

LES POURRITURES NOIRES DES AGRUMES PROVOQUÉES PAR LES ALTERNARIA

par **P. JOLY**

Ingénieur agricole, docteur ès Sciences

LES POURRITURES NOIRES DES AGRUMES PROVOQUÉES PAR LES ALTERNARIA

par P. JOLY (Muséum. d'hist. nat. Paris).

Fruits, vol. 22, n° 2, février 1967, p. 89 à 95.

RÉSUMÉ. — Les pourritures noires des fruits d'agrumes, provoquées par les *Alternaria*, peuvent être l'œuvre de plusieurs espèces. L'*A. chartarum*, à spores foncées disposées en chaînes ramifiées, est le plus fréquent ; mais l'*A. tenuissima*, à spores de taille souvent un peu plus grande et de teinte jaune lorsqu'elles sont observées par transparence, peut aussi provoquer des symptômes macroscopiquement assez voisins de ceux occasionnés par l'*A. chartarum*. Enfin, des pourritures noires plus superficielles peuvent être causées par l'*A. tenuis*, à spores disposées en chaînes non ramifiées, et par l'*A. consortialis* dont les spores ne sont pratiquement jamais en chaînes. Les méthodes de lutte contre l'*A. tenuissima* sont identiques à celles utilisées contre l'*A. chartarum*. Enfin, les précautions à prendre contre les contaminations tardives par l'*A. tenuis* et l'*A. consortialis* entrent dans le cadre des soins sanitaires généraux concernant les fruits d'agrumes.

Durant l'hiver 1965-1966, les oranges et les clémentines vendues sur les marchés de la région parisienne montraient un nombre inusité de pourritures, internes ou externes, provoquées par divers Alternaria. On accuse en général l'A. citri de causer ces dégâts, mais ce vocable est imprécis car, s'il est souvent appliqué à des souches de l'A. chartarum, on l'utilise aussi pour désigner des espèces telles que l'A. tenuis ou l'A. tenuissima pour peu qu'ils se développent sur des fruits d'agrumes. Nous avons donc pensé qu'il serait utile de faire une courte mise au point de nos connaissances actuelles sur l'A. chartarum parasite des agrumes et sur les autres Alternaria capables d'attaquer ces fruits.

Les espèces qui nous intéressent ici, c'est-à-dire l'*Alternaria chartarum* PREUSS d'une part, l'*Alternaria consortialis* (THÜM.) HUGHES, l'*A. tenuis* auct. et l'*A. tenuissima* (FR.) WILTSH. d'autre part, sont des espèces très largement répandues dans le monde. Mis à part les pays de climats nettement tropicaux, où ils sont plus rares, on les rencontre un peu partout dans la nature : fréquents au sein de la flore atmosphérique, ils se développent aussi dans le sol, les composts, sur les débris ligneux ou herbacés jonchant le sol, les feuilles pourrissantes, les enveloppes des graines, etc. A la limite entre le saprophytisme et le parasitisme de faiblesse, ils vivent aussi sur les organes séniles de nombreuses plantes. A partir de ces développements semi-parasitaires sur les feuilles âgées, les écorces, les organes floraux fanés, ils peuvent infecter les fruits, sur lesquels ils se comportent alors le plus souvent en parasites latents, attendant pour se manifester que le fruit arrive à un stade proche de la maturité. Ils peuvent ainsi attaquer non seulement les fruits d'agrumes, mais de nombreux autres tels que pommes, poires, cerises, prunes, mangues, coings, tomates, aubergines, noix, nèfles du Japon, dattes, etc. Sur les fruits d'agrumes, c'est l'*A. chartarum* qui commet actuellement les dégâts les plus fréquents et les plus importants. Il est alors souvent décrit sous le nom d'*Alternaria citri* (ELLIS et PIERCE) BLISS et FAWCETT, et l'on pourrait être tenté, à juste titre, de grouper sous ce vocable les clones physiologiques de l'*A. chartarum* adaptés maintenant à la vie sur agrumes. Toutefois, ce terme d'*A. citri* est

une source de confusions car, depuis sa création (BLISS et FAWCETT, 1944), il a toujours désigné un habitat et non une espèce, s'appliquant souvent sans discernement aux divers agents des alternarioses des fruits d'Agrumes. Or, si ces affections sont, dans la grande majorité des cas, l'œuvre de l'*A. chartarum*, elles peuvent aussi être causées par l'*A. tenuis* ou l'*A. tenuissima*, plus rarement par l'*A. consortialis* suivant des processus et des symptômes parfois comparables, en particulier chez les citronniers.

L'ALTERNARIA CHARTARUM

Montrant une morphologie intermédiaire entre celle de l'*A. consortialis* et celle de l'*A. tenuis*, avec qui on l'a souvent confondu, l'*A. chartarum* est, comme ces deux autres espèces, à la fois un parasite de faiblesse et un saprophyte. Il produit des spores brunes, verruqueuses, échinulées ou lisses, souvent plus foncées et plus ventrues que celles de l'*A. tenuis*. Gros-

sièrement globuleuses, ovales ou elliptiques lorsqu'elles sont en extrémité de chaîne, elles ne montrent un apex rétréci que lorsqu'elles ont, au contraire, donné naissance à une ou plusieurs spores filles. Cet apex peut être simple, mais il est le plus souvent ramifié ou géciculé, les chaînes de spores étant typiquement ramifiées et non simples comme chez l'*A. tenuis*.

Suivant la longueur des chaînes de spores élémen-

FIG. 1. — Spores de l'*Alternaria tenuis*.

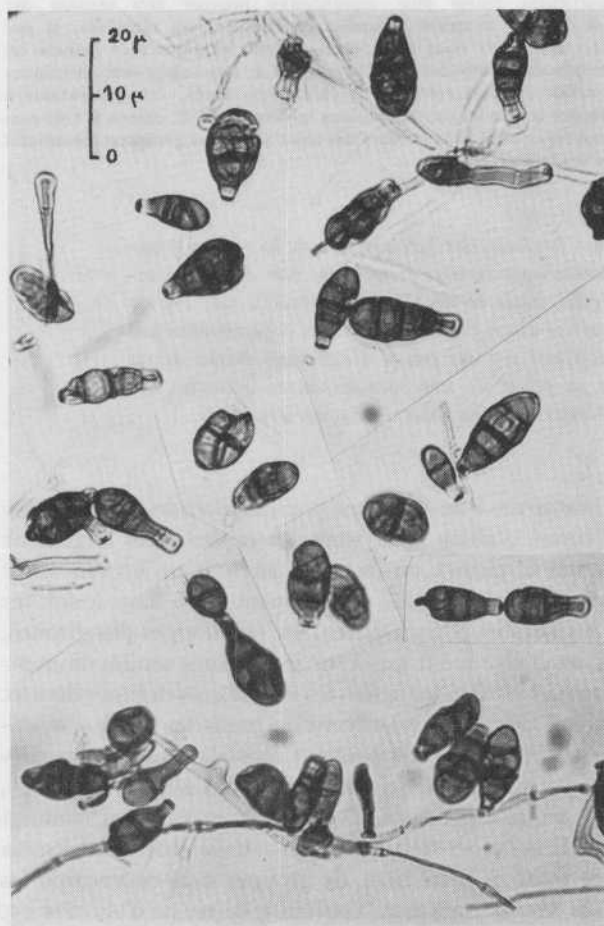
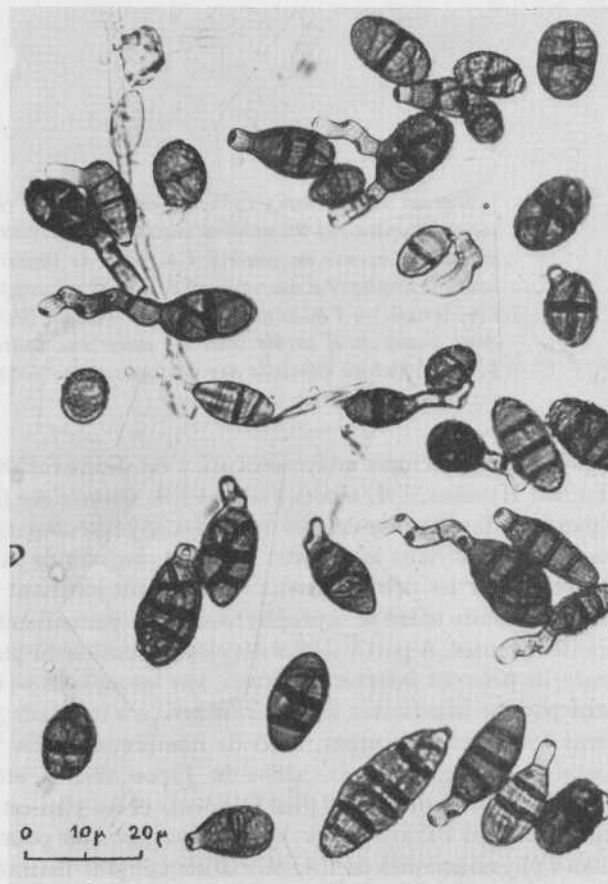


FIG. 2. — Spores de l'*Alternaria chartarum*.



taires de chaque fructification, la morphologie de l'*A. chartarum* rappelle un peu soit celle de l'*A. consortialis*, chez qui l'on rencontre quelques spores alternarioides supportant des spores filles elliptiques, soit celle de l'*A. tenuis*. On le distingue toutefois facilement de l'*A. consortialis* par ses proportions toujours élevées de spores alternarioides. D'autre part, ses chaînes de spores étant très ramifiées, il s'en suit une forte proportion (40 à 60 %) de spores globuleuses, situées en bouts de chaînes : on peut ainsi le distinguer facilement de l'*A. tenuis*, à chaînes simples, comportant donc peu de spores globuleuses (Joly, 1964).

L'*A. chartarum* peut être presque considéré, maintenant, comme une espèce réellement cosmopolite, mais il ne paraît pas en avoir été toujours ainsi. Sa répartition initiale, comme, dans l'ensemble, celles des trois autres espèces, correspondait vraisemblablement aux zones tempérées, d'où il débordait au sud assez largement sur les régions méditerranéennes et californiennes. Dans toute cette aire, principalement dans la zone tempérée, c'est un champignon très banal vivant sur les substrats les plus variés. Il semble que

ce soit durant la seconde moitié du siècle dernier que certains clones se sont adaptés, peut-être sur le pourtour méditerranéen, peut-être plus sûrement en Californie, à un mode de vie plus spécifique sur les fruits d'agrumes cultivés, eux-mêmes originaires du Sud-Est asiatique où ce parasite est encore apparemment assez rare. Depuis, l'*A. chartarum* s'est répandu partout où ces plantes sont cultivées ; il a même été signalé sporadiquement sur *Citrus* spontanés.

Il est maintenant connu dans tout le pourtour méditerranéen (Espagne, Portugal, Açores, Italie, Grèce, Chypre, Israël, Égypte, Tunisie, Algérie, Maroc), aux U. S. A. (Californie, Floride, Texas, Arizona, etc.) à Porto-Rico, Cuba, en Uruguay, Paraguay, Argentine. On le retrouve en Afrique (Rhodésie, Afrique du Sud, Zanzibar, Soudan), en Asie (Inde, Viet-Nam, Chine, Japon), en Australie, en Nouvelle-Zélande, etc. Il faut remarquer, toutefois, que s'il existe pratiquement partout où l'on cultive des agrumes, il n'est pas encore actuellement aussi fréquent dans la zone intertropicale que sous des climats méditerranéens ou même subtropicaux.

L'*ALTERNARIA TENUIS*, L'*A. TENUISSIMA* ET L'*A. CONSORTIALIS*

L'*A. tenuis* est une espèce moins fréquente dans la nature que dans la littérature, où ce nom désigne souvent, en plus de l'*A. tenuis* proprement dit, certains faciès de l'*A. chartarum* et même de l'*A. tenuissima*. Nous avons vu qu'il se différencie essentiellement de l'*A. chartarum* par ses chaînes de spores peu ramifiées, ce qui entraîne une proportion relativement faible de spores globuleuses. Il s'en distingue aussi par la couleur de ses spores, souvent plus claires, mais encore dans les tons bruns et non nettement jaunes comme celles de l'*A. tenuissima*. Peut-être plus cantonné, actuellement, que l'*A. chartarum* et l'*A. tenuissima*, dans les zones tempérées et méditerranéennes, il possède une biologie un peu comparable. C'est un champignon de pouvoir pathogène à peine plus élevé que celui de l'*A. chartarum*. Saprophyte banal, il se développe aussi sur les feuilles séniles ou mourantes ; il est assez fréquent parmi la flore des graines, mais ses développements sur les fruits eux-mêmes semblent beaucoup plus rares que ceux de l'*A. chartarum* ou de l'*A. tenuissima*.

L'*A. tenuissima* se distingue aisément des trois autres espèces par la couleur de ses spores, relative-

ment claires et dans des tons plutôt jaunes que brunâtres lorsqu'elles sont observées par transparence sous le microscope. Jamais franchement verruqueuses, elles montrent une membrane finement échinulée ou d'aspect grenu. C'est probablement l'espèce dont l'aire de répartition était la plus vaste, débordant plus que les autres vers les climats chauds. Des quatre *Alternaria*, c'est aussi celui qui, vis-à-vis de ses hôtes, montre les aptitudes parasitaires les plus élevées et le plus fréquent sur les fruits mûrissants. Sur fruits d'agrumes, il est toutefois moins banal que l'*A. chartarum*, mais ses attaques ne sont pas rares et on le confond alors souvent avec ce dernier.

L'*A. consortialis* est l'espèce douée des affinités saprophytes les plus fortes. Il existe sur les fruits d'agrumes, mais intervient surtout comme parasite des blessures occasionnées au cours des manutentions, rarement comme parasite effectif. Il se caractérise par l'absence presque complète de chaînes de spores, ces dernières, très foncées, brunes, étant par conséquent dans l'immense majorité des cas démunies d'apex rétréci.

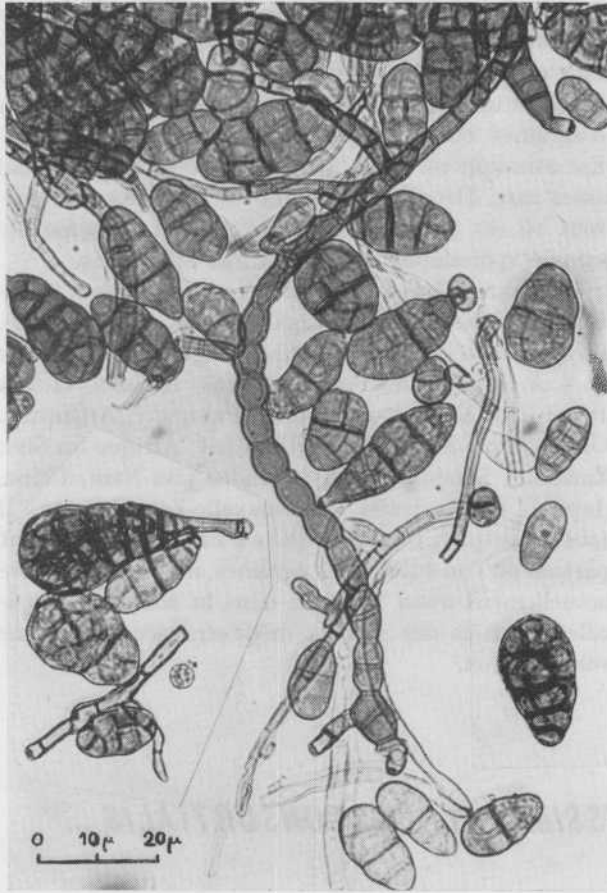


FIG. 3. — Spores de l'*Alternaria tenuissima*.

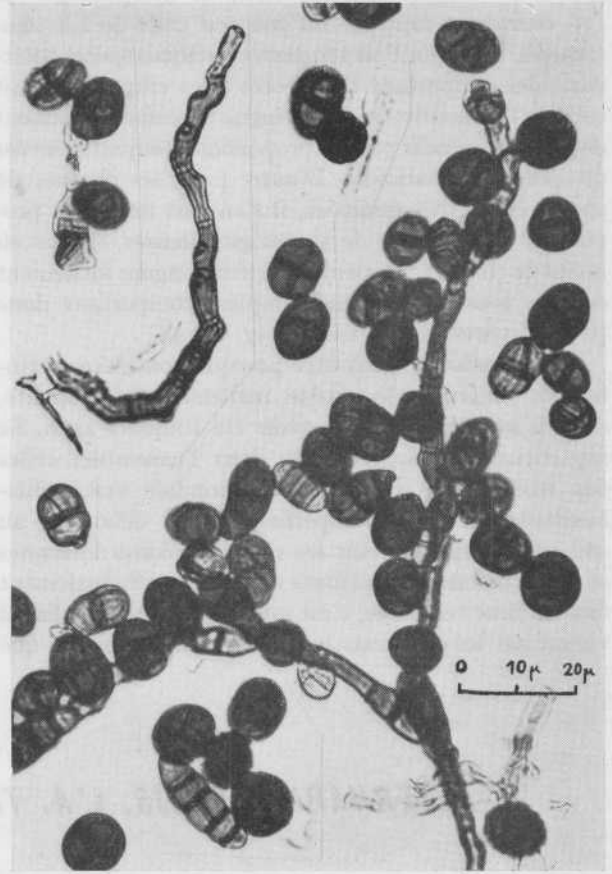


FIG. 4. — Spores de l'*Alternaria consortialis* (Clichés P. Bondoux).

LES ALTERNARIA, PARASITES LATENTS DES FRUITS D'AGRUMES

Ce type de comportement est essentiellement celui de l'*A. chartarum* et, à un degré de fréquence bien moindre, celui de l'*A. tenuissima*. Parasites latents, se développant le plus souvent à partir de spores déposées soit sur le style par le vent ou les insectes (Fawcett, 1936), soit sur les sépales flétris entourant le réceptacle, ils restent confinés pendant toute la durée de croissance du jeune fruit aux restes du style et des tissus nécrosés des organes morts de la fleur. A part quelques cas d'avortements suivis de chutes précoces des jeunes fruits, ils n'attaquent guère les tissus vivants des fruits que lorsque ceux-ci approchent de la maturité, et principalement s'ils sont de vitalité restreinte.

Envahissant les tissus internes à partir de l'extrême base du style ou du point d'insertion sur le pédoncule,

ils développent des symptômes de pourriture quelque peu variables. Lorsqu'il pénètre par le style, cas apparemment de loin le plus fréquent chez les oranges, le parasite, implanté dans les tissus nécrosés où il reste latent, n'a guère de difficultés pour atteindre l'intérieur du fruit dès que ce dernier arrive à un stade de développement proche de la maturité. Son attaque est, dans ce cas, relativement précoce, débutant un peu avant que les fruits ne commencent à se colorer. Il entraîne alors une pourriture interne sèche et noire, le fruit restant ferme et apparemment sain, les seuls symptômes sur pied étant une coloration un peu plus précoce. La maladie n'est véritablement apparente que si l'on ouvre le fruit. Ce type de pourriture se retrouve chez les clémentines, mais est assez rare chez les citrons.

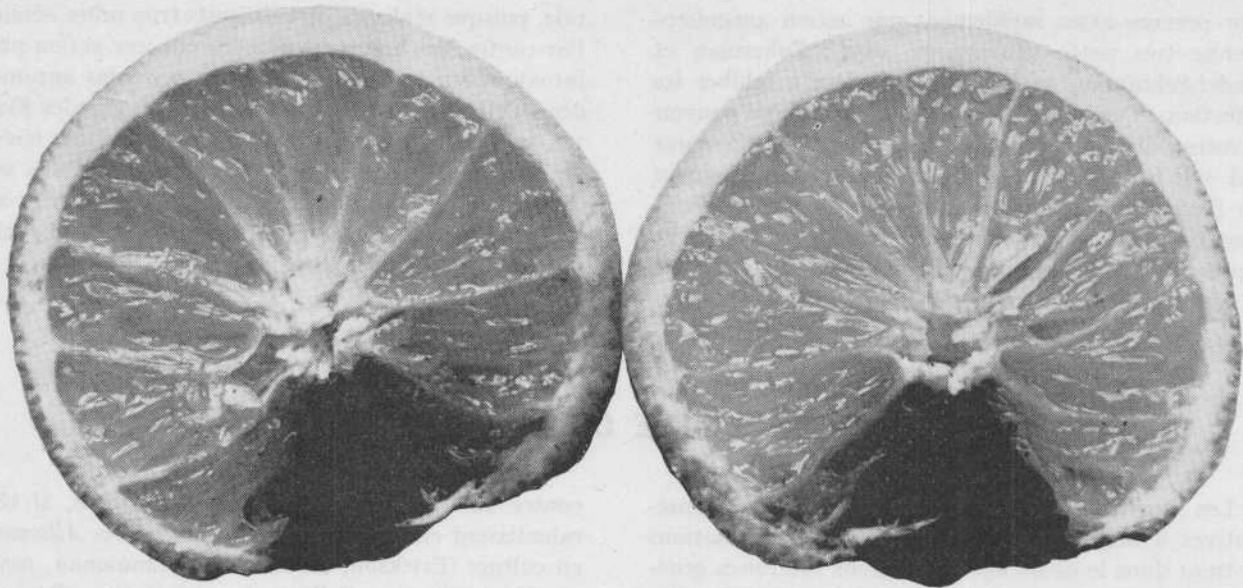


FIG. 5. — Pourriture noire d'une Orange, provoquée par l'*Alternaria chartarum* (Cliché P. Joly).

Lorsque les *Alternaria* pénètrent par le point d'insertion sur le pédoncule, ils se retrouvent, à l'origine, sur le pourtour du réceptacle florifère que l'on cueille en même temps que le fruit et qui forme une sorte de bouton à sa base. Ils sont en position externe par rapport au fruit et doivent attendre, pour pénétrer, que les tissus du réceptacle aient perdu leur turgescence et leur vitalité pour se laisser enfin traverser par eux : l'attaque commencera beaucoup plus tard, après la cueillette. Il se développe alors une pourriture centrale noire de type mou ; le fruit apparaît

souvent sain extérieurement, mais s'écrase facilement en laissant exsuder un jus brunâtre chargé de fragments de tissus nécrosés. C'est là le mode d'attaque classique sur les citrons, mais on le retrouve aussi chez les clémentines et, à un degré moindre, sur les oranges. Enfin, dans les deux cas, les dégâts ne se manifestent que longtemps après l'infection, mais l'évolution de la maladie sera d'autant plus rapide que le fruit aura été récolté à un stade de maturité plus avancé.

LES ALTERNARIA, PARASITES DE BLESSURES

Sur les fruits de tous les agrumes, les *Alternaria* peuvent encore intervenir comme parasites de blessures, pénétrant par des lésions accidentelles de la peau (Moreau, 1954). A ce niveau, on y rencontre non seulement l'*A. chartarum* et l'*A. tenuissima* mais aussi l'*A. tenuis* et l'*A. consortialis*. Dans ce cas, si ces champignons montrent encore une nette tendance à s'enfoncer dans les tissus du fruit, les lésions sont cependant moins profondes que dans le cas des infections sur pied qui atteignent directement le cœur, soit par l'apex du fruit, soit par sa base. Ici, on observe souvent une fructification du champignon en surface, au centre d'une zone nécrosée qui atteint unilatéralement les tissus de la pulpe et de l'albedo. Il est à noter

que l'état de maturité du fruit intervient lors de ces attaques : des citrons immatures, récemment récoltés, offrent une grande résistance à la croissance des *Alternaria* au travers de l'albedo ; cette résistance se perd avec le temps et les fruits mûrs n'offrent pratiquement plus de résistance à cette progression (De Wolfe, Erickson et Brannaman, 1959). Enfin, dans ces infestations consécutives à des blessures, les huiles essentielles contenues dans les glandes du péricarpe semblent jouer un rôle non négligeable. Elles sont effectivement réputées favoriser la germination des spores de divers champignons (Gutter, 1961 ; Moreau, 1962) mais, au contact de l'air, l'oxydation de certains de leurs composants (en particulier le d-limonène)

leur procure assez rapidement une action antimicrobienne très nette (Zukerman, 1951; Zukerman et Nadel-Schiffman, 1956) qui tend alors à inhiber les infections. Ces huiles ne semblent donc guère pouvoir favoriser directement le développement des *Alternaria* qui, si le fruit n'est pas complètement mûr au moment de l'infection, marquent un temps de latence suffisant pour laisser se dérouler les oxydations; elles ne peuvent le faire que lors d'infections très tardives, n'ayant plus, économiquement, une importance capi-

tales, puisque réalisées sur des fruits trop mûrs, séniles. Par contre, ces huiles essentielles ont une action phytotoxique sur les tissus mêmes du zeste des agrumes, dès qu'elles sont libérées par rupture des glandes (Gutter, 1961). Il s'en suit, au voisinage des glandes lésées, des petites nécroses des tissus, très favorables aux *Alternaria*: elles leur permettent de s'implanter sur le fruit pour attendre qu'il atteigne un stade d'évolution propice à son infestation.

LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LES *ALTERNARIA*

Les moyens utilisables contre les infections consécutives à des blessures au cours des manipulations entrent dans le cadre des précautions sanitaires générales (Moreau, 1954, 1962) et ne posent pas de problèmes particuliers, à ceci près que certains produits, actifs contre d'autres espèces, peuvent l'être moins contre les *Alternaria* ou vice-versa: ce serait le cas des vapeurs de diphényle, pratiquement sans action contre lui (Ramsey, Smith et Heiberg, 1944). Le rôle des *Alternaria* dans ces dégâts est d'ailleurs, sauf cas exceptionnels, relativement secondaire par rapport à des saprophytes comme les *Penicillium digitatum* et *P. italicum*, et les moyens souvent mis en œuvre contre ces derniers suffisent en général pour enrayer les développements épidémiques éventuels des *Alternaria*.

Il n'en est pas de même pour les infections profondes tirant leur origine de mycélium ou de spores latents d'*A. chartarum* ou d'*A. tenuissima*, présents depuis le verger dans les restes nécrosés de la base du style et autour du réceptacle florifère, et qui reprennent leurs activités peu avant la cueillette dans le premier cas, dès que le réceptacle perd sa turgescence dans le second.

L'emploi de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique et de l'acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique, dont les premiers essais intéressants datent de peu après la guerre (Kessler et Allison, 1948; Stewart, 1948), semblent pouvoir apporter, au moins dans cette dernière alternative, une solution intéressante à la lutte

contre les *Alternaria*. Ces deux substances, si elles ralentissent effectivement la croissance des *Alternaria* en culture (Erickson, De Wolfe et Brannaman, 1958), semblent agir essentiellement sur le fruit: elles prolongent la vie du bouton basal constitué par le réceptacle florifère, le conservant vert et retardant le développement de l'assise d'abscission (Gutter, 1956; Andrade, Puzzi et Torres, 1956). Empêchant le bouton de se flétrir et de se nécroser, elles retardent le stade initial de croissance du parasite et maintiennent fermée la porte d'entrée des infiltrations basales dans le fruit. Dès que l'*Alternaria* a pénétré dans l'albedo, d'ailleurs, l'action des traitements au 2,4-D ou au 2,4,5-T disparaît et le développement du parasite n'est pas arrêté plus longtemps (De Wolfe, Erickson et Brannaman, 1959).

Un tel mode d'action explique que, sur clémentines, ces produits aient une action très efficace, mais essentiellement lors des attaques basales (Gutter, 1956). Avec les citrons, où ce mode de pénétration est de loin le plus fréquent, les traitements sont très efficaces (Andrade, Puzzi et Torres, 1956; De Wolfe, Erickson et Brannaman, 1959). Chez les oranges, où la pénétration apicale semble prépondérante, les résultats sont beaucoup moins spectaculaires. Les essais sur pamplemousses seraient concluants (Stewart, 1948), mais les traitements au 2,4,5-T, en particulier, pourraient entraîner selon Carpenter et Hield (1958), des accidents physiologiques chez ces fruits.

CONCLUSIONS

Comme on peut le voir, les moyens chimiques de lutte contre les *Alternaria* sur les fruits d'agrumes sont encore loin d'être satisfaisants. Il ne faut pas perdre de vue, en outre, que ce sont des espèces banales, se maintenant au

verger sur les débris végétaux, dans le sol, et même sur les organes fanés des fleurs, où ils peuvent proliférer à proximité immédiate des jeunes fruits. C'est donc là qu'il faudra, si l'on constate des dégâts importants sur les fruits, porter son attention en vue de préserver la récolte future. Enfin, il ne faut pas oublier non plus que nous avons affaire, comme nous l'avons dit plus haut, à des parasites d'organes affaiblis, se développant surtout sur les fruits de vitalité restreinte. Il est bien évident que le moyen le plus efficace pour réduire au maximum ces attaques consiste, comme dans le cas de certaines affections des Bananes (Joly, 1962) et de nombreux autres fruits, à obtenir en verger des fruits sains et vigoureux, offrant une bonne résistance naturelle aux *Alternaria*.

(Laboratoire de Cryptogamie
du Muséum national d'histoire naturelle, Paris).

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRADE (A. C.), PUZZI (D.) et TORRES (S. C. A.). — Experiencias para o controle de podridões que occorem em limões durante o transporte. (*Biologico*, t. XXII, p. 99-103, 1956.)
- BLISS (D. E.) et FAWCETT (H. S.). — The morphology and taxonomy of *Alternaria citri*. (*Mycologia*, t. XXXVI, p. 469-502, 1944.)
- CARPENTER (J. B.) et HIELD (H. Z.). — Accentuation of blue albedo in Marsh Grapefruit by sizing sprays with 2,4,5-T. (*Plant Disease Repr.*, t. XLII, p. 63-64, 1958.)
- DE WOLFE (T. A.), ERICKSON (L. C.) et BRANNAMAN (B. L.). — Retardation of *Alternaria* rot in stored Lemons with 2,4-D. (*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, t. LXXIV, p. 367-371, 1959.)
- ERICKSON (L. C.), DE WOLFE (T. A.) et BRANNAMAN (B. L.). — Growth of some Citrus fruit pathogens as affected by 2,4-D and 2,4,5-T. (*Botan. Gaz.*, t. CXX, p. 31-36, 1958.)
- FAWCETT (H. S.). — Citrus diseases and their control. (*Mc Graw-Hill Book, New-York*, 656 p., 1936.)
- GUTTER (Y.). — The influence of growth regulators on the keeping quality of stored Clementines. (*Ktavim, Agric. Res. Stat., Rehovot*, t. VI, p. 119-123, 1956.)
- GUTTER (Y.). — On the pathogenicity of *Trichoderma viride* to Citrus fruits. (*Bull. Res. Council. Israël, Sect. D, Bot.*, t. X, p. 157-164, 1961.)
- JOLY (P.). — Les pourritures des bananes au cours du transport et en mûrisserie. (*Fruits d'Outre-Mer*, t. XVII, p. 23-31, 1962.)
- JOLY (P.). — Le genre *Alternaria*. Recherches physiologiques, biologiques et systématiques. (*Lechevalier, Paris*, 250 p., 1964.)
- KESSLER (K. L.) et ALLISON (J. R.). — Use of growth regulators on Lemons in storage. (*Calif. Citrogr.*, t. XXXIV, p. 24-25 et 28, 1948.)
- MOREAU (C.). — Le problème de la protection des agrumes dans les transports et en entrepôts. (*Fruits d'Outre-Mer*, t. IX, p. 51-59, 1954.)
- MOREAU (C.). — Causes, conditions de développement et traitement des pourritures des agrumes. (*Rev. Gén. du Froid*, t. XXXIX, p. 425-434, 1962.)
- RAMSEY (G. B.), SMITH (M. A.) et HEIBERG (B. C.). — Fungistatic action of diphenyl on Citrus fruit pathogens. (*Botan. Gaz.*, t. CV, p. 74-83, 1944.)
- STEWART (W. S.). — Effect of plant growth regulators on stored Citrus fruit. (*Calif. Citrogr.*, t. XXXIV, p. 58 et 80-84, 1948.)
- ZUKERMAN (I.). — The effect of oxidized d-limonene on microorganisms. (*Nature*, t. CLXVIII, p. 517, 1951.)
- ZUKERMAN (I.) et NADEL-SCHIFFMAN (M.). — Influence of fresh or irradiated limonene on fungi causing Citrus fruit rots. (*Ktavim, Agric. Res. Stat., Rehovot*, t. VI, p. 125-127, 1956.)