

A PROPOS DES POURRITURES DES AGRUMES

par **G. VIENNOT-BOURGIN**

INGÉNIEUR AGRICOLE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Tandis que peu à peu reviennent sur le marché français les fruits coloniaux dont cinq années de guerre nous avaient privés, tandis que partout dans l'Empire s'élèvent des voix autorisées pour préconiser que se réalise une liaison heureuse destinée à améliorer nos ressources coloniales, différents organismes et en particulier l'I.F.A.C. achèvent de guider des techniciens qui bientôt seront les propagandistes de nouvelles méthodes basées sur la connaissance parfaite des principes culturaux, biologiques, physiologiques des problèmes qu'ils auront à traiter à la colonie. C'est dans le but de participer à la bonne formation de ces spécialistes dans le cadre qui nous occupe, c'est-à-dire celui de la Phytopathologie, que nous traiterons ici de quelques sujets importants se rapportant précisément aux fruits coloniaux. A cette occasion nous nous attacherons à faire une mise au point aussi complète que possible des questions en tenant compte des travaux les plus récents ainsi que de nos observations et recherches personnelles.

Parmi les causes de maladies sévissant aux dépens des fruits (oranges, citrons, pamplemousses, bananes, etc..) les agents sans doute les plus actifs et les plus caractéristiques sont représentés par les champignons du genre *Penicillium*. Sur les fruits coloniaux de même que sur la plupart des fruits indigènes on en trouve plusieurs espèces : *P. italicum* Wehm., *P. digitatum* (Pers.) Sacc., *P. roseum* Lk.. Sur différents agrumes on a décrit en outre *P. brevicaulis* Sacc. qui est cependant moins fréquent que les espèces précédentes. De même on peut trouver sur les citrons *P. olivaceum* Wehm. tandis que *P. flavum* March. et *P. crustaceum* (L.) Fr. paraissent plus spécifiques des pommes et des poires de nos vergers métropolitains. Signalons encore *P. verrucosum* Doidge, *P. fructigenum* Takeuchi, *P. stolonifera* Thom., *P. insigne* Sacc. qui ont été trouvés fortuitement sur différents Agrumes. Ces champignons, dont les spores possèdent une longévité remarquable qui peut s'étendre sur 18 années pour quelques espèces, se distinguent non seulement

par leurs caractères morphologiques (conformation de l'appareil conidifère, dimensions des conidies, mode d'organisation en corémies, aspect des colonies en culture pure, coloration des amas conidifères), mais aussi par certains caractères physiologiques qui seront précisés pour chaque espèce. La pigmentation du feutrage conidien permet ainsi de distinguer la « moisissure verte » due au *Penicillium digitatum* de la « moisissure bleue » causée par *P. italicum*, tandis qu'une « moisissure brune » est due à *P. olivaceum*. En raison de sa teinte spéciale qui rappelle celle d'un bouton de fleur de pommier à peine éclos, *P. roseum* est désigné comme le « pink mold ». Si *P. expansum* Lk. est susceptible de causer un flétrissement rapide des organes connu sous le nom de « wilt » des auteurs américains, les autres *Penicillium* entraînent des **pourritures** molles caractérisées, avec destruction active des tissus cellulaires qui sont bientôt confondus en un amas visqueux au sein duquel prolifèrent les hyphes mycéliennes.

Penicillium italicum Wehmer. Moisissure bleue

Ce champignon est un agent de destruction particulièrement important sur les Agrumes. Les fruits sont atteints d'une pourriture molle dont l'évolution peut être rapide si les conditions de développement se montrent favorables. L'altération ainsi produite est non seulement due au *Penicillium*, mais aussi à de nombreuses bactéries putréfiantes dont la pénétration et la multiplication sont d'autant plus faciles que l'affaissement et l'éclatement du fruit se produisent rapidement.

L'action parasitaire paraît débiter dès la période de récolte, ou se manifeste rapidement à un moment quelconque de la conservation ou du transport des fruits. L'infection, qui n'exige parfois que des lésions libérant le contenu des glandes de la pelure du fruit, se trouve réalisée en de nombreuses circonstances (piqûres d'insectes, écorchures au moment de la récolte, chocs en cours de l'emballage). Le développement de *P. italicum* est capable en outre de se manifester de fruit à fruit par simple contact. En une partie quelconque de la peau se produit une tache mate, arrondie, d'abord de petit diamètre, puis s'élargissant rapidement. Les glandes huileuses perdent leur turgescence ; la surface de la tache prend alors un aspect granuleux. En même temps commence la

pourriture de la chair qui s'étend progressivement et atteint la région des pépins. Les parties lésées manifestent une coloration rosée ou brunâtre en même temps qu'elles répandent une odeur forte et pénétrante. Dès que la pourriture a commencé, se forment les conidiophores qui recouvrent bientôt toute la surface de la tache d'un feutrage fragile verdâtre, ou bleu-verdâtre, qui passe au brun en vieillissant. Les arbuscules conidiens sont érigés et produisent un grand nombre de conidies oblong-elliptique ($4.5 \times 2.3 \mu$).

P. italicum attaque surtout les citrons ; on l'a cependant observé sur les oranges, pamplemousses, etc...

Les conditions de développement et les méthodes de lutte qui peuvent être préconisées sont les mêmes que pour *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. (cf. infra).

En culture pure, sur les milieux sucrés, *P. italicum* provoque une gélification rapide qui entraîne, dans le fond du tube, une partie du milieu de culture. La portion gélatinisée ne paraît plus apte à servir de support à la formation mycélienne ; elle reste le plus souvent vide de toute trace apparente d'hyphes.

Penicillium expansum Lk.

Ce champignon s'attaque aux pommes au cours de leur conservation. Cette espèce, plus particulièrement adaptée aux espèces fruitières indigènes à pépins est susceptible cependant de causer des dommages aux oranges mûres. La pénétration de la chair s'effectue

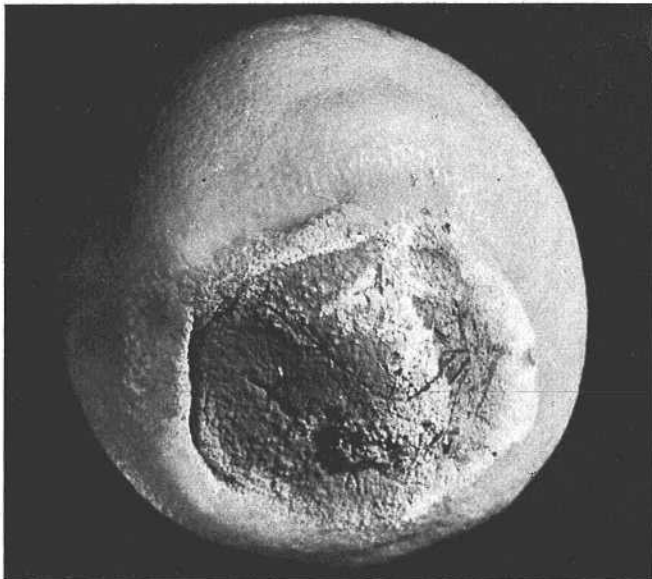


Fig. 1. — Lésion provoquée par *Penicillium digitatum* sur pamplemousse. On distingue les coussinets sporifères sur une plage déprimée de la pelure. Cliché original J. Vincent, Versailles.

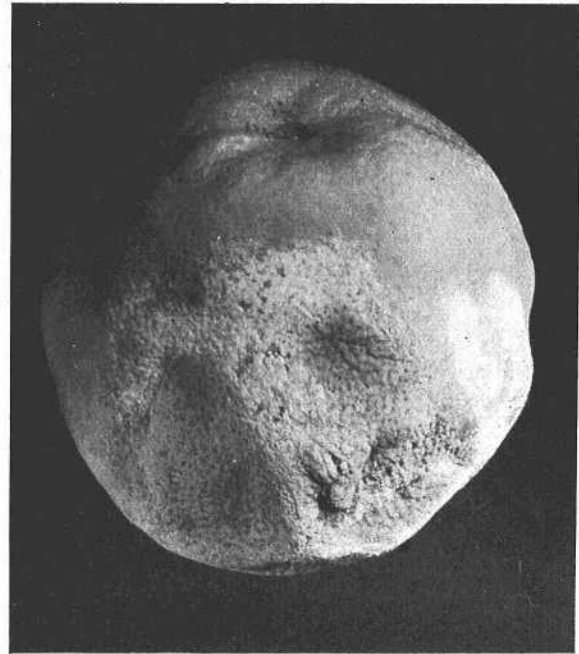


Fig. 2. — Altération profonde d'un pamplemousse par suite de l'invasion de *Penicillium digitatum*. Cliché original J. Vincent, Versailles.

lentement ; la lésion est d'abord superficielle, elle s'étale avant de gagner en profondeur où elle atteint finalement les commissures des segments du fruit. Sur la pomme, *P. expansum* pénètre soit par les blessures accidentelles réalisées au cours de la cueillette, soit par les piqûres d'insectes, soit encore par la cicatrice du pédoncule. Ce dernier mode de pénétration a été démontré par Barnum [3] qui a observé en Californie des infections nombreuses sur la variété Yellow Newton. En outre Baker et Heald [1] ont vérifié expérimentalement que l'infection a lieu très souvent par les lenticelles.

Les fruits malades se couvrent de taches de pourriture brun-clair à la surface desquelles apparaît une efflorescence vert-glaucue ou vert-bleuté formée par les conidiophores et les conidies.

Dans les fruitiers dont l'installation est défectueuse et où la température subit de grandes variations, le développement de ce *Penicillium* est très rapide. A température élevée, l'infection des fruits se réalise activement et entraîne leur décomposition qui se manifeste d'une façon marquée à la base du pédoncule. Les pommes ainsi attaquées entrent en pourriture ou se ratatinent complètement.

Barnum [4] a montré que *P. expansum* sécrète un principe toxique, non volatil et indestructible par la chaleur qui, appliqué à différentes plantes, en provoque le dessèchement (« wilt ») rapide.

Penicillium crustaceum (L.) Fr.
= **P. glaucum Lk.**

Ce champignon constitue l'une des moisissures les plus communes des fruits et des matières sucrées en général. On l'observe sur les raisins sur pied au moment de la vendange, quand le temps est humide, ou sur les grappes au cours de leur transport en vue de la vente. Il se développe sur les pommes au fruitier et en provoque une pourriture qui débute tout d'abord au niveau de l'œil du fruit et au voisinage d'une blessure de la peau. On considère également ce champignon sur les oranges en voie de maturation. Ciferri [7] a observé des attaques sur des coings conservés dans un endroit humide.

Les hyphes, éparses, septées, circulent entre les cellules ou au travers des parties pourries. Les conidiophores produisent des conidies globuleuses ou elliptiques, lisses, hyalines, quand elles sont isolées, verdâtres en masse. Elles mesurent 3 à 4 μ de diamètre. Les fruits attaqués se recouvrent d'une moisissure brun-marron.

Selon Nobécourt [16] l'action nuisible du *Penicillium* est due à la sécrétion de substances enzymatiques agissant en milieu acide et capables de détruire les contenus cellulaires.

Noble [17] rapporte que les grains de blé en terre sont fréquemment détruits par *P. glaucum*. L'attaque par ce champignon est d'autant plus importante que les grains sont humides au moment du semis. A ce point de vue, les traitements des semences contre la carie sous forme d'immersion facilitent le développement du *Penicillium*. Pour cette raison l'auteur recommande de préférence le traitement par poudrage.

Enfin Muller [14] considère que ce champignon est la cause, dans bien des cas, de l'échec des hybridations des fleurs de pommes de terre. Après la période de castration, il se développe en effet très activement sur le réceptacle floral.

Penicillium digitatum (Pers.) Sacc.
Moisissure verte.

Comme *P. italicum* Wehmer, *P. digitatum* doit être considéré comme un agent de pourriture actif des fruits et en particulier des Agrumes aux dépens desquels il cause la « moisissure verte ». Ce champignon attaque quelquefois aussi les poires au cours de leur transport en vue de la vente.

On a constaté ce parasite sur les arbres même, mais c'est principalement au cours de la conservation, de la maturation et du transport des oranges, des citrons et des pamplemousses que l'on observe ses dégâts. C'est ainsi que les attaques de *Penicillium* (*P. digitatum* et *P. italicum*) obligent à un premier triage des fruits transportés en vrac par wagon d'Espagne en France ; au cours de cette opération, près de 6 % des fruits

peuvent être considérés comme impropres à la consommation. Selon Tomkins [29], 2 à 3 % des fruits importés en Grande-Bretagne sont attaqués par *P. digitatum*. D'après Carne [6] la perte serait de 25 % pour les fruits provenant d'Australie. Au cours d'essais de traitement des oranges en vue de prévenir les attaques dues aux *Penicillium* et à *Diplodia natalensis* P. Ev., Farkas [9] a constaté jusqu'à 50 % de fruits altérés dans les lots témoins. La proportion, en ce qui concerne les citrons, atteignait 46,3 %. Trout, Tindale et Huelin [35] rapportent des cas où près de 70 % des oranges sont attaquées.

P. digitatum pénètre presque toujours dans les fruits à la suite d'une piqûre, d'une plaie profonde ou d'une écorchure de la peau. La pénétration peut avoir lieu également par la cicatrice du pédoncule. L'infection est d'autant plus active que la blessure est profonde. Par blessure superficielle, en détruisant les glandes à huile, les premiers symptômes maladifs se manifestent au bout de 4 à 5 jours tandis que, par une piqûre profonde, ils apparaissent après 48 à 60 heures (Viennot-Bourgin [37]). Dans de nombreux cas les dégâts causés par la mouche des fruits, (*Ceratitis capitata*), constituent le moyen de pénétration du *Penicillium*. Les manifestations superficielles de moisissure succèdent à l'envahissement de la chair qui entre rapidement en pourriture dans toute la zone périphérique à la lésion. Celle-ci prend une coloration blanchâtre ou blanc-jaunâtre. A la surface du fruit se produit un affaissement au niveau duquel les glandes huileuses sont altérées. La peau se dessèche et se ride tandis qu'apparaissent les fructifications sous forme d'un gazon vert tendre à vert olive (suivant le degré d'humidité) cerné par une partie stérile blanche et granuleuse. Les stérigmates sont constitués par des arbuscules disposés densément les uns à côté des autres ; ils produisent des conidies ovoïdes, mesurant 4 à 6 μ de diamètre.

La température, le degré d'humidité influent considérablement sur le développement du *Penicillium*. Selon Tomkins, le maxima se situe au voisinage de 30°. Winston [41] a montré que les températures comprises entre 10° et 21° sont les plus favorables au développement du champignon. Ceci explique pourquoi des fruits exposés à une température relativement élevée au cours de l'opération de coloration à l'éthylène, c'est-à-dire entre 27° et 29°, sont moins attaqués. Selon Trout, Tindale et Huelin, la mise des oranges dans une atmosphère à température élevée n'a cependant pas d'influence sur le développement ultérieur du champignon si les fruits sont infectés avant étuvage. Par contre après cette opération, la mise en chambre chaude diminue beaucoup les chances de contamination. Ainsi que l'a montré Bates (5), la faculté d'infection des fruits dépend en majeure partie de l'humidité de l'atmosphère au contact des spores. Tomkins [33] considère que la conservation en

atmosphère sèche réduit la pourriture. Nous avons déterminé (Viennot-Bourgin, l. c.), qu'à une température moyenne de 15°, les premiers indices d'infection sont plus rapidement visibles à l'aide de spores sèches mises au contact de fruits disposés en atmosphère humide qu'avec des spores mises préalablement en suspension dans l'eau et déposées ensuite sur un fruit en atmosphère sèche. Les expériences de Tomkins au sujet de l'influence des conditions de conservation des oranges sont particulièrement intéressantes et se résument ainsi :

Date de l'expérience	Nombre de jours de conservation	DÉGATS EN %				
		En présence d'air à 70% d'humidité relative	En présence d'air saturé d'humidité et ventilé	Air chargé de		
				1 % de CO ²	5 % de CO ²	10 % de CO ²
Novembre...	23	42.41	72.73	66.74	73.57	87.79
Mars.....	22	16.19	50.43	31.27	53.49	57.43
Mai.....	21	25.24	24.35	34.35	31.34	25.35
Moyennes		28	50	45	50	56

On peut donc considérer que si la conservation en atmosphère relativement sèche réduit la proportion de fruits en voie de pourriture, la conservation en atmosphère saturée d'humidité, avec ventilation restreinte et accumulation de 10 % de CO² n'augmente pas les dégâts en comparaison de ceux que l'on observe dans une atmosphère saturée d'humidité en l'absence de gaz carbonique. Ces essais confirment le principe établi par Tomkins [31] suivant lequel la ventilation diminue la pourriture par réduction du taux d'humidité. En outre les dégâts sont plus élevés sur des fruits récoltés en saison précoce (novembre) que tardivement (mars et mai). Shiff [25] qui a étudié en Palestine la question de la pourriture des oranges, montre que tandis que les fruits récoltés en janvier se conservent bien, ceux qui sont ramassés en mars sont plus facilement attaqués par le *Penicillium*.

Tomkins donne les chiffres suivants pour le nombre de jours au bout desquels 10 % des fruits d'un lot d'oranges aspergées à l'aide d'une suspension de conidies est attaqué.

	Températures		
	18°	10°	5°
Oranges conservées en mars	10	30	43 jours
Oranges conservées en mai	7	30	56 jours

On peut encore admettre que la réduction de la température de 10° à 5° retarde le début de la pourriture mais ne diminue pas son taux de développement et que, en considérant le temps nécessaire pour que 10 % des fruits manifestent une pourriture accusée, la conservation à 5° est préférable à celle de 10°.

Les oranges provenant d'arbres greffés sur oranger amer sont moins atteintes que celles qui sont récoltées sur des sujets greffés sur oranger doux.

		en Janvier	en Mars
% de <i>Penicillium</i>	sur oranger greffé :		
	sur oranger doux...	3,4	3,0
	sur oranger amer...	1,1	2,5

Dans les sols désignés par l'auteur sous le nom de « Kurkar soils » et les sols légers, la proportion de fruits pourrissants est plus grande que celle des sols lourds :

		En Janvier	En Mars
% de <i>Penicillium</i>	sur « Kurkar soils ».	2,7	13,3
	sur sol léger.....	2,0	5,4
	sur sol lourd.....	0,3	2,2

Une irrigation moyenne réduit sensiblement les dégâts.

En ce qui concerne les engrais, Shiff estime que le mélange le plus favorable à la végétation de l'arbre en même temps qu'à la réduction maximum des dégâts causés par les *Penicillium*, comporte 2 kg. de nitrate de chaux avec 1 kg. de superphosphate, 0 kg.600 de potasse et 4 kg. de chaux par arbre.

De très nombreuses recherches ont été effectuées en vue de la destruction des *Penicillium* au cours de la période de conservation (packing-house) et de la maturation des Agrumes. Un grand nombre de corps chimiques ont une action réelle sur la prolifération du champignon sans toutefois altérer d'une façon notable la qualité du fruit. Les corps gras tels que la lanoline ou tout autre enduit protecteur déposé au niveau de la trace du pédoncule empêchent à peu près complètement les contaminations. La lutte chimique contre les moisissures bleue ou verte des oranges et des citrons a été envisagée soit par emploi d'un bain antiseptique, soit par enrobage des fruits dans un papier préalablement traité. Parmi les nombreux corps utilisés, on doit considérer principalement le borax qui a été employé sous forme de solutions, les papiers imprégnés de composés iodés, de diphényl, de o-phényl-phénol, de o-phényl-phénolate de soude ou encore de B-naphtol.

Le borax en solution est utilisé dans différents « packing-houses », en Californie. On emploie les concentrations de 6 à 8 % de borax ou un mélange de borax (2 parties) et d'acide borique (1 partie). Cette solution est mélangée à l'eau de lavage des fruits ou mise dans un réservoir spécial dans lequel les fruits passent après lavage préalable. La température du bain est maintenue entre 46° et 50°. Le réservoir doit être assez grand pour permettre une immersion homogène de 4 minutes environ. Les fruits encore humides sont ensuite séchés doucement de façon à laisser persister à leur surface un résidu de borax. Par temps froid (selon Winston [40])

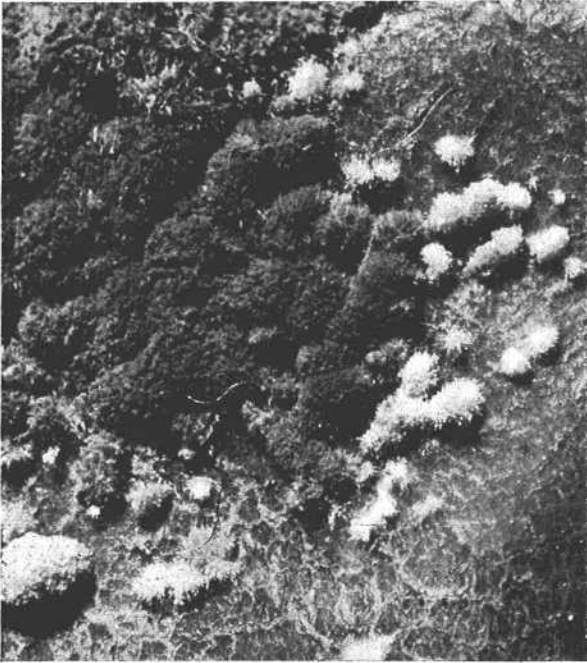


Fig. 3. — Coussinets conidifères de *Penicillium digitatum* sur un citron. Les amas jeunes sont en houppes blanches tandis que les coussinets développés ont une coloration accentuée; (grossi 10 fois). Cliché original J. Vincent, Versailles.

il est nécessaire d'élever la température de la peau jusqu'à 32° avant d'appliquer le traitement. On opère alors un chauffage préalable dans le « colouring house », (chambre de traitement à l'éthylène), ou bien les fruits circulent dans des bacs allongés remplis d'eau chaude. Le borax et l'acide borique ont plus d'action sur le *P. digitatum* que sur le *P. italicum*. A diverses reprises, on a même constaté qu'après le traitement, le développement de *P. italicum* est considérablement accru. On peut expliquer la chose par un curieux antagonisme qui existe entre ces deux moisissures et que nous avons montré expérimentalement (Viennot-Bourgin, l.c.). Quand les deux champignons sont en présence sur le même fruit, *P. digitatum* envahit les portions de chair lésées par *P. italicum*, nuit à son développement, et diminue notablement les possibilités d'extension à d'autres fruits. Par contre, après traitement, *P. italicum* qui peut infecter les fruits en surface, se trouve seul actif et peut ainsi provoquer une pourriture accusée. Il se produit alors, dans les lots de conservation, un « foyer » où les fruits deviennent rapidement malades à partir d'un seul d'entre eux initialement atteint.

Wardlaw et Leonard [38, 39] déconseillent le traitement à l'acide borique en ce qui concerne les grapefruits à Trinidad. D'après ces auteurs, l'emploi de l'acide borique, bien que provoquant la diminution des *Penicillium*, facilite par contre l'apparition

d'autres pourritures telles que celles causées par *Botryodiplodia theobromae* Pat. et *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.. Des grapefruits immergés 20 secondes dans une solution à 8 % d'acide borique à une température de 36° manifestent, après 40 jours de conservation à une température de 25°, 87,5 % de dégâts causés par *Botryodiplodia theobromae* et *Colletotrichum gloeosporioides* tandis qu'un témoin n'en présente que 12 %. De nombreuses applications du traitement au borax permettent cependant de considérer ce procédé comme capable d'empêcher le développement des *Penicillium* (Fulton et Bowman [11] Barger et Hawkins [2], Winston [40], Rattray [21]). D'après les expérimentations de Rattray, le pourcentage de dégâts dus au *P. digitatum* sur les oranges décroît au fur et à mesure que la concentration du borax croît de 1 à 8 % en même temps que la durée d'immersion augmente. Ce pourcentage décroît également au fur et à mesure que la température du bain s'élève. De bons résultats ont été obtenus avec une solution à 7 % par immersion à une température de

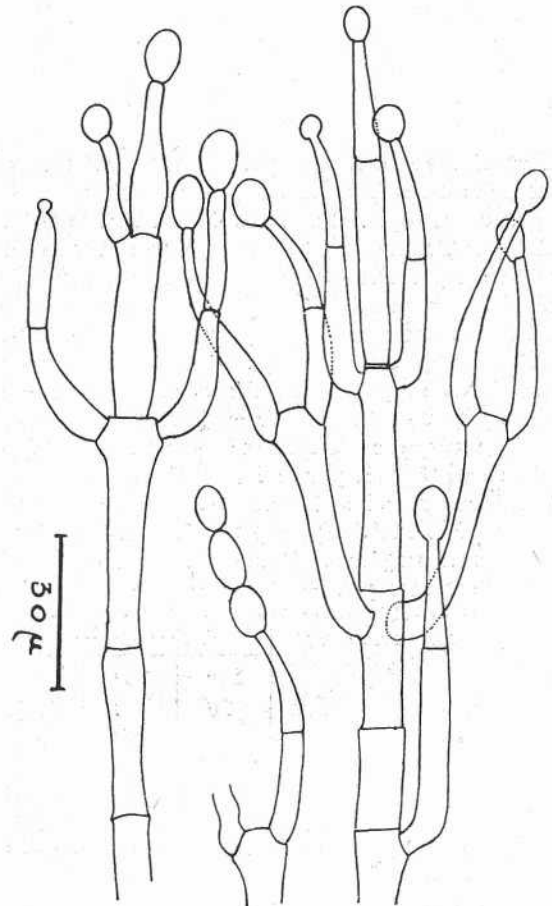


Fig. 4. — Rameaux fructifères de *Penicillium italicum* sur bigarade.

40° pendant 4 à 5 minutes. Récemment Fidler et Tomkins [10] ont cherché à améliorer cette méthode et ont utilisé des solutions très chaudes ou des solutions additionnées de sels de soude ou de produits mouillants. Les solutions concentrées chaudes sont plus efficaces mais rendent le traitement plus coûteux et plus difficile ; elles risquent en outre d'abîmer la peau des fruits. L'action retardatrice du borax dans l'apparition des moisissures est d'autant plus grande que le milieu devient plus alcalin. C'est ainsi qu'une solution de borax à 1 ou 2 %, additionnée de 1 % de soude, est aussi active qu'une solution à 5 % de borax. Les produits mouillants n'augmentent pas l'efficacité du borax.

En dehors du borax, on a cherché à utiliser l'action destructrice de la soude et de ses sels (Reichert [22], Putterill [18, 19], Fidler et Tomkins [10]). Selon Fidler et Tomkins, une solution à 2 ou 3,5 % de soude diminue aussi bien les dégâts que la solution de borax à 5 % ; une solution à 5 % est plus efficace que la solution de borax à même concentration. Ce procédé a cependant l'inconvénient de corroder la peau et provoque ainsi l'apparition de *Colletotrichum gloeosporioides*. Le bicarbonate et le carbonate de soude ont été également employés.

Au lieu de la méthode par trempage, Reichert et Littauer [23], ayant observé que dans 80 % des cas

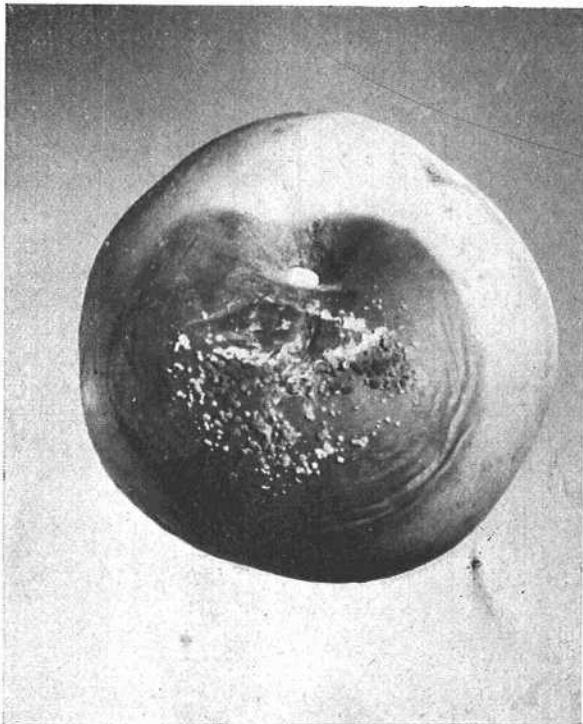


Fig. 5. — Pomme attaquée par *Penicillium glaucum*. Cliché original J. Vincent, Versailles.

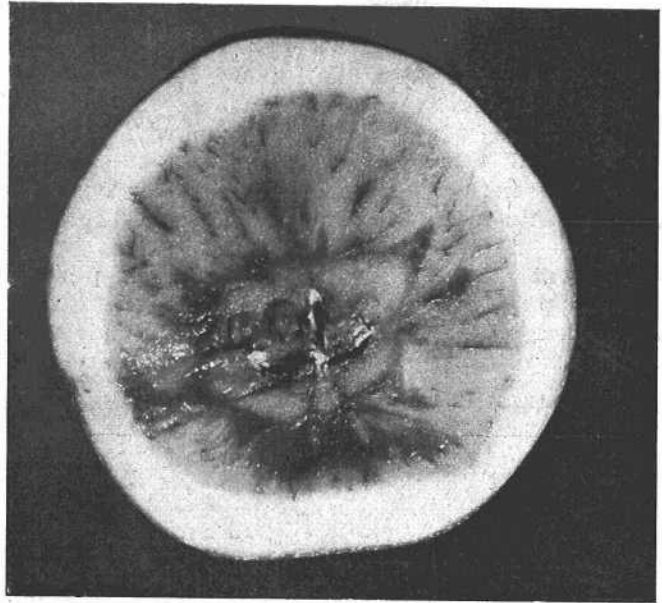


Fig. 6. — Altération de la zone péricarpellaire et de la chair par *Penicillium glaucum*. Cliché original J. Vincent, Versailles.

la pénétration des *Penicillium* a lieu par la trace du pédoncule, proposent de déposer une goutte de solution désinfectante sur cette partie du fruit. Cette solution est soit du borax à 5 %, soit une solution iodée à 1 % (iode 13 gr., iodure de potassium 10 gr., eau 200 cm³, alcool 800 cm³), ou une solution iodée à 10 %. Les résultats d'expériences répétées montrent une réduction notable des moisissures.

L'emballage des fruits dans un papier préalablement trempé dans une solution désinfectante, utilise l'action fongicide de l'iode (Tomkins [26], Natras [15], Wardlaw et Leonard [39]), du diphényl et de l'o-phényl-phénol (= O — oxydi-phényl), Tomkins [27, 28, 30, 32], Farkas [8], Van der Plank et Rattray [36]). Reiniger [24] préconise l'imprégnation des papiers d'emballages au métaborate de soude. Tomkins conseille la formule suivante :

Iode	12,7 gr.
Iodure de potassium	10 gr.
Eau	200 cm ³ .
Alcool rectifié	800 cm ³ .

Chaque feuille de papier, mesurant environ 50 × 75 cm., absorbe 15 cm³ de la solution, soit environ 30 mgr. d'iode libre pour 25 cm² d'enveloppe. On peut également utiliser une solution comportant 1 % d'iodure de potassium et 1 ou 2 % d'iode, ce qui correspond à 25 à 50 mgr. d'iode libre. Selon Tomkins, deux lots identiques, l'un enveloppé avec de simples papiers, l'autre avec des papiers traités donnent les proportions suivantes de fruits sains après 28 jours de conservation à la température de 28°.

Lot enrobé de papiers non traités : 5 à 10 % de fruits sains.

Lot enrobé de papiers iodés : 30 à 55 % de fruits sains.

Natras a également utilisé les papiers imprégnés d'iode ou de « shirlan » pour le transport des oranges de Chypre en Grande-Bretagne et a obtenu des résultats comparables aux précédents. Wardlaw et Leonard ont constaté l'efficacité de l'emploi des papiers iodés mais ont observé que ce procédé n'arrête pas le développement de *Botryodiplodia theobromae* Pat..

Farkas a utilisé l'action fongicide du diphényl. Par l'emploi de papiers imprégnés, il a pu étendre à un mois, sans dommages appréciables, la période de conservation des fruits dans les plus mauvaises conditions (fruits mûrs à l'excès, période d'été) sans réfrigération et ventilation des locaux. Ce procédé a permis le transport d'oranges et de citrons de Palestine en Grande-Bretagne avec une réduction sensible dans la proportion de fruits pourris :

Oranges emballées en papiers non traités : 9 à 9,57 % de dégâts.

Oranges emballées en papiers traités : 1 à 0,37 % de dégâts.

La valeur du traitement des Agrumes au diphényl est reconnue récemment par Ramsey, Smith, Heiberg [20].

L'odeur de diphényl ne peut être décelée 2 à 3 semaines après la mise des fruits en magasin et l'analyse ne révèle que des traces de substances dans la peau du fruit.

Des papiers d'emballage traités avec l'o-phényl-phénol seul causent des lésions sur les fruits, mais quand cette substance est mêlée à l'huile minérale, elle diminue la pourriture sans causer de dommages. Les mélanges de benzidine ou d'hexamine et d'o-phényl-phénol retardent sensiblement l'apparition de *P. digitatum* (Tomkins). Les papiers imprégnés d'o-phényl-phénol et de benzidine sont bruns ; ils deviennent très foncés au cours de la conservation. Pratiquement, ils ne sentent rien. Ceux imprégnés avec le mélange d'o-phényl-phénol et d'hexamine restent blancs et n'ont aucune odeur mais cette composition risque de s'écailler après cristallisation. On évite la chose en diminuant la dose d'hexamine et en incorporant au mélange une gomme soluble dans l'alcool (résine de gaïac par exemple). Les proportions d'o-phényl-phénol et d'hexamine varient dans des proportions très larges. La meilleure formule consiste en :

35 parties au minimum d'hexamine,
170 parties d'o-phényl-phénol.

Les papiers imprégnés d'o-phényl-phénol additionné de produits tels que soude, urée, diphénylamine, benzamide, guanidine, pipérazine, causent des dommages aux fruits. Les résultats de cette méthode ont été chiffrés de la manière suivante :

Fruits en papier :	POURCENTAGE DES DÉGÂTS (selon Tomkins)		
	12 jours à 18°	36 jours à 10°	56 jours à 5°
Non traités.....	70	75	85
Avec diphényl à 0,1 gr.....	40	70	30
O-phényl-phénol 0,1 gr. + hexamine à 0,15 gr.....	35	25	20
O-phényl-phénol 0,06 gr. + hexamine à 0,10 gr.....	45	40	55
O-phényl-phénol 0,03 gr. + hexamine à 0,05 gr.....	45	35	20

Van der Plank et Rattray ont utilisé avec succès le o-phényl-phénate de soude à la concentration de 0,3 à 0,5 %.

Le B-naphtol à faible concentration en solutions alcooliques (1 à 2 pour mille) constitue un destructeur énergétique des moisissures des fruits ; ce produit a cependant l'inconvénient de s'écailler rapidement, son odeur pénétrante diminue ses possibilités d'emploi.

Parmi les autres procédés qui ont été préconisés pour détruire les *Penicillium* se développant sur les Agrumes, on peut indiquer encore l'ammoniac et les sels ammoniacaux. C'est ainsi que Tomkins et Trout [34] expérimentant avec des oranges infectées à l'aide de *P. digitatum* et conservées en dessiccateurs pendant une période variant de 7 à 73 jours, ont montré que la présence d'ammoniac à diverses concentrations, fait varier sensiblement l'état de conservation de ces fruits. A la température de 18°, les dégâts sont très réduits si la dose d'ammoniac atteint 2 à 5 parties pour 10.000. Cependant à la dose de 10 pour 10.000 se manifestent des dommages sur les fruits. A une température de 3 à 10°, la destruction de la moisissure est complète en présence de 1 partie d'ammoniac pour 10.000. Cette méthode de traitement présente cependant l'inconvénient de favoriser l'évolution de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. qui se manifeste 21 jours après le début du traitement.

Enfin on a cherché à employer l'action des gaz pour arrêter le développement des moisissures dans les magasins. Klötz [12, 13] a montré que des spores de *Penicillium*, de même que celles de certains *Alternaria*, *Dolhiorrella*, etc... sont rapidement tuées après un séjour d'une durée de 30 minutes dans une atmosphère renfermant 4 à 6 mgr. de chlorure d'azote par m³. De nombreux essais, réalisés dans des conditions industrielles, ont permis une réduction des 1/3 ou 2/3 des dégâts en disposant les fruits à 3 ou 5 reprises, à intervalles de 3 à 4 jours, pendant une période de 3 heures, dans une atmosphère contenant 12 à 15 mgr. de chlorure d'azote. Dans ce cas le premier traitement doit commencer dès la mise en magasin. Ce procédé n'est pas applicable pour les citrons, les pamplemousses, qui sont en effet facilement altérés. Les oranges même subissent une corrosion superficielle dénommée « pitting ».

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- 1 — 1932. - BAKER (K. F.) et HEALD (F. D.);
The importance of lenticel infection of apples by *Penicillium expansum*.
Washington Agric. Expt. Stat.; Bull. 264.
- 2 — 1925. - BARGER (W. R.) et HAWKINS (LON A.);
Borax as a disinfectant for Citrus fruit.
J. Agric. Research.
- 3 — 1922. BARNUM (C.C.);
Penicillium expansum nuisible aux pommes en Californie.
Science, N.S. (résumé dans *Bull. Agric. Rome*).
- 4 — 1924. - BARNUM (C.C.);
The production of substances toxic to plants by *Penicillium expansum* Link.
Phytopathology.
- 5 — 1936. - BATES (G.R.);
Studies on the infection of Citrus fruits. I. Some methods of infection by green mould, *Penicillium digitatum* Sacc.
Publ. Brit. S. Afr. Co., Mazoe Citrus Expt. Stat.
- 6 — 1913. - CARNE (W.M.); The occurrence of blue mould on citrus fruits.
West. Austral. Dept. Agric.; Leaflet 114.
- 7 — 1922. - CIFERRI (R.);
Penicillium crustaceum cause de la pourriture des coings en Italie.
Riv. Patol. veget.
- 8 — 1938. - FARKAS (A.);
The practical application of impregnated wrappers against fungal decay of Citrus fruit.
Hadar.
- 9 — 1939. - FARKAS (A.);
Control of wastage of Citrus fruit by impregnated wrappers on a commercial scale.
Hadar.
- 10 — 1938. - FIDLER (J.C.) et TOMKINS (R.G.);
Dipping for the control of fungal rotting of Citrus fruit.
Rept. of the Director of food invest. f. the year 1938. Section V. Fruit.
- 11 — 1924. - FULTON (M.R.) et BOWMAN (J.J.);
Preliminary results with borax treatment of Citrus fruits for the prevention of blue mold rot.
J. Agric. Research.
- 12 — 1934. - KLOTZ (L.J.);
The use of nitrogen trichloride and other gases as fungicides.
Phytopathology.
- 13 — 1936. - KLOTZ (L.J.);
Nitrogen trichloride and other gases as fungicides.
Hilgardia.
- 14 — 1923. - MULLER (K.O.);
Ueber parasitische Erkrankungen der Kartoffelblüte.
Arb. Biol. Reichsanst. f. Land-u-Forstwirtschaft.
- 15 — 1936. - NATTRAS (R.M.);
Citrus wastage trials 1936.
Cyprus Agric. J.
- 16 — 1922. - NOBECOURT (P.);
Mécanisme de l'action parasitaire de *Penicillium glaucum* et de *Mucor stolonifer*.
C.R. Acad. des Sc. Paris.
- 17 — 1924. - NOBLE (R.J.); An advantage of the dry pickling process.
Agric. Gaz. N. South Wales.
- 18 — 1935. - PUTTERRILL (V.A.);
Union S. Africa Dept. Agric.; Bull. 149.
- 19 — 1936. - PUTTERRILL (V.A.) et DREYER (D.J.);
Union S. Africa Dept. Agric.; Bull. 167.
- 20 — 1944. - RAMSEY (G.B.), SMITH (M.A.) et HEIBERG (B.C.);
Fungistatic action of diphenyl on Citrus fruit pathogens.
Bot. Gaz.
- 21 — 1936. - RATTRAY (J.M.);
In report of the low temperature.
Research Laboratory, Capetown, 1934-35.
- 22 — 1931. - REICHERT (I.) et LITTAUER (D.);
Preliminary Disinfection. Experiments against mould wastage in oranges.
Hadar.
- 23 — 1937. - REICHERT (I.) et LITTAUER (F.);
A new method of control of wastage in oranges.
Hadar.
- 24 — 1937. - REINIGER (C.H.);
Observações sobre o emprego do metaborato de sodio no controle da prodiadado peduncular de Laranja.
Campo Rto de J.
- 25 — 1939. - SHIFF (M.);
The influence of orchard conditions on the incidence of wastage in Palestinian oranges.
Hadar.
- 26 — 1934. - TOMKINS (R.G.);
Iodized wraps for the prevention of rotting of fruit.
J. Pomol.
- 27 — 1935. - TOMKINS (R.G.);
Iodized wraps for the prevention of rotting of fruit.
J. Pomol.
- 28 — 1935. - TOMKINS (R.G.); *Rept. of Food investig. for the year 1935.*
- 29 — 1936. - TOMKINS (R.G.);
The micro-biology of fruit.
J. Soc. chem. Ind. London.
- 30 — 1936. - TOMKINS (R. G.);
Rept. of Food investig. for the year 1936.
- 31 — 1937. - TOMKING (R.G.);
Report of the Food Investigation Board for the year 1937.
- 32 — 1938. - TOMKINS (R.G.);
Treated wraps for the Prevention of fungal rotting.
Report of the Food Investing, for the year 1938. Sect. V. Fruit. Dept. of Scientific and Industrial Research.
- 33 — 1938. - TOMKINS (R.G.);
The rotting of oranges by green mould.
Report of the Director of the Food Investigation for the year 1938. Section V. Fruit Dept. of Scientific and Indust. Research.
- 34 — 1931. - TOMKINS (R.G.) et TROUT (S.A.);
The use of ammonia and ammonium salts for the prevention of green mould in Citrus.
J. Pomol. and Hort. Science.
- 35 — 1938. - TROUT (S.A.), TINDALE (G.A.) et HUELIN (F.E.);
The storage of oranges with special reference to locality, maturity, respiration and chemical composition.
Pamphl. Coun. Sci. Industr. Res. Aust.; 80.
- 36 — 1939. - VAN DER PLANK (J.E.) et RATTRAY (J.M.);
Two new disinfectants for Citrus.
Citrus Grower; 65.
- 37 — 1942. - VIENNOT-BOURGIN (G.);
Les pourritures des Agrumes sur le marché français, caractères biologiques et culturaux.
Supplément, *Revue de Mycologie*.
- 38 — 1937. - WARDLAW (C.W.);
Storage and transport of tropical fruits and vegetables.
Trop. Agric. Trin.; 16.
- 39 — 1937. - WARDLAW (C.W.) et LEONARD (E.R.);
Antiseptic and other treatments in the storage of Trinidad citrus fruits.
Mem. low Temp. Res. Stat. Trin.; 5.
- 40 — 1935. - WINSTON (J.R.); Reducing decay in Citrus fruit with Borax.
Tech. Bull. U. S. Dept. Agric.; 488.
- 41 — 1937. — WINSTON (J.R.);
Harvesting and handling Citrus fruits in the Gulf States.
Fmr's. Bull. U. S. Dept. Agric.; 1763.