

## La biologie et la pathogénicité des champignons causant les pourritures de l'avocat après la récolte

G. ZAUBERMAN, Mina SCHIFFMANN-NADEL, Y. FUCHS, U. YANKO\*

Il est bien connu que le fruit de l'avocat ne se ramollit pas tant qu'il est sur l'arbre, mais seulement après la récolte, pendant la période de l'entreposage ; on le consomme lorsqu'il est mou. Nos observations ont montré qu'en général les pourritures de l'avocat ne se développent pas lorsque le fruit est sur l'arbre, mais seulement après sa récolte, pendant la période d'entreposage.

Des expériences d'entreposage de l'avocat en différentes conditions (à différentes températures ou en atmosphères contrôlées) ont démontré, que plus on prolonge la période pendant laquelle le fruit reste ferme (depuis la récolte jusqu'à son ramollissement), plus s'accroît le taux de pourriture qui se développe dans le fruit lors de son ramollissement (4).

Nos recherches, poursuivies pendant des années, comprenaient la détermination des pathogènes causant la pourriture des avocats après la récolte, leur biologie et le mode d'infection des fruits (1, 2, 3, 4, 5, 6). Cet article présente certains résultats des recherches sur la pathogénicité des champignons parasites de l'avocat.

La recherche sur les pourritures de l'avocat en Israël a montré que deux formes de pourritures se développent dans ce fruit au moment de son ramollissement dans l'entrepôt : a) la pourriture du pédoncule (stem-end rot) qui commence dans le fruit à côté du pédoncule (photo 1), pénètre dans la pulpe, s'étend dans la direction du noyau et cause la pourriture du fruit entier ; b) la pourriture de l'écorce qui commence par des taches brunes, d'abord isolées qui grandissent et s'unissent, puis tout le fruit pourrit (photos 2 et 3).

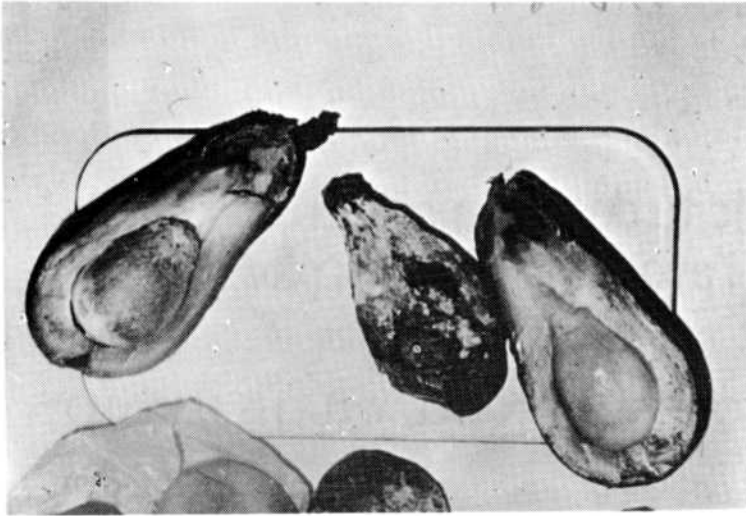
Par les nombreux isolements des champignons de fruits pourris, des années durant, on a constaté que la cause principale de la pourriture du pédoncule en Israël est le champignon *Diplodia natalensis* P. EVANS, tandis que celle des taches de pourriture sur l'écorce est le champignon *Colletotrichum gloeosporioides* PENZ. (SACC.). En plus de ces champignons, nous avons aussi isolé, de fruits d'avocats pourris, des quantités relativement faibles d'autres champignons, par exemple *Alternaria*, différentes espèces de *Fusarium* (2), *Dothiorella*, *Pestalotia*, *Trichoderma*, *Trichothecium* et autres (3, 4). Dans d'autres pays où l'on cultive les avocats, la pourriture du pédoncule est causée principalement par le champignon *Dothiorella* et moins par *Diplodia*, et celle des taches sur l'écorce l'est aussi par le *Colletotrichum*, mais dans d'autres pays encore ce champignon ne cause pas de dégâts importants.

Dans le but de pouvoir développer des méthodes de lutte efficace nous avons étudié la biologie et surtout les modes d'infection de deux champignons importants, *Diplodia* dans le pédoncule et *Colletotrichum* dans l'écorce des fruits.

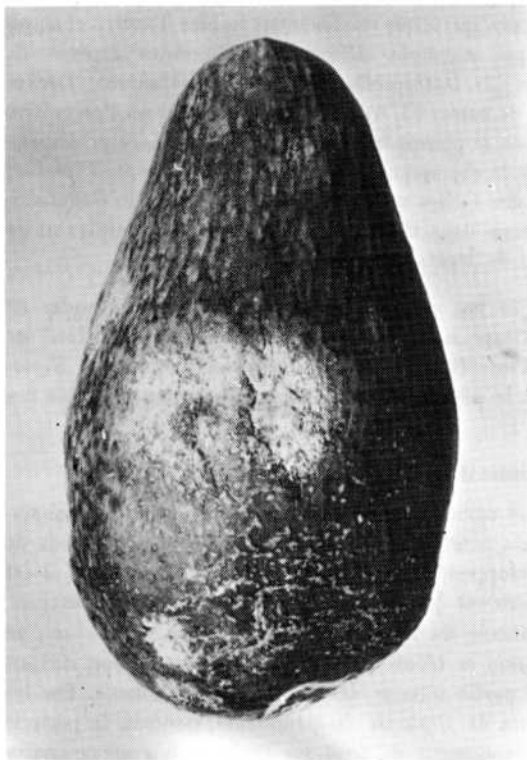
### Pourriture du pédoncule (stem-end rot).

De nos recherches, surtout par des isolements du champignon du pédoncule du fruit pendant toute la période de son développement et par des études anatomiques, il est devenu évident que *Diplodia* se trouve présent dans le tissu du pédoncule du fruit lorsqu'il est encore sur l'arbre ; ce champignon se trouve à l'état de mycélium latent surtout dans la partie interne des sépales du pédoncule. Par les isolements de *Diplodia* du pédoncule, pendant la période du développement du fruit sur l'arbre, on a pu constater que l'infestation du pédoncule par ce champignon peut se produire tout le long du développement du fruit sur l'arbre. Mais ce champignon ne cause pas de pourriture pendant que le fruit est attaché à l'arbre. Après la récolte,

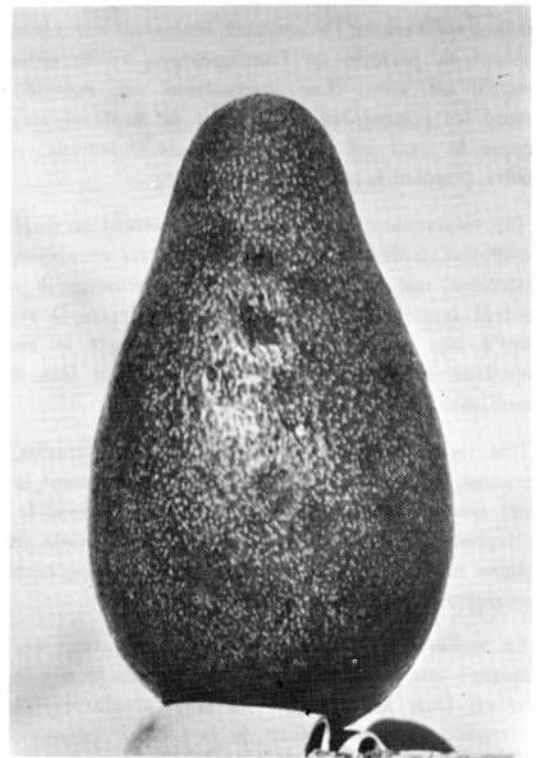
\* - Agricultural Research Organization The Volcani Center, Bet Dagan (Israël).



**Photo 1.** Pourriture du pédoncule (Stem end rot). Les coupes dans les fruits permettent de constater que la pourriture débute dans la partie pédonculaire du fruit par où a lieu la pénétration du parasite. Le principal parasite intéressé est *Diplodia natalensis* P. EVANS.



**Photo 3.** Stade ultérieur de la pourriture à *C. gloeosporioides*, les zones nécrosées sont recouvertes par les accrécules du champignon.



**Photo 2.** Taches de pourriture de l'écorce provoquées par *Colletotrichum gloeosporioides* PENZ (SACC.). Attaques aux premiers stades.

le champignon se développe, dans une première étape dans le pédoncule (qui noircit) et après quelques jours, lors du ramollissement du fruit, il passe dans ce dernier et cause sa pourriture, qui commence sur le fruit à côté du pédoncule ; alors on voit que la fin d'incubation de la maladie coïncide avec le ramollissement du fruit. Puisque les symptômes de la maladie n'apparaissent en général qu'après le ramollissement du fruit, les premiers symptômes de la pourriture dans le fruit dépendent du moment de son ramollissement ; cette date est fixée principalement par la température à laquelle se trouve le fruit. On voit donc que la température qui influence le ramollissement (mûrissage) de l'avocat, détermine aussi le moment d'apparition de sa pourriture. Par exemple, un fruit qui a été infesté sur l'arbre par le champignon *Diplodia*, et entreposé à une température de 17°C, commençait à se ramollir et montrait le premier signe de la pourriture au bout de 8 à 13 jours depuis sa cueillette. Par ailleurs, à une température de 12°C le ramollissement et la pourriture commencent à se développer après 15 à 20 jours. Souvent le fruit est consommé au début de son ramollissement avant l'apparition de la pourriture du pédoncule.

Le développement de la pourriture du pédoncule au début du ramollissement du fruit rend difficile sa conservation mûr et mou. Pour échapper à cette pourriture causée par *Diplodia*, on peut conserver les fruits à une température basse de 6°C, température recommandée pour l'entreposage réfrigéré de l'avocat. Pour faire mûrir le fruit après cet entreposage réfrigéré il faut le conserver à une température au-dessus de 12°C. En relation avec ce fait il faut mentionner que le champignon *Diplodia* ne se développe point à des températures plus basses que 10°C.

Nos recherches ont démontré que le champignon *Diplodia* se développe d'abord dans le pédoncule avant de passer au fruit, et que lorsque celui-ci a été cueilli avec un long pédoncule, le champignon reste dans ce dernier pendant une période plus longue (même lorsque l'avocat se trouve dans une phase de ramollissement) que pour le fruit ayant un pédoncule court (4, 5, 6). On a pu observer que la longueur de la période pendant laquelle le champignon reste dans le pédoncule avant de passer au fruit dépend de la longueur du pédoncule. Par exemple, à l'entreposage à une température de 17°C, lorsque le pédoncule du fruit avait une longueur de 10 à 14 mm, le champignon *Diplodia* restait plus longtemps dans le pédoncule (11 - 15 jours), entre-temps le fruit avait ramolli et pouvait être consommé échappant à l'attaque du champignon ; d'autre part, lorsque le pédoncule était plus court (3 - 4 mm), le champignon « terminait » son développement dans le pédoncule pendant une période plus courte (8 - 9 jours), passait dans le fruit au commencement de son ramollissement et en causait la pourriture (5, 6). En effet, il a été possible d'observer en pratique que des fruits des variétés Fuerte et Nabal cueillis avec un pédoncule long, montraient, au moment du ramollissement, un taux de pourriture du pédoncule très bas

(moins de 5 p. cent), tandis que les fruits ayant un pédoncule court montraient un taux de pourriture du pédoncule beaucoup plus élevé, allant parfois jusqu'à 50 p. cent (4, 5). Mais en pratique on ne cueille pas volontiers un fruit à pédoncule long à cause du danger qu'il représente pour les autres fruits dans le carton, risquant de les endommager.

Durant certaines années, un pourcentage élevé de fruits est attaqué par *Diplodia* causant la pourriture du pédoncule, et d'autres années cette pourriture est moins fréquente. L'étude des pourritures du pédoncule des différents fruits en Israël montra que le taux de pourriture du pédoncule causée par *Diplodia* est aussi élevé dans les fruits d'avocats, que pour d'autres fruits, par exemple, ceux des différents agrumes pendant les mêmes saisons. Il se peut que les conditions météorologiques qui influencent le développement de la pourriture du pédoncule causée par le champignon *Diplodia* soient identiques pour différentes espèces de fruits. On a trouvé qu'il était possible d'infecter les fruits d'agrumes avec une culture du champignon de *Diplodia* isolée du fruit d'un avocat, de même que d'infecter des fruits d'avocats par une culture venant d'agrumes, résultats qui montrent que ce champignon peut passer d'une espèce à l'autre.

On a trouvé des différences dans le taux des infections causées par *Diplodia* entre différentes plantations dans le pays, selon la quantité des branches sèches infectées par ce champignon dans les plantations ; le champignon se trouve sur les branches des avocats.

#### Pourriture de l'écorce.

Quant à la pourriture des taches sur l'écorce du fruit, causée par le *Colletotrichum*, nos recherches ont montré que chacune de ces taches se développe d'une source d'infection latente différente (1) ; la spore du champignon qui est tombée sur la surface du fruit commence à germer et produit un appressorium à paroi épaisse, qui constitue la forme latente du champignon et reste dans la cire naturelle de l'écorce du fruit. Le champignon garde cette forme tant que le fruit reste ferme aussi bien sur l'arbre qu'après la récolte. Au moment du ramollissement du fruit, l'appressorium commence à germer, et un tube de germination se développant en mycélium du champignon perce d'abord les couches de l'écorce du fruit, entre dans les tissus intérieurs, et cause une tache brune de pourriture sur l'écorce (1). Comme pour la pourriture causée par *Diplodia*, l'apparition des taches produites par *Colletotrichum* a lieu sur les fruits mous ; le moment de l'apparition des taches sur les fruits après la récolte dépend alors de la température d'entreposage des fruits qui affecte leur ramollissement. La température optimale d'incubation du *Colletotrichum* sur les fruits d'avocats est de 25°C et ce champignon ne se développe pas au-dessous de 6°C. Sur un seul fruit on trouve

en général un grand nombre de ces sites d'infection (30 - 60), de là le grand nombre de taches de pourriture. Lorsque les taches se développent et grandissent, elles s'unissent et produisent de la pourriture brune sur toute la surface du fruit. Dans le même temps la pourriture se développe aussi dans la chair qui brunit. Sur les taches noires de l'écorce du fruit apparaissent des acervules, des groupes de spores dans une masse muqueuse de couleur rose-violet.

Nos recherches ont aussi montré que l'infection de l'écorce du fruit d'avocat, par la forme latente du *Colletotrichum* dans la plantation, peut avoir lieu pendant toutes les phases de développement du fruit, à partir de quelques

jours après la fécondation de la fleur et jusqu'au plein développement du fruit (1).

Les autres champignons causant la pourriture de l'avocat après la récolte et mentionnés auparavant dans cet article, apparaissent généralement en petite quantité. Il y a pourtant des années pendant lesquelles la proportion des espèces de *Fusarium* (2) ou bien d'*Alternaria* était plus élevée.

Les recherches sur les moyens de prévention ou de lutte contre les maladies des fruits sont discutées dans un autre article.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BINYAMINI (N.) and SCHIFFMANN-NADEL (Mina). 1972. Latent infection in avocado fruit due to *Colletotrichum gloeosporioides*. *Phytopathology*, 62, 592-595.
2. JOFFE (A.Z.) and SCHIFFMANN-NADEL (Mina). 1967. Les *Fusarium* isolés à partir d'avocats et d'avocateurs d'Israël. *Fruits*, 22, 97-101.
3. SCHIFFMANN-NADEL (Mina) and LATAR (S.). 1960. Investigations on storage of avocado fruit. *The Volcani Inst. of Agr. Res. Israel. Div. of Scientific Publ.* n°313, p. 1-16 (Hebrew with English summary).
4. SCHIFFMANN-NADEL (Mina), LATAR (S.) and YANKO (U.). 1964. The effect of storage conditions and rot control measures on the length of ripening period and on the decay of avocado pears in storage. *The Volcani Inst. of Agr. Res. Israel. Div. of Scientific Publ.* n°442, p. 1-13 (Hebrew with English summary).
5. SCHIFFMANN-NADEL (Mina). 1968. Influence de la longueur du pédoncule à la cueillette sur le pourcentage de pourriture pédonculaire de l'avocat. *Fruits*, 23, 312-314.
6. SCHIFFMANN-NADEL (Mina), COHEN (Y.) and TOVA ARZEE. 1970. Rate of advance of *Diplodia mycelium* in avocado pedicel. *Isr. Journ. Bot.*, 19, p. 624-626.

