



Phytophthora parasitica : aspect prostré et fané d'une jeune plante atteinte au collet.



Phytophthora parasitica : détail du chancre noir du collet.



Alternaria solani : zonations concentriques caractéristiques dans un chancre à la base de la tige (photo Brossier).



Corticium rolfsii : mycélium blanc typique recouvrant la base de la plante et le haut du système racinaire.



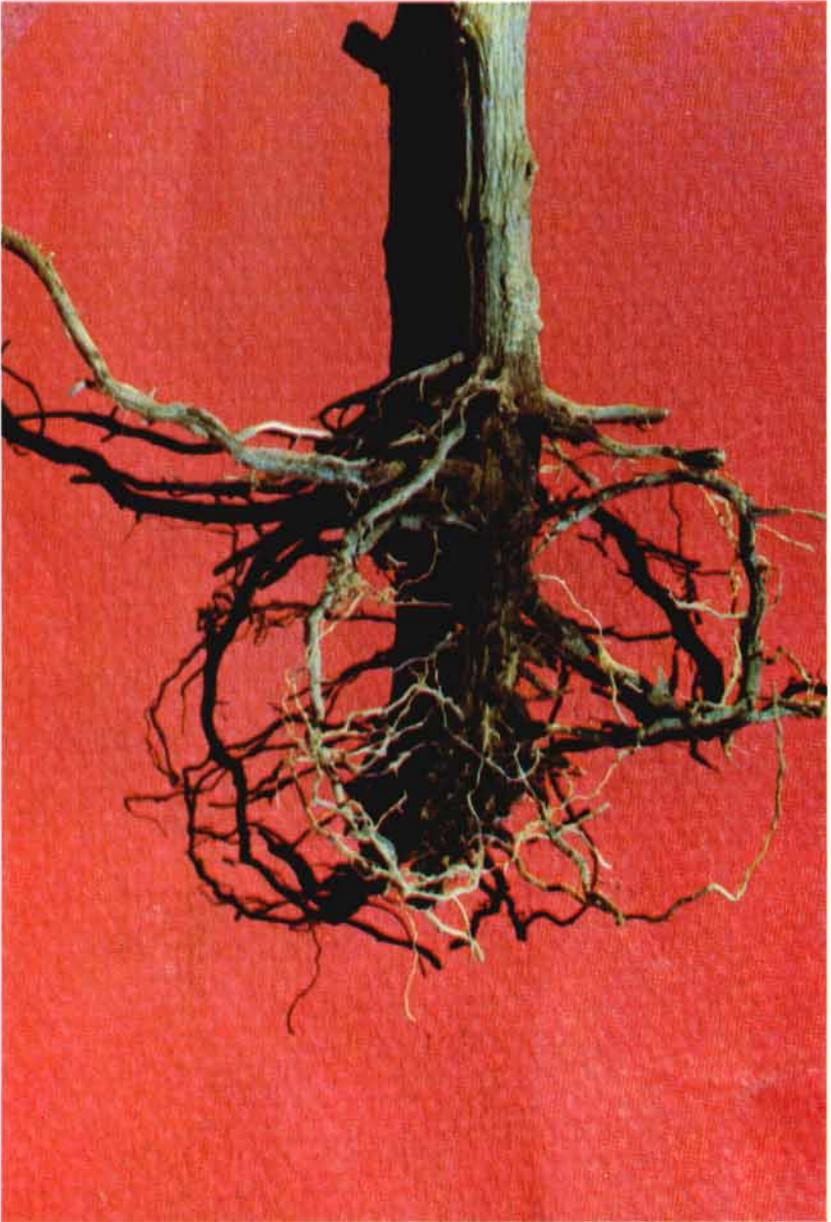
Pyrenochaeta lycopersici : aspect général du système racinaire, tel qu'on peut l'observer fréquemment sur la Côte Nord en fin de culture.



Pyrenochaeta lycopersici : début d'attaque sur les racines.



Pyrenochaeta lycopersici : détail d'une lésion liégeuse.



Colletotrichum coccodes : état des racines deux mois après une inoculation expérimentale par une suspension de spores.



Colletotrichum coccodes : début d'attaque
sur les racines.



Colletotrichum coccodes : lésions sur fruit
obtenues par inoculation expérimentale
d'un isolement provenant de racines.