

Quelques aspects de la lutte contre les *Penicillium* des agrumes

Comme toutes les affections des fruits se produisant au cours du transport et du stockage, les moisissures à *Penicillium* des agrumes peuvent être favorisées par de nombreux facteurs. On ne peut donc espérer réduire les dommages très importants causés par ces champignons, qu'en tentant de supprimer une par une les causes de leur développement. Les traitements anticryptogamiques destinés à empêcher l'apparition des moisissures ne peuvent, dans l'état actuel des choses, avoir une efficacité totale. Le travail expérimental de M^{lle} LAURIOL montre nettement les améliorations que l'on pourrait apporter à l'état sanitaire des fruits et aussi les limites de l'efficacité des traitements chimiques.

Après leur cueillette, pendant le transport et la période de conservation, les agrumes sont attaqués par plusieurs champignons qui peuvent les rendre inconsommables. Deux des plus importants sont *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. et *P. italicum* Wehmer, agents responsables des moisissures vertes désignées souvent sous le nom de taches des agrumes.

Le premier symptôme de la maladie est le ramollissement de la partie atteinte du fruit ; un mycélium blanc apparaît ensuite sur cette zone, suivi très rapidement par des fructifications nombreuses vertes ou bleues ; celles-ci recouvrent bientôt toute la tache, laissant cependant au bord une zone stérile blanche plus large pour *P. digitatum* que pour *P. italicum*. La région envahie par le champignon est entourée d'une zone de tissus mous, indice de la progression du parasite. En 4 ou 5 jours, à la température ordinaire, toute la surface du fruit est recouverte de spores tandis que les tissus internes se décomposent.

Les pertes provoquées par les *Penicillium* sont particulièrement considérables : elles atteignent en moyenne 10 % des tonnages transportés, avec des variations extrêmes de 2 à 3 % pour les oranges importées en Grande-Bretagne selon TOMKINS, et dans certains cas de 70 % selon TRONT, TINDALE et HUELIN. La disparition des *Penicillium* présenterait donc un très grand intérêt. Depuis de nombreuses années on s'efforce de réduire les pertes dues à ces parasites. La biologie des champignons a permis d'envisager trois catégories de procédés de lutte : mécaniques, physiques et chimiques ; le premier cherchant à protéger le fruit de l'infection, les derniers à détruire l'agent pathogène lui-même ou à empêcher son développement.

Procédés mécaniques.

Comme la plupart des parasites les *Penicillium* pénètrent dans les tissus de l'hôte par des blessures. Celles-ci sont produites le plus souvent, selon VIENNOT-BOURGIN, par des piqûres d'insectes, la cicatrice du pédoncule et les chocs reçus au cours des différentes manipulations et du transport.

Bien que l'influence de ce facteur ne soit plus à démontrer, nous avons pu étudier expérimentalement l'influence des traumatismes sur la contamination des agrumes par les agents de la pourriture. Au cours d'essais sur la maturation et l'état sanitaire de citrons venant du Maroc et stockés pendant trois mois (mai-juin-juillet) à la Centrale Fruitière d'Issy (1), les lots de citrons utilisés pour l'expérience étaient examinés périodiquement, donc souvent manipulés. A la fin des observations et malgré les précautions prises, on constatait une attaque par les *Penicillium* beaucoup plus importante que celle de lots identiques, placés dans les mêmes conditions et n'ayant subi aucune manipulation, durant toute la période du stockage. Cette différence apparaît nettement dans le tableau ci-dessous indiquant le pourcentage des fruits pourris dans les deux cas.

TABLEAU I

Importance des manipulations.

Nature du lot	% <i>Penicillium</i>			
	Lots utilisés pour expériences		Lots non observés régulièrement	
	13/6/51	11/7/51	13/6/51	11/7/51
Billots.....		21,4		11,4
Caisnes sans papillotes.....	36,3		1,02	
Avec papillotes.	4,5		4,1	

Les citrons souvent manipulés ont eu l'occasion de recevoir plus de chocs que les autres. Les plaies qui en ont résulté sont autant de foyers de pénétration des parasites.

(1) Nous remercions la direction de la Centrale Fruitière d'Issy-les-Moulineaux qui nous a apporté son concours pour ces expériences, ainsi que M. BROARD DE LA SARPAM et M. JOURDAIN, vice-président du Syndicat des Producteurs d'agrumes algériens.

Le rôle des lésions dans la contamination des agrumes a été discuté. Des expériences de TINDALE montraient que les spores des deux espèces ne peuvent se développer sur une orange dont l'écorce est intacte. Par contre, elles le

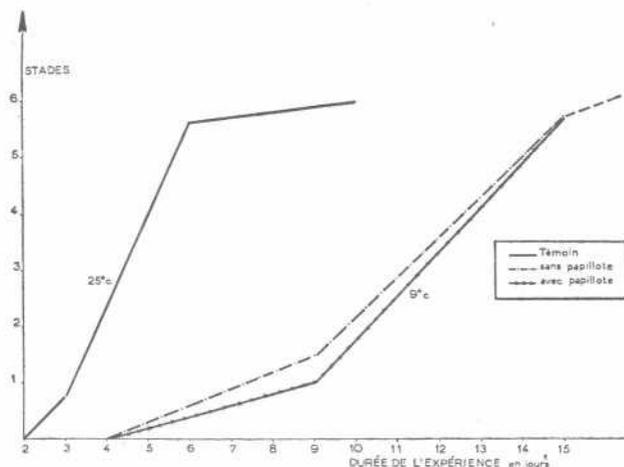


FIG. 1. — Action de la température.

peuvent très bien sur une partie lésée et le mycélium qu'elles produisent peut contaminer une orange saine, mise en contact avec la partie lésée. FAWCETT faisait une différence entre les deux espèces : la pourriture bleue appelée « blue contact mold » peut se transmettre par contact d'un fruit couvert de spores avec des fruits sains ; cela est impossible pour la pourriture verte. Cette dernière opinion paraît actuellement être adoptée en général.

Les expériences que nous avons faites au laboratoire sur des oranges saines achetées sur le marché parisien confirment que : *P. digitatum* ne peut attaquer un fruit s'il n'est pas blessé ; mais nous ne pouvons rien affirmer pour *P. italicum*. Pour ces expériences, les fruits étaient placés dans une étuve à 25°C et à 80 % d'humidité relative, 3 fruits sains étant en contact direct avec un fruit couvert de spores vertes. Dans ces conditions, en 15 jours, nous n'avons jamais observé plus d'une orange contaminée sur 16, parfois aucune.

De nouveaux essais ont été faits avec des fruits partagés en trois lots : dans le premier lot, les oranges subissaient un grattage superficiel de l'écorce, celles du deuxième lot étaient percées à l'emporte-pièce jusqu'à la moitié de l'épaisseur de l'albedo : elles étaient ensuite toutes contaminées par dépôt des spores sur les plaies. Les fruits du troisième lot, conservés intacts et mis en contact direct avec une orange contaminatrice, servaient de témoins.

Dans les deux premiers cas on obtint 100 % de contamination en 4 à 5 jours au plus tôt pour le premier, 3 jours pour le second ; les témoins demeurent sains pendant les 15 jours que dure l'expérience. La pourriture se développe très rapidement et atteint tout le fruit dès le cinquième jour dans le cas des blessures à l'emporte-pièce. Pour les grattages superficiels, il semble que le mycélium ait plus de peine à dépasser la zone blessée et contaminée : le milieu offert par les huiles essentielles de l'écorce ne serait pas aussi favorable pour le parasite.

L'existence, avant tout, et la profondeur des plaies ont donc un rôle primordial dans l'attaque des agrumes par les *Penicillium*. C'est ce qui est exposé en particulier par VIENNOT-BOURGIN et TINDALE.

Dans la pratique, tous les moyens permettant de préserver les fruits des traumatismes auront de bons résultats sur l'état sanitaire. Dans ce domaine, nous avons pu observer sur les citrons stockés à 10° l'influence de l'emballage.

Le transport dans des billots semble donner de bons résultats bien que l'on trouve souvent des fruits pourris au niveau du couvercle : il exerce une pression sur les fruits souvent trop serrés. Mais surtout les papillotes en papier de soie ont une influence très nette sur l'attaque des *Penicillium* : les citrons papillotés dans des caisses présentaient un plus faible pourcentage de perte de poids ou de moisissure ; cela revient au même, car dans tous les cas, plus l'attaque est importante, plus la perte de poids augmente. Cet emballage exerce donc une protection importante sur

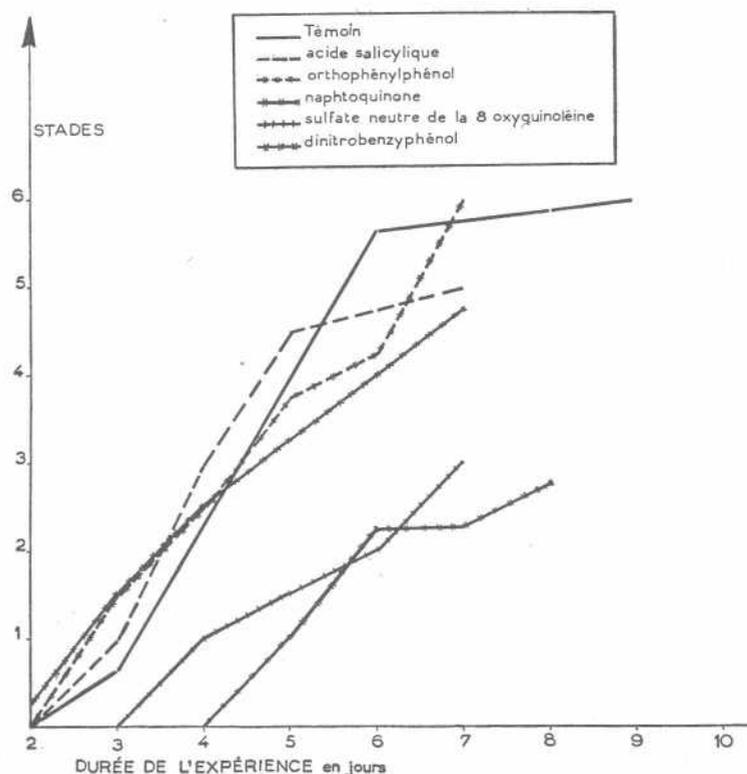


FIG. 2. — Action de différents produits chimiques. Expériences sur citrons.

les citrons. Par contre, il semble que les lavages à la brosse faits sur les oranges pour les débarrasser des cochenilles, pourraient faire éclater les glandes essentielles de l'écorce et être une cause supplémentaire d'infection.

TABLEAU II
Influence de l'emballage

Nature du lot	% de <i>Penicillium</i>	
	30/5/51	5/6/51
Billots sans papillotes	6,5	12,2
Billots avec papillotes	5	6,4
Caisses sans papillotes	23	26,4
Caisses avec papillotes	4,9	4,9

Procédés physiques.

On peut utiliser à des fins pratiques l'influence de l'humidité et de la température sur le développement des *Penicillium*. La physiologie des champignons est en effet affectée par les conditions de ces deux facteurs dans l'air. D'après VIENNOT-BOURGIN et TINDALE, la température physiologique maximum est voisine de 30°, l'optimum serait entre 21° et 25°. Aux basses températures de 0 à 10° la croissance des champignons est très ralentie. Le tableau suivant, d'après un article anonyme sur la pourriture des oranges Navel (1), confirme ces données : les durées de la

(1) The Citrus News, oct. 1950, XXVI, n° 10.

période d'incubation des *Penicillium* sont indiquées pour différentes températures, avec des plaies de 6 mm de profondeur.

TABLEAU III

Influence de la température sur la période d'incubation.

Développement de <i>Penicillium</i>	
Entreposage aux températures centigrades	Durée de la période d'incubation en jours
2°	28
8°	12
12°	8
16°	5
21°-25°5	3

Au cours des observations sur les citrons nous avons pu faire des essais sur l'influence qu'exerce la température sur le développement de la moisissure : pour cela 4 lots de 50 citrons chacun ont été prélevés et contaminés artificiellement par *P. digitatum*, après incision de l'écorce avec un emporte-pièce jusqu'aux environs de l'albedo. Quoique la profondeur de toutes les plaies faites ainsi ne soit pas rigoureusement égale, elle est toujours suffisante pour que les différences n'aient plus de rôle sur le développement des champignons. Deux lots, l'un papilloté, l'autre non papilloté, étaient placés à la température de 9-10° et 95 % d'humidité relative, les deux autres dans des étuves à 25°C et 85 % d'humidité relative. Dans les deux cas les lots

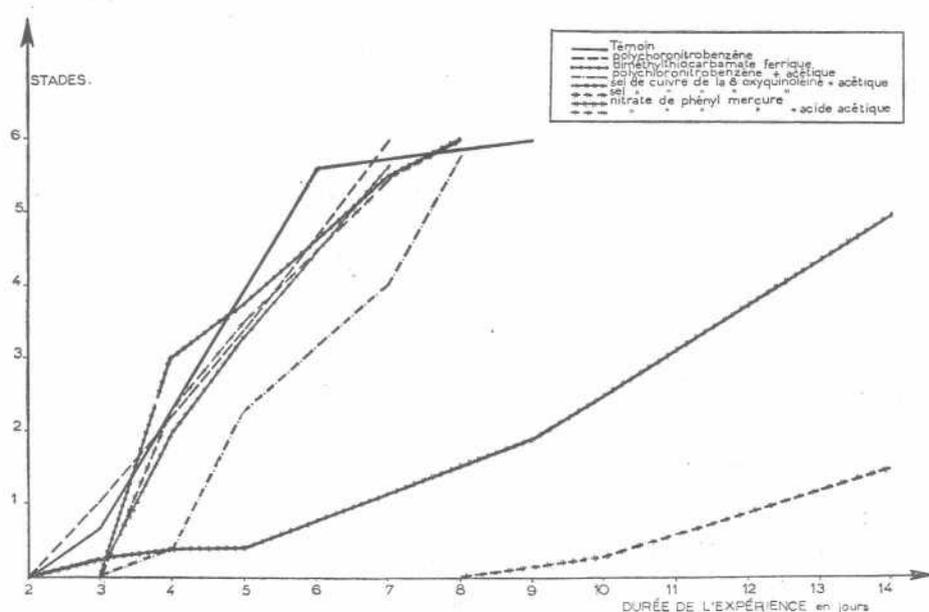


Fig. 3. — Action de différents produits chimiques. Expériences sur citrons.

papillotés et non papillotés se comportaient de la même façon, l'emballage n'ayant plus aucune action protectrice. Dans les lots à 25° la moisissure apparaît dès le troisième jour de l'expérience, tandis qu'à 10° le début de l'infection n'a lieu que le neuvième jour.

Outre la rapidité de la contamination, nous avons essayé de chiffrer la durée de développement en convenant de définir différents stades :

Stade 0 aucun mycélium n'est visible.

- 1 première apparition de *Penicillium* à l'intérieur de la zone de contamination.
- 2 le champignon commence à dépasser cette zone.
- 3 1/4 du fruit couvert de spores.
- 4 1/2 du fruit couvert de spores.
- 5 3/4 du fruit couvert de spores.
- 6 fruit totalement couvert.

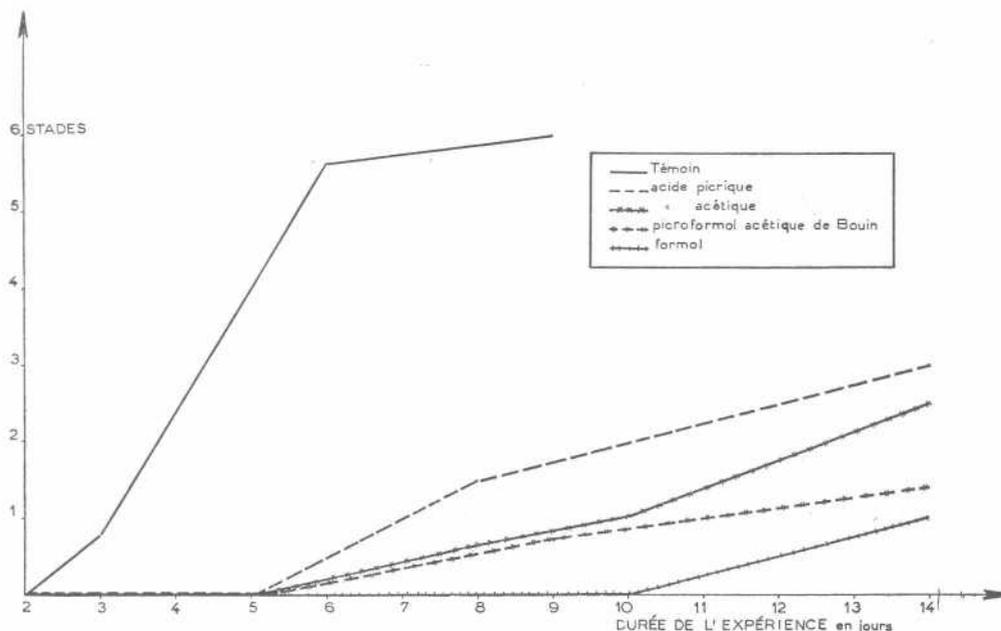


Fig. 4. — Action du piciformol de BOUIN et de ses composants sur citrons.

On a évalué le pourcentage des citrons à chaque stade, chaque jour, puis calculé le stade moyen pour chaque jour : ce stade moyen est reporté sur les graphiques.

La figure 1 donne une idée de la vitesse de propagation du champignon.

Il semble que seule la période d'incubation est augmentée par les basses températures. Elles n'ont ensuite aucune influence sur la progression des parasites qui dure 6 jours dans tous les cas.

Mais l'action de la température sur la période d'incubation est différente pour les deux espèces de *Penicillium*. TINDALE donne les résultats suivants :

Température	Bleue	Verte
4°5	23 jours	50 jours
3°	23 jours	66 jours
2°	42 jours	66 jours

Il est certain que *P. italicum* s'attaque plus particulièrement aux citrons ; cependant il pourrait y avoir une relation entre cette action des basses températures et le fait que l'on ne trouvait que *P. italicum* sur les citrons entreposés à 10°. D'autres citrons placés à la température ordinaire, sans contamination artificielle, présentaient *P. ita-*

licum et *P. digitatum*. A 10°, la période d'incubation de *P. digitatum* étant plus longue que celle de *P. italicum*, ce

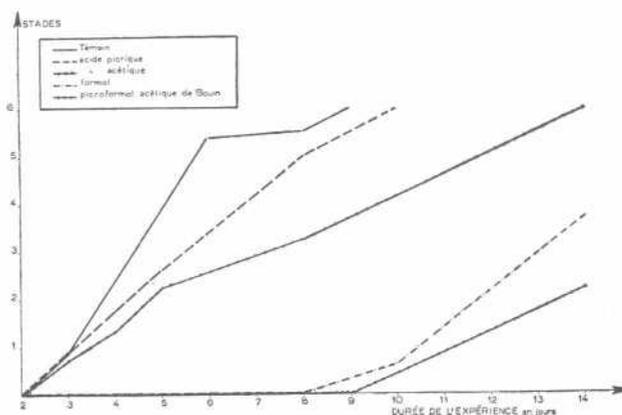


Fig. 5. — Action du piciformol de BOUIN et de ses composants sur oranges.

dernier pourrait envahir les fruits avant le début de la moisissure verte.

D'autre part, l'humidité de l'atmosphère a une influence

favorable sur ces parasites. C'est ce que nous avons pu observer sur les citrons, au cours des trois mois de stockage. Les fruits conservés à la température ordinaire et 88 %

d'hygrométrie, sans contamination artificielle, étaient moins attaqués à la fin du stockage que les citrons du même lot placés à 10° et 98-100 % d'hygrométrie. Il

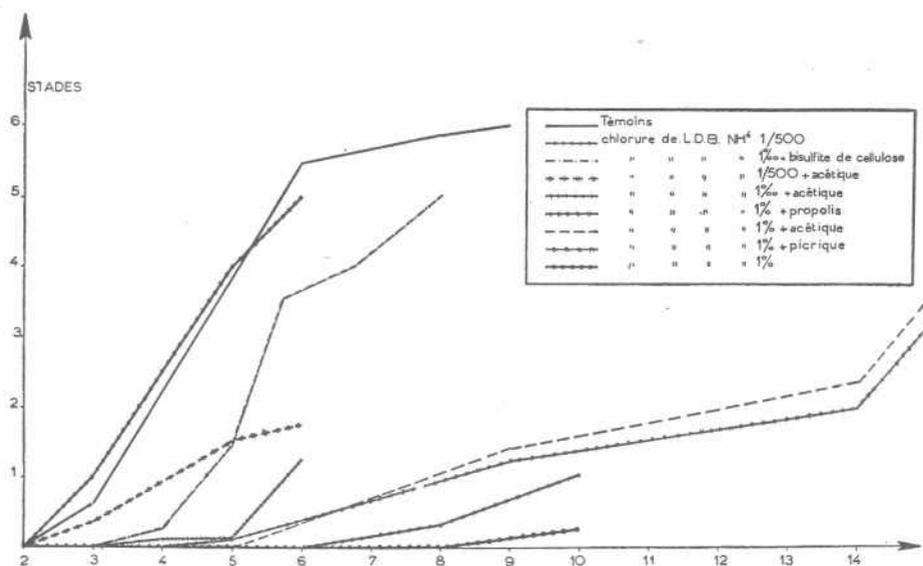


Fig. 6. — Action du chlorure de lauryl-diéthylbenzyl-ammonium sur citrons.

semble donc que l'on puisse réduire les pertes lors de l'entreposage plus facilement en agissant sur l'humidité, qu'en agissant sur la température. Les basses températures aug-

mentent la durée de la période d'incubation du champignon, mais n'arrêtent pas son développement, tandis qu'une forte hygrométrie, même à ces températures, le

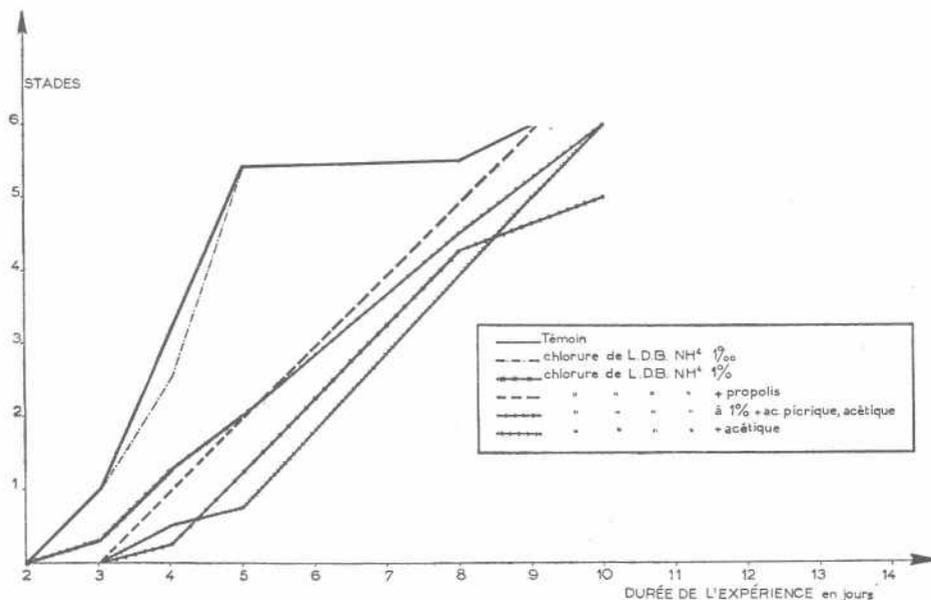


Fig. 7. — Action du chlorure de lauryl-diéthylbenzyl-ammonium sur oranges.

facilite. Pour obtenir les conditions les meilleures pour la conservation des agrumes, il faudrait donc trouver un équilibre entre humidité et température, où les pertes de poids dues à la déshydratation et celles dues aux *Penicil-*

ium soient les moins importantes. Ce résultat pourrait être atteint en modifiant simultanément, et de différentes manières, ces deux facteurs.

Il est remarquable que l'action des hautes températures

est plus nette encore que celle des basses températures. On pourrait penser à une sorte de stérilisation. Sur des citrons placés dans une étuve à 25°, après chauffage durant plus de 24 heures à 35°, avant toute contamination, le développement de *P. digitatum* et *P. italicum*, même si les fruits sont ensuite artificiellement contaminés, est totalement arrêté ; mais après un tel traitement les fruits eux-mêmes sont détériorés (perte de jus et aspect momifié). TINDALE et FISH ont fait des expériences pour trouver un temps d'exposition des fruits aux hautes températures (35°) assez court pour qu'ils ne subissent aucune détérioration, mais assez long pour que les champignons ne puissent plus se développer. Pour une plaie de 1,5 mm de profondeur, et à 94 % d'hygrométrie, ils ont obtenu sur des oranges les résultats suivants :

2 jours...	34°5	: 80 %	des dégâts sont prévenus
3 jours...	—	: 90 %	—
5 jours...	—	: 100 %	—

Pour une plaie plus profonde, 6 mm, il faut 7 jours pour prévenir entièrement le développement. Mais les oranges ne peuvent rester plus de 4 jours à une telle température ; cette méthode n'est donc pas suffisante.

Procédés chimiques.

Un très grand nombre de fongicides ont été employés contre les *Penicillium* des agrumes. Le nombre même de ces essais semble indiquer qu'aucun résultat concluant ne s'est encore imposé. Aucun produit n'arrête complètement le développement des parasites ; on observe tout au plus un certain retard.

On peut classer les traitements effectués en trois catégories, selon leur objet : le but des premiers serait de protéger les fruits en cicatrisant les plaies par un enduit protecteur et mieux, en imbibant les tissus cicatriciels d'un fongicide efficace. Selon F. G. HALL et J. BRICHET, le paraffinage a une grande influence sur la perte de poids par déshydratation et sur l'attaque par les *Penicillium* ; TINDALE, HALL, HOPKINS et LOUCKS préconisent l'emploi d'enduits de cire, ou d'émulsions cireuses contenant divers fongicides : « celles-ci suppriment un grand nombre de spores et empêchent leur contact direct avec la peau des fruits. » Les essais faits au laboratoire avec de la gélatine et de la propolis ont été négatifs. Il faut en effet que le produit utilisé forme un enrobage continu qui ne s'écaille ni ne se fende en séchant.

Les traitements de la deuxième catégorie ont pour objet d'empêcher la circulation des spores et la contamination des fruits. TOMKINS, NATTRAS, WARDLOW et LEONARD ont utilisé à cet effet des papiers traités par des solutions à base d'iode ; WINSTON, MECKSTROTH et ROBERTS, par des solutions de 2-aminopyridine ; de nombreux auteurs dont HOPKINS et LOUCKS, RAMSEY, SMITH et HEIBERG et J. del TATTO, préconisent l'emploi de boîtes et emballages au diphényle,

d'autres, dont Van DER PLANK, RATTRAY et Van WYK, des papiers à l'orthophénylphénate. Malgré des controverses sur la toxicité et la persistance de l'odeur de ces produits, surtout le diphényle, sur les fruits, les résultats sur le marché semblent assez satisfaisants.

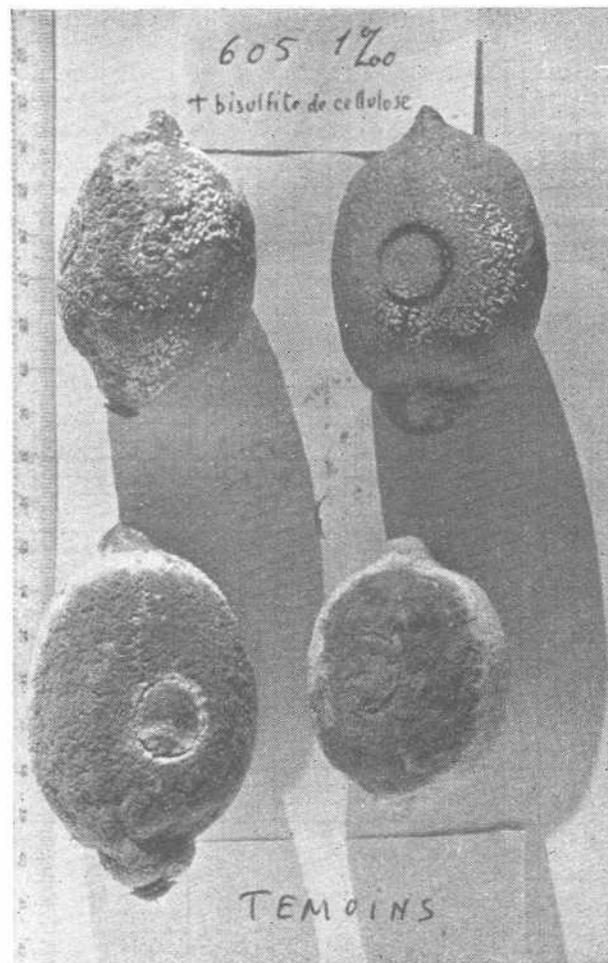


FIG. 8. — Influence d'un traitement chimique sur un lot de citrons contaminé artificiellement avec *P. digitatum* (Photo A. Comelli, I.F.A.C.).

Nous avons fait au laboratoire des expériences avec du papier au diphényle : les oranges utilisées pour cela ont été divisées en trois lots : toutes étaient contaminées à l'emporte-pièce, puis un lot emballé dans du papier au diphényle, l'autre dans du simple papier de soie, le troisième non enveloppé. On plaçait les trois lots dans une étuve à 25° et 90 % d'humidité relative. Au bout de trois jours la moisissure s'était également développée dans les trois, fait normal pour le deuxième, le papier de soie n'assurant aucune protection contre la moisissure, après que les lésions soient faites ; mais cet essai montrait que le diphényle n'a aucun pouvoir pour arrêter le développement des cham-

pignons après contamination. Nous avons entrepris une série d'expériences pour essayer de voir quelle était la protection du diphényle: à toutes les oranges des trois lots, on faisait une plaie stérile à l'emporte-pièce. On faisait ensuite le même emballage que dans l'essai précédent et pour chaque lot on posait sur 4 oranges une orange contaminatrice couverte de spores de *P. digitatum* en contact avec les plaies. A 25°, au bout de 3 jours seulement, les deux derniers lots étaient atteints par *Penicillium*. Ces deux séries d'expériences montrent que les papillotes imprégnées de diphényle n'inhibent pas le développement des champignons sur des fruits déjà contaminés, mais qu'elles empêchent la contamination de fruits porteurs de plaies. C'est là, pensons-nous, l'intérêt de la méthode qui est déjà réel.

Enfin, le but de la dernière catégorie de traitements se-

rait de tuer les spores et arrêter le développement du parasite même après la contamination: pour cela on a employé des traitements gazeux et solutions fongicides qui paraissent plus efficaces que les emballages imprégnés de solutions. Dans un résumé sur l'utilisation des gaz contre les *Penicillium* des agrumes, R. de CHARNACÉ mentionne des essais avec CO₂, SO₂, O₃ et trichlorure d'azote. Ce dernier connu sous le nom de procédé « DECCO » a une grande influence sur le développement des moisissures des Citrus: son emploi reste cependant difficile, car il est très instable, lacrymogène et irritant pour les muqueuses, peut-être toxique à de fortes concentrations.

Le nombre d'essais de trempage dans des solutions fongicides est à l'heure actuelle considérable. Parmi les plus connus, nous pouvons citer les produits suivants:

Produits utilisés	Auteurs	Observations
Borax en solution à diverses concentrations	TZERETELLE (L. Y.)-TCHANTURIA (N.) RATTRAY-FULTON BOWMAN-WINSTON BAYER et HAWKING L. BLONDEL GODFREY et RYALL	Selon VIENNOT-BOURGIN ces traitements ont plus d'action sur <i>P. digitatum</i> que sur <i>P. italicum</i> , ce qui peut s'expliquer par l'antagonisme qui existe entre ces deux moisissures.
Borate de sodium	H. B. JOHNSON GODFREY et RYALL	
Solution d'acide borique Soude 2,3 à 5 %	REICHERT-PUTTERIL FIDLER-TOMKINS	Plus efficace que le borax.
Ethylmercurithiol-salicylate (Merthiolate) 1,2 à 15 %	GODFREY et A. L. RYALL	
Phényl mercure 2-2-2- nitroéthanol-lactate (N 5 F purifié)		
Thiourée	GODFREY et A. L. RYALL PERRET et L. LESPEL CHILDS et SIEGLER	
Orthophénylphénate	VAN der PLANK-RATTRAY GODFREY et A. L. RYALL	Grands dommages. On doit rincer les fruits après le traitement.
Orthoxyquinoléine	PERRET et L. LESPEL	
Salicylanilide	PERRET et L. LESPEL	
2-aminopyridine 5 %	WINSTON-MECKSTROTH-ROBERTS	
Thioacétamide Sulfate de 8-hydroxyquinoléine 2-aminothiazol	CHILDS et SIEGLER	
Dinitro-o-cylohexylphénol	KLOTZ	

Nous avons également réalisé au laboratoire un certain nombre d'essais avec des produits fongicides minéraux et organiques. Les fruits sont contaminés avec un emporte-

pièce que l'on enfonce jusqu'à la moitié de l'albedo au moins et trempés ensuite pendant 2 à 4 minutes, dans les différentes solutions. On les place ensuite dans une étuve à

25° et 90 % d'hygrométrie et on les observe régulièrement. Comme pour l'action des températures, le développement de la moisissure est évalué en stades et le calcul du stade

moyen pour chaque jour a permis d'établir le tableau suivant et les graphiques (fig. 2 à 7), qui résument les résultats obtenus.

TRAITEMENTS CHIMIQUES CONTRE LES *PENICILLIUM*
CLASSÉS PAR ORDRE D'ACTIVITÉ DÉCROISSANTE

ORANGES	CITRONS
1. Picroformol de BOUIN.	1. Formol.
2. Nitrate de phényl mercure + ac. acétique.	2. Nitrate de phénylmercure + ac. acétique.
3. Formol.	3. Chl. de LDBNH ₄ 1 %.
4. Chlorure de lauryl-diéthylbenzyl-ammonium (Chl. LDBNH ₄) à 1 % + ac. acétique + ac. picrique	4. Picroformol acétique de BOUIN.
5. Nitrate de phénylmercure.	5. Chl. de LDBNH ₄ 1 % + ac. picrique + acétique.
6. Chl. LDBNH ₄ 1 % + ac. acétique.	6. Acétique.
7. Chl. LDBNH ₄ 1 % + propolis.	7. Chl. de LDBNH ₄ 1 % + ac. acétique.
8. Chl. LDBNH ₄ 1 %.	8. Picrique.
9. Ac. acétique.	9. Chl. de LDBNH ₄ 1 % + propolis.
10. Chl. LDBNH ₄ 1 %.	10. Chl. de LDBNH ₄ 1 % + ac. acétique.
11. Ac. picrique.	11. Sulfate neutre de 8-oxyquinoléine.
	12. Chl. de LDBNH ₄ 1 % + bisulfite de cellulose.
	13. Polychloronitrobenzène + ac. acétique.
	14. Naphtoquinone.
	15. Sel de cuivre de la 8-oxyquinoléine.
	16. Nitrate de phénylmercure.
	17. Chl. de LDBNH ₄ 1/500 + ac. acétique.
	18. Diméthylthiocarbamate.
	19. Sel de cuivre de la 8-oxyquinoléine + ac. acétique.
	20. Oxychlorure cuprocalcique.
	21. Polychloronitrobenzène + ac. acétique.
	22. Chl. de LDBNH ₄ 1/500.
	23. Acide salicylique.
	24. Orthophénylphénol.
	25. Dinitro-o-cyclohexylphénol.

P. digitatum semble se développer plus rapidement sur les oranges et résister plus aux fongicides sur les oranges que sur les citrons. Ce fait n'a peut-être d'autre cause que l'état de maturité des fruits. En effet, les citrons employés pour les essais étaient tous encore verts, tandis que les oranges étaient mûres.

La plupart des produits utilisés ne retardent que faiblement l'apparition des premiers symptômes sur les fruits. Certains ont cependant une action considérable tel le Formol, le Picroformol de BOUIN, le Nitrate de phénylmercure, le Chlorure de lauryldiéthylbenzylammonium (Chl. LDBNH₄) à 1 % : avec ces corps les premiers symptômes ne sont visibles que le 8^e ou 9^e jour, alors qu'ils apparaissent dès le 3^e jour chez les témoins. De plus, il semble que l'Acide acétique et le Formol retardent considérablement le développement des champignons après le début de l'apparition. L'Acide acétique, additionné à un autre produit, augmente souvent de façon sensible son action fongicide.

Pourtant aucun de ces produits ne peut être utilisé de façon courante, car ils ont un effet au moins aussi important sur les fruits mêmes : l'écorce des oranges, et plus encore celle des citrons traités avec ces corps, est toujours fortement brûlée et brunie. Le fruit a souvent un aspect

desséché et un goût amer. A de plus faibles concentrations, quand le produit ne détériore plus les fruits, son action fongicide est devenue à peu près nulle. Tel est le cas du Chl. LDBNH₄ qui à 1 % est très actif, sur les citrons surtout, et n'a plus aucun intérêt à 1 ou 2 pour mille. Ce fait pose actuellement un problème : comment empêcher l'apparition des brûlures et autres détériorations des fruits, sans nuire à la toxicité des différents produits pour les champignons. Dans ce but, HOPKINS et LOUCKS ajoutent à l'Orthophénylphénate de sodium de l'Hexaméthylène tetramine.

Il est remarquable que parmi les produits qui ont certainement l'action la plus importante sur les *Penicillium*, sont l'Acide acétique, l'Acide picrique, le Formol et le Picroformol acétique de BOUIN, utilisés en microscopie comme fixateurs des tissus. « La fixation est destinée à tuer les cellules en les conservant autant que possible dans l'état où elles se trouvaient pendant la vie » (LANGERON). Elle consiste à coaguler et précipiter le contenu cellulaire ; un bon fixateur doit de plus avoir une grande puissance de pénétration lui permettant d'atteindre rapidement, non seulement les cellules superficielles, mais aussi les tissus profonds. Cette accumulation du pouvoir fongicide et fixateur laisse à penser que la pénétration profonde des fongi-

cides dans les tissus a une grande importance pour leur action sur le développement des champignons.

Si l'on considère les altérations des agrumes provoquées par les hautes températures, nécessaires à la protection contre les *Penicillium* et l'action des fongicides, on peut penser qu'il existe une analogie dans les deux cas. Le développement du champignon serait inhibé beaucoup plus facilement par les modifications physico-chimiques du milieu de son hôte, que par une action directe sur son organisme même.

Il faudrait donc trouver un état d'équilibre pour lequel l'écorce des fruits subirait des transformations suffisantes pour rendre impossible le développement des parasites, mais cependant assez faibles pour ne pas altérer la qualité des fruits.

CONCLUSION

La réussite de la lutte contre les *Penicillium* des agrumes ne peut dépendre que de l'utilisation simultanée de toutes

les mesures préventives et curatives reconnues efficaces. Nous avons vu, en effet, que de multiples facteurs avaient une importance primordiale pour le développement des champignons. La recherche de tous les moyens susceptibles de protéger les fruits contre les meurtrissures, depuis leur cueillette jusqu'à leur livraison au consommateur, est le premier moyen de diminuer l'importance des pertes. L'action des facteurs physiques (température, hygrométrie) pendant le transport et le stockage peut réduire le développement des *Penicillium* pour les fruits susceptibles d'être contaminés. Les traitements chimiques, enfin, s'ils sont judicieusement appliqués, peuvent renforcer l'efficacité des deux séries de mesures citées ci-avant et dans l'avenir peut-être assurer une protection totale contre les moisissures bleue et verte.

F. LAURIOL,

Laboratoire de Défense des cultures
de l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. — Mould in Navel Oranges. The Citrus News, oct. 1950, vol. XXVI, n° 10.
- BARBARA C., HEIBERG et GLEN B. RAMSEY. — Fungistatic action of diphenyl on some fruit and vegetable pathogens. Phytopath., oct. 1946, vol. 36, n° 10, 887-891.
- L. BLONDEL. — Expériences sur l'action de la thiourée sur la conservation des oranges. Ann. Inst. Agric., Algérie, déc. 1947, vol. 3, n° 2, p. 171-177.
- R. DE CHARNACÉ. — La lutte contre les moisissures des agrumes après cueillette. Procédé Decco. Fruits d'Outre-Mer, oct. 1950, vol. 5, n° 9, p. 340.
- J. F. L. CHILDS et E. A. SIEGLER. — Compounds for control of orange decays. Science, 1945, vol. 102, n° 2, 638, p. 68.
- J. F. L. CHILDS et A. E. SIEGLER. — Controlling orange decay. Ind. Eng. Chem., 1946, vol. 38, p. 82-7.
- G. H. GODFREY et A. L. RYALL. — Control of decay in Citrus fruits. Papers accepted for presentation at the thirty-seventh annual meeting of the society St. Louis, Missouri, 27 to 30 Mar. 1946.
- E. F. HOPKINS et K. W. LOUCKS. — Combination of Dovicide A with diphenyl for the control of decay in Citrus fruits. Citrus magazine, juillet 1950.
- E. F. HOPKINS et K. W. LOUCKS. — Has ozone any value in the treatment of Citrus fruit for decay? Citrus Industr., oct. 1949, vol. 30, p. 5-7, 22.
- E. F. HOPKINS et K. W. LOUCKS. — Use of diphenyl in the control of stem-end rot and mold in Citrus fruits. Citrus Industr., 1947, vol. 28, n° 10, p. 5-9.
- H. B. JOHNSON. — Control of post harvest decay in Citrus Fruit. Proc. Rio Grande Valley, Hort. Inst., 10, 12 janv. 1950, p. 83-89.
- J. DEL MATTO. — Notes sur le papier « crown » au diphenyl. Fruits, vol. 6, n° 2, 1951, p. 62.
- J. E. PERRET et L. LESPE. — Quelques essais sur les moyens de protection contre la moisissure des agrumes. Foire des Agrumes Nord-Marocain, Port-Lyautey, 12-20 février 1949, p. 45-58.
- G. B. RAMSEY, M. A. SMITH et B. C. HEIBERG. — Fungistatic action of diphenyl on Citrus fruit pathogens. Bot. Gaz., 1944, vol. 106, n° 1, p. 74-83. 3 fig.
- G. VIENNOT-BOURGIN. — A propos des pourritures des agrumes. Fruits d'Outre-Mer, 1946, vol. 1, n° 6, p. 164-71.
- G. VIENNOT-BOURGIN. — Maladie des plantes cultivées, 1949, Masson et C^{ie}, Paris.
- G. B. TINDALE et S. FISH. — Blue and green moulds of orange. The Journal of Agriculture of Victoria, Australia, fév. 1931.
- J. E. VAN DER PLANK, J. M. RATTRAY et G. F. VAN WYK. — The use of wraps containing o-phenylphenol for Citrus fruits. J. Pomol., 1940, vol. 18, n° 2, p. 135-144.
- J. R. WINSTON, A. MECKSTROTH et G. L. ROBERTS. — 2-amino-pyridine a promising inhibitor of decay in orange. Proc. Fla. St. Hort. Soc., 1947, vol. 60, p. 68-77.