

Le problème de la protection des agrumes dans les transports et en entrepôts

par **Claude MOREAU**

DOCTEUR ÈS SCIENCES,

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE,
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE.

C'est par milliers de tonnes que chaque année des agrumes pourrissent dans les transports et les entrepôts sous l'action des champignons pathogènes.

Cette perspective suffit à prouver l'importance du problème de la protection de ces fruits dont la production et la consommation croissent sans cesse.

M. Moreau décrit les symptômes des pourritures les plus courantes et le texte est illustré par de très bons documents où le photographe a su mettre en valeur les caractères propres à chaque maladie.

Des solutions physiques et chimiques sont ensuite proposées.

Après avoir défini dans ce cas précis les conditions exigées pour un fongicide, M. Moreau énumère les contrôles d'efficacité auxquels il procède, insistant sur le fait qu'aucun test biologique d'étude d'un fongicide n'est standard, mais que c'est d'une étude phytopathologique et mycologique précise que découlent les tests qui s'adaptent le mieux à chaque cas.

I. — LES DONNÉES DU PROBLÈME

Existence du problème.

Depuis la dernière guerre mondiale la consommation des agrumes s'est considérablement accrue ; elle atteint actuellement 500.000 t. par an pour la France. Certains pays ont effectué des plantations si nombreuses que l'on entre actuellement dans une période de surproduction. En Algérie, par exemple, en 1940 les orangeries ne couvraient que 6.000 ha ; elles s'étendent aujourd'hui sur 30.000 ha ; au Maroc où l'on ne comptait que 350.000 arbres en 1930, il en existe maintenant 5.000.000 et la production s'accroît au rythme annuel de 10 %. L'Afrique du Nord possède trop d'oranges pour les écouler entièrement sur le marché français qui reçoit déjà 220.000 t. de fruits espagnols ; une exportation vers la Grande-Bretagne, l'Allemagne et les pays nordiques est alors nécessaire ; il en résulte un accroissement de la durée du transport et, en conséquence, la nécessité d'améliorer les con-

ditions de conservation des fruits, afin d'éviter le développement des pourritures.

D'autre part, le consommateur aime pouvoir disposer d'agrumes toute l'année, d'où l'obligation d'un long stockage en entrepôts entre les périodes de production et l'importation, en été, de fruits de l'hémisphère sud. C'est ainsi qu'en France, on cherche à conserver au printemps le plus longtemps possible les oranges Vernia et Valencia Late, au moins jusqu'au moment de l'arrivée sur le marché des oranges brésiliennes. Celles-ci, qui ont dû subir un transport particulièrement long, arrivent très fréquemment en mauvais état.

Le problème de la protection des agrumes dans les transports et en entrepôts est un problème mondial. Chaque année des milliers de tonnes d'oranges, de pamplemousses ou de citrons, sont détériorés ; on nous a cité le cas de bateaux entiers impropres à la consommation ; nous avons vu des entrepôts où 80 % des fruits étaient pourris. L'industrie des jus de fruits ou les usines de fabrication de confitures sont incapables de résorber une telle quantité d'agrumes !

Les responsables.

Diverses observations tant dans les ports qu'à l'arrivée aux halles centrales de Paris ou dans les entrepôts nous ont permis de mettre en évidence les champignons qui, en France, sont les principaux agents de pourriture des agrumes. Nous les décrivons brièvement dans l'ordre décroissant de leur fréquence.

1° Les *Penicillium*.

Deux espèces sont surtout répandues :

P. italicum WEHMER, responsable de la « moisissure

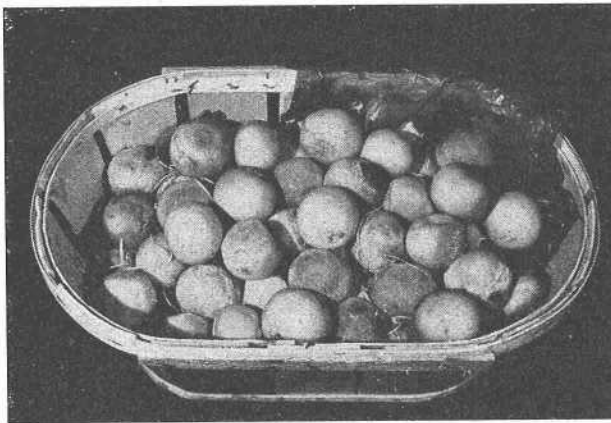


FIG. 1. — Cageot de clémentines d'Algérie.

Tous les fruits présentent des taches brunes dues aux attaques combinées de *Phytophthora parasitica*, *Oospora Citri-aurantii* et *Botrytis cinerea* ; quelques-uns présentent une attaque superficielle de *Penicillium italicum* et *P. digitatum* qui ne tarderont pas à envahir le reste des fruits. C'est une grosse partie de la cargaison qui avait cet aspect.

(Photo R. Haccard, Coll. Muséum, Paris.)

sure bleue » et *P. digitatum* (PERS.) SACC. à qui l'on doit la « moisissure verte ».

Ce sont là deux champignons que l'on reconnaît assez difficilement à leurs caractères morphologiques. Ils ont tous les deux des conidiophores à ramifications asymétriques mais tandis que chez *P. italicum* on trouve souvent des formes corémiées, ce qui le fait ranger dans la section *asymetrica-fasciculata*, la surface des colonies de *P. digitatum* est veloutée, d'où sa place dans la section *asymetrica-velutina*. La taille des spores ne saurait être prise en considération pour différencier ces deux espèces ;

chez *P. italicum*, elles mesurent $4-9 \times 2,5-5 \mu$;

chez *P. digitatum* : $3,5-8 \times 3-6 \mu$.

On les distingue par contre beaucoup plus aisément à leur aspect général et à leur mode d'attaque : *P. italicum* produit des taches de pourriture molle au centre

desquelles apparaît un feutrage de couleur bleu verdâtre formé par les conidiophores et les conidies du champignon ;

P. digitatum altère les fruits en provoquant un affaissement de leur surface tandis que des fructifications apparaissent sous forme d'un gazon vert à vert olive cerné par une étroite bande de couleur blanche.

La distinction entre les deux *Penicillium* est, en outre, rendue compliquée du fait qu'ils sont souvent associés dans les pourritures d'agrumes ; dans ce cas, il semble que ce soit *P. italicum* qui pénètre le premier ; ses spores germent en effet très facilement dans le contenu huileux des glandes du zeste ; il ouvre ainsi la voie à *P. digitatum* qui, normalement, ne peut infester les fruits qu'à la suite d'une lésion.

2° *Phomopsis Citri* FAW.

C'est sous la forme pycnosporée *Phomopsis* que le *Diaporthe medusae* NITSCHKE f. *Citri* (WOLF) WEHMEYER est généralement présent sur les agrumes en entrepôt, quand le degré hygrométrique est particulièrement élevé. Les pycnides, enfouies dans un stroma, renferment des spores hyalines de $6-8 \times 3 \mu$; des stylospores de $20-30 \times 0,5-1,5 \mu$ sont parfois visibles.

Les fruits sont attaqués dans la région pédonculaire ; ils se ratatinent et prennent rapidement une coloration brun cannelle puis brun foncé.

3° *Phytophthora parasitica* DASTUR.

L'agent de la « pourriture brune », moins fréquent que les champignons précédents, provoque sur les fruits l'apparition d'une tache molle circulaire de couleur brune qui se développe peu à peu, affectant tout le fruit. Les fruits pourris possèdent une odeur caractéristique.

Le champignon présente des filaments mycéliens hyalins, dépourvus de cloisons primaires et munis de nombreuses ramifications terminales coralloïdes. Des sporanges subglobuleux à piriformes, de $25-50 \times 20-40 \mu$, sont surmontés d'une papille apicale.

FIG. 2. — Clémentine atteinte de moisissure bleue : *Penicillium italicum*. Remarquer la différence de consistance entre la partie saine, turgescente, et la partie attaquée, molle et déprimée qui entoure les fructifications du parasite.

FIG. 3. — Orange attaquée par *Penicillium digitatum* : moisissure verte.

FIG. 4. — Orange au début de l'attaque par *Phomopsis Citri*. L'infection brun cannelle démarre de la région pédonculaire.

FIG. 5. — Orange plus atteinte que la précédente. La zone pédonculaire est couverte de nombreux petits coussinets, la zone distale très brune est ratatinée.

(Photos R. Haccard, Coll. Muséum, Paris.)

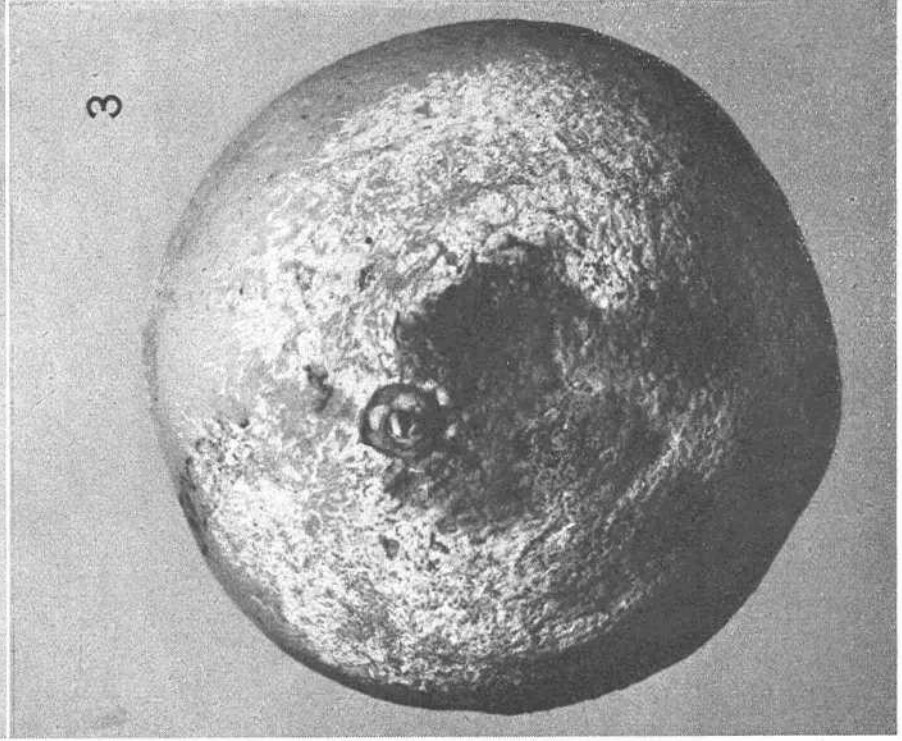
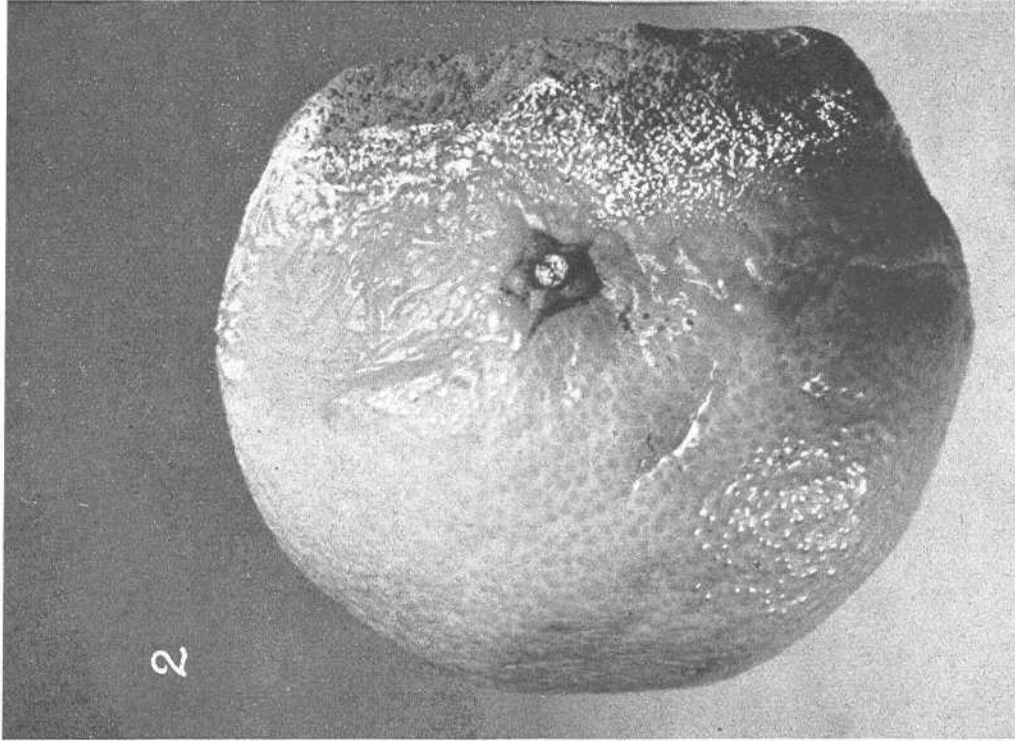
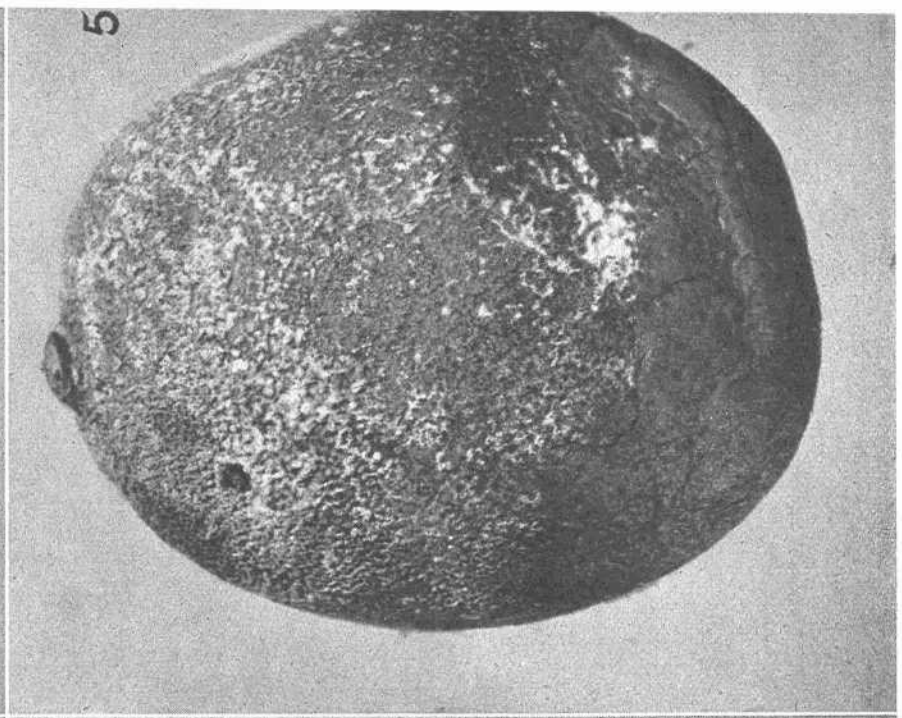
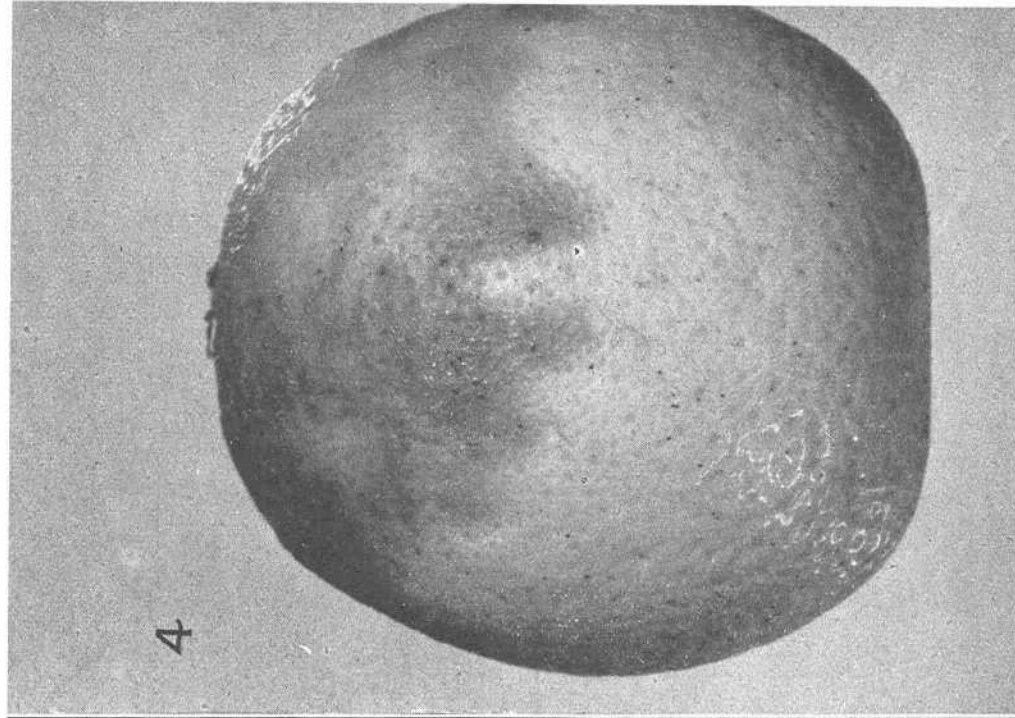


FIG. 6. — Clémentine présentant la tache brun clair de pourriture due à *Phytophthora parasitica* dont on voit la délicate efflorescence blanche. (Photo R. Haccard, Coll. Muséum, Paris.)

généralement la région proximale, parfois la partie distale ou un point quelconque du zeste blessé. La tache s'étend rapidement. Quand il y a blessure, un jus visqueux, de couleur ambre, s'écoule. En atmosphère sèche les fruits attaqués se dessèchent et se momifient. En atmosphère humide, des touffes d'hyphes fuligineuses sortent du zeste. Rarement formées sur les fruits, les pycnides du Champignon renferment des spores brunes, bicellulaires, de $17-26 \times 10-15 \mu$, dont la paroi présente des stries parallèles longitudinales.

7° Divers.

Lors de nos examens d'oranges altérées nous avons observé divers champignons de moindre importance.

Tel est le cas de *Colletotrichum gloeosporioides* PENZ., *Fusarium lateritium* NEES, *Botrytis cinerea* PERS., *Aspergillus niger* v. TIEGH., etc. Certaines de ces espèces se développent sur les fruits dans les plantations, d'autres ne croissent que sur des fruits déjà très altérés ; leur présence dans les entrepôts est fortuite.

Conditions de développement.

Les données physiologiques du développement des agents de pourriture sont bien connues. Elles sont sensiblement identiques pour les divers champignons responsables.

Comme dans la plupart des affections des plantes cultivées, un mauvais équilibre nutritif, un état déficient des plantations prédisposent certainement les fruits à une attaque aisée par les champignons parasites.

Les conditions météorologiques ne sont pas négligeables : on a souvent remarqué que, les années humides, les agrumes étaient plus facilement sujets à la pourriture.

La cueillette des fruits par temps de pluie favorise également le développement des champignons. Le soin apporté à cette cueillette est très important : les blessures dues soit aux ongles, soit aux instruments de cueillette, les chocs au cours des manipulations, tant à la plantation que durant les transports, constituent des lésions, points de pénétration des parasites.

L'optimum de développement des champignons agents de pourriture est constaté à une température

D'autres *Phytophthora*, tel *P. citrophthora* SMITH, sont également parfois présents sur les agrumes qui arrivent en France, mais beaucoup plus rarement.

4° *Alternaria Citri* ELLIS et PIERCE.

Souvent considéré comme d'importance secondaire, ce champignon cause parfois des pertes sensibles. Le mycélium, pénétrant par des lésions du zeste, s'installe profondément dans le fruit, provoquant des nécroses des cellules de la pulpe et une pourriture sèche brune ou noirâtre. Les fruits sont d'abord apparemment sains, seul le centre du fruit étant attaqué ; plus tard ils brunissent.

Alternaria Citri est assez voisin de *A. tenuis* NEES, mais en serait cependant distinct ; les spores mesurent $25-40 \times 15-25 \mu$.

5° *Oospora Citri-aurantii* (FERR.) SACC.

Les attaques d'*Oospora Citri-aurantii*, ou « sour rot », se manifestent par un ramollissement des fruits dont la peau se ride et revêt un aspect laiteux gluant. Un fin duvet blanc apparaît à la surface des fruits envahis généralement d'abord autour du pédoncule : il s'agit de chaînes de spores cylindriques de $9-20 \times 5-7,5 \mu$.

6° *Diplodia natalensis* POLE EVANS.

Le « stem-end rot » est une affection caractérisée par un brunissement de la zone du fruit attaquée,

FIG. 7. — *Alternaria Citri* sur orange. On voit 2 taches noires où abondent les fructifications du pathogène entourées d'une zone molle.

FIG. 8. — *Botrytis cinerea*. Remarquer le brunissement de la peau là où les fructifications du pathogène, efflorescence blanche puis gris souris avec l'âge, ne se sont pas encore développées.

(Photos R. Haccard, Coll. Muséum, Paris.)

de 25 à 30° avec un degré hygrométrique très élevé. De telles conditions sont parfois, plus ou moins involontairement, réalisées en entrepôts ou dans les cales de bateaux, notamment au centre des caisses ou dans les caisses placées au milieu de lots importants. Le passage brusque d'une cale frigorifique à un entrepôt à température beaucoup plus élevée favorise l'infestation des fruits par les parasites. L'atmosphère confinée de certains entrepôts favorise également un développement rapide des champignons.

Si on stocke en entrepôt des lots de fruits qui, dès leur arrivée, présentent un pourcentage élevé de pourriture, celui-ci ne fait que croître en fonction de la durée de l'entreposage. C'est ainsi que nous avons noté, après un mois, 7,1 à 7,8 % de fruits pourris dans des lots ayant 3,7 à 3,9 % de fruits altérés à l'arrivée en entrepôt, et 11,2 % après deux mois.

II. — LES SOLUTIONS DU PROBLÈME

Solutions physiques.

Du simple examen des données du problème découlent facilement des solutions physiques appropriées.

1° Dans les plantations.

L'amélioration des pratiques culturales, un sol convenablement amendé et irrigué, des arbres régulièrement soignés, une cueillette réalisée dans les meilleures conditions possibles prédisposent les fruits à une bonne conservation.

2° Pendant le transport.

Les manipulations des fruits doivent être réduites au strict minimum pour éviter les chocs. Les caisses fabriquées à l'aide de planches souples mais solides, sans aspérités, seront déposées avec soin dans les cales ; les fruits ne seront pas trop tassés. La ventilation des cales ou des wagons sera particulièrement surveillée et, si possible, la température et le degré hygrométrique seront contrôlés.

Une réduction de la durée du transport devra être

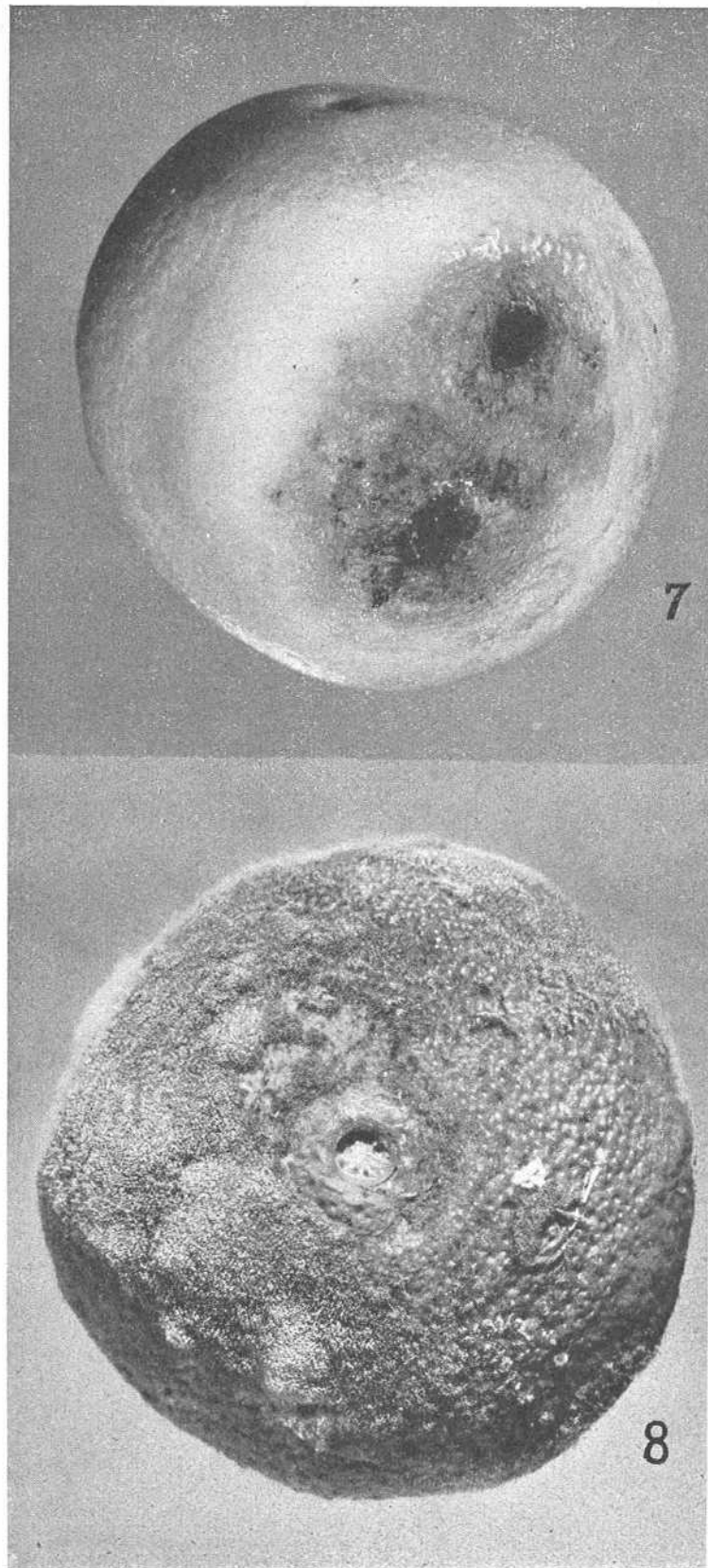


Fig. 9. — Groupe de clémentines attaquées par *Oospora Citri-aurantii*.
Noter l'aspect gluant caractéristique des fruits atteints de « sour rot ».
(Photo R. Haccard, Coll. Muséum, Paris.)

envisagée, mais le caractère onéreux du transport aérien le rendent pratiquement inutilisable pour des agrumes.

3° En entrepôts.

Il convient de réunir pendant le stockage les conditions qui permettent, d'une part, une bonne conservation physique des fruits (turgescence) et qui soient, d'autre part, le plus défavorables possible au développement des champignons.

Température.

Nous avons observé qu'en entrepôt à 11° ou en chambres de conditionnement à 8° les qualités des agrumes n'étaient pas modifiées par un long stockage tandis qu'en chambres frigorifiques les fruits deviennent rapidement mous et flasques. Cependant plus la température est basse et moins grand est le développement des champignons.

Pour un entreposage d'un mois, le frigorifique (3-4°) est le lieu de stockage dans lequel on note le plus faible développement des pourritures (0,4 % et 0 % respectivement dans nos observations); par contre après 3 mois, l'entreposage en frigorifique devient catastrophique (jusqu'à 13,3 % de fruits pourris dans des lots sains à l'arrivée); les fruits étant dans de mauvaises conditions sont une proie facile pour les parasites qui prennent une grande extension malgré la basse température.

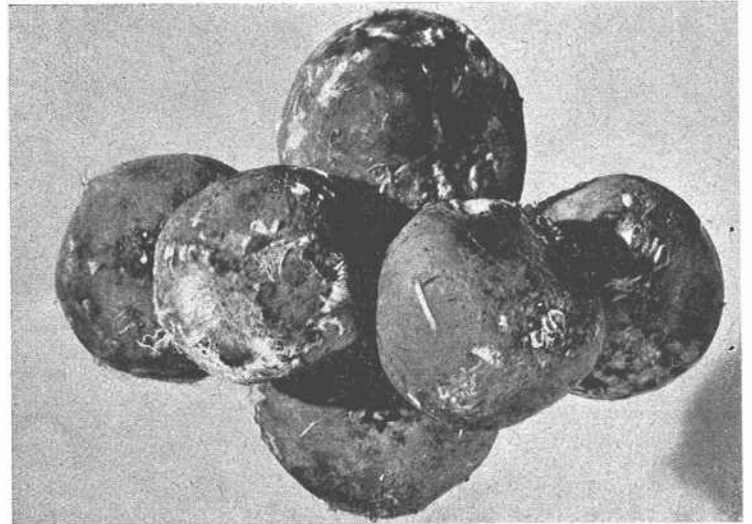
Dans les chambres de conditionnement à 8°, on note de 5,1 à 7,4 % de fruits pourris après 3 mois de stockage tandis qu'en entrepôt à 11° il y en a de 7,2 à 9,5 %.

En conclusion : ce sont les chambres de conditionnement à 8° qui conviennent le mieux à une longue conservation des agrumes.

Humidité.

Pour que les fruits demeurent beaux et turgescents, il est nécessaire d'avoir dans les entrepôts un degré hygrométrique élevé. D'autre part une humidité très importante favorise beaucoup le développement des champignons.

Il faut donc dans les entrepôts un degré hygrométrique élevé mais il convient de ne pas atteindre la saturation. On remédiera à une trop grande humidité



par une ventilation appropriée si possible par renouvellement d'air. L'aération, défavorable aux champignons, est un des points les plus importants à réaliser pour obtenir une bonne conservation. On évitera de trop entasser les caisses afin que l'air puisse largement circuler entre les fruits; on utilisera, pour la même raison, des caisses à claire-voie et non des récipients hermétiquement clos.

Influence du calibre des fruits entreposés.

En général les fruits de petite taille semblent mieux se conserver que les gros. Les oranges de grande taille se dessèchent, en entrepôt, plus vite que les petites et leur saveur paraît altérée par un long stockage.

Intérêt de l'empapillotage des fruits.

Au cours d'essais ayant porté sur plusieurs milliers d'oranges nous avons constaté qu'un simple empapillotage des fruits dans du papier fin constituait une protection contre les contaminations de fruits sains par les fruits pourris. Une barrière physique sans doute de faible importance, mais dont l'efficacité se fait cependant sentir plusieurs mois, est établie et retarde la marche des champignons.

C'est ainsi que, dans des lots d'oranges sains au moment de leur entrée en entrepôt, on notait après un mois de stockage de 3,7 à 8,5 % de fruits pourris dans les caisses de fruits non empapillotés tandis que 0,7 à 2,9 % seulement des fruits étaient altérés dans les caisses dont chaque fruit était enveloppé dans du papier; après trois mois de stockage cette différence était évidemment moins sensible : 7,1 à 11,2 % de

fruits pourris chez les oranges non empapillotées et 5,1 à 7,2 % dans les caisses de fruits empapillotés.

Les bienfaits de l'empapillotage se font également sentir lors des transports des fruits car, le papier amortissant les chocs, les risques de lésions sont moins nombreux.

Malgré les difficultés qu'il présente, l'empapillotage est une opération dont l'utilité se révèle importante pour la conservation des fruits en entrepôts.

Solutions chimiques.

1° Qualités d'un fongicide.

L'emploi de produits chimiques fongicides constitue évidemment une solution facile au problème de la protection des agrumes dans les transports et en entrepôts. Les fongicides que l'on peut utiliser doivent répondre à certaines qualités qui ne sont pas toujours aisées à réunir :

1° Être efficace, condition primordiale complétée par le caractère plus ou moins adhésif du produit qui lui assure une durée d'efficacité suffisante et par le caractère polyvalent (efficacité à l'égard de plusieurs espèces) qui est souvent souhaitable.

2° Ne pas laisser de trace sur la peau du fruit. Celle-ci est en général très sensible et de très nombreuses substances chimiques l'altèrent, au moins à forte concentration. Il est d'usage chez les marchands d'agrumes d'aimer présenter des fruits bien luisants, de belle couleur : une substance pulvérulente blanche, par exemple, ne peut être déposée qu'en quantité minime à la surface des fruits. Il est toujours préférable d'utiliser des substances non décelables à l'œil après traitement.

3° Ne pas altérer l'odeur ni le goût du fruit. Nous avons toujours présente à la mémoire une odeur pénétrante de parfumerie qui imprégnait une caisse d'oranges traitées au diphényl que nous avons reçues il y a une dizaine d'années : un tel parfum ne choque peut-être pas l'odorat anglo-saxon ; il est intolérable dans une salle à manger de notre pays.

4° Ne pas être toxique pour l'homme. La loi est très sévère, à juste raison, sur ce point. Bien que la peau des agrumes ne soit généralement pas consommée, elle risque d'être néanmoins portée à la bouche et une substance toxique qui serait déposée à sa surface constituerait un réel danger.

5° Être d'emploi facile et peu coûteux, vu le prix des agrumes, être stable et pouvoir être utilisé dans les appareils usuels (pulvérisateurs, machines à brouillard, etc.).

2° Désinfection périodique des entrepôts.

L'atmosphère d'entrepôts dans lesquels séjournent des fruits nombreux, souvent altérés, est particulièrement polluée et constitue une source possible de contamination.

Nous avons insisté dans une autre publication (1) sur l'existence d'un nombre important de champignons (une trentaine d'espèces dont certaines, telles les *Penicillium*, pullulent) dans l'atmosphère des entrepôts. Nous avons également relaté nos divers essais de désinfection par pulvérisation de lait de chaux ou d'un sel d'Ammonium quaternaire et nous avons indiqué les résultats satisfaisants obtenus par l'action d'un brouillard de sel d'Ammonium quaternaire fongicide. Le contrôle de tels essais, à l'aide de boîtes de Pétri renfermant un milieu nutritif gélosé, est relativement aisé.

Il serait souhaitable de généraliser la pratique de la désinfection des entrepôts après chaque entreposage important. Une semblable désinfection est aussi désirable dans les wagons et cales des bateaux servant au transport des fruits.

3° Contrôle de l'efficacité d'un fongicide.

Il est très délicat de définir des règles précises de détermination de l'efficacité d'un fongicide. Telle norme qui serait valable pour un parasite dans certaines conditions n'a aucune raison d'être appliquée à un autre parasite dont la biologie est toute différente.

Dans le domaine de la protection des agrumes nous indiquerons les grandes lignes du plan d'étude que nous nous sommes tracé.

Les essais au laboratoire ont essentiellement porté sur les 7 espèces fongiques que nous avons mentionnées au début de cet article : *Penicillium italicum* WEHMER, *Penicillium digitatum* (PERS.) SACC., *Phomopsis Citri* FAW., *Phytophthora parasitica* DASTUR, *Alternaria Citri* ELLIS et PIERCE, *Oospora Citri-aurantii* (FERR.) SACC., *Diplodia natalensis* POLE EVANS.

Des cultures de ces divers champignons sont conservées à la mycothèque et les souches sont fréquemment renouvelées afin d'éviter les pertes de pouvoir pathogène.

a) Essai préliminaire de l'inhibition de la germination des spores.

Des semis des champignons sont effectués en boîte de Pétri et sur chaque semis est déposée une goutte de fongicide à expérimenter. La croissance éventuelle

(1) MOREAU C. Les Champignons de l'atmosphère des entrepôts de fruits. *Fruits*, t. VIII, fasc. 6, p. 255-259, 1953.

des champignons est notée après une semaine et comparée à la croissance des témoins. Une expérience semblable peut être faite en déposant une goutte de fongicide sur le bord d'une colonie mycélienne déjà développée et on remarque s'il y a ou non inhibition de croissance.

b) Recherche de la concentration minimum de produit actif in vitro.

On incorpore à un milieu de culture gélosé des doses variées de fongicide et, après avoirensemencé les champignons tests, on note après une semaine, deux semaines et un mois, la croissance des colonies mycéliennes sur chaque milieu selon la concentration et on la compare à celle des champignons ensemencés sur le même milieu dépourvu de fongicide. On peut ainsi définir les concentrations auxquelles le produit est fongistatique et celles où il est fongicide.

Nous n'insisterons pas sur de tels essais qui s'inspirent des tests couramment utilisés en phytopharmacie.

c) Action sur les agents de pourriture par pulvérisation du fongicide sur les fruits.

Le produit dont on veut connaître la valeur fongicide est pulvérisé sur les fruits à l'aide d'un micro-pulvérisateur selon une couche uniforme qui recouvre toute la surface du zeste. Quand les fruits sont secs on leur applique de légers coups de marteau et à l'emplacement du choc on dépose un fragment de culture du champignon dont on veut observer la pénétration éventuelle. On réalise ainsi les essais qui correspondent aux chocs que les fruits supportent dans les caisses lors des transports.

Les oranges martelées sont placées à l'étuve à 25° dans des seaux en verre avec un tampon de coton humidifié. Ces conditions sont les plus mauvaises qui puissent être réalisées pour les fruits en entrepôt. Le temps que met le parasite à pénétrer dans le fruit donne une indication sur la valeur du fongicide.

Une pulvérisation du produit fongicide sur des fruits déjà pourrissants peut être effectuée, mais, dans nos essais, elle n'a jamais été suivie de la guérison du fruit altéré : les régions nécrosées du zeste ne se cicatrisent que dans les rares cas où les lésions ont été particulièrement faibles. Quand le pathogène a profondément pénétré dans les tissus du fruit, seul un ralentissement de sa croissance a quelquefois pu être observé.

d) Utilisation de papier à empapilloter imprégné de fongicide.

Nous avons indiqué plus haut l'intérêt que présente l'empapillotage des fruits. Si le papier utilisé est imprégné de fongicide, son efficacité en est accrue.

L'essai de tels papiers est réalisé au laboratoire : on

choisit des fruits pourris, ne présentant qu'une seule espèce de pourriture. Chaque fruit pourri, empapilloté, est placé dans un seau en verre de 15 × 15 cm, maintenu clos par un couvercle de verre. Au contact de chaque fruit pourri empapilloté, on dispose deux fruits sains, soit tels, soit après les avoir martelés, également empapillotés. Un tampon de coton hydrophile imbibé d'eau entretient dans ces seaux un degré hygrométrique élevé. Le tout est disposé dans une enceinte à 20-25°.

Là encore les conditions réalisées constituent les plus mauvaises conditions dans lesquelles peuvent se trouver les fruits à conserver.

On note après 5, 10, 15 jours et 1 mois les progrès des champignons. Dans quelques cas ils ne traversent même pas la première barrière fongicide constituée par la couche de papier imprégné qui enveloppe les fruits pourris. Dans la plupart des cas la traversée de ce papier est lente et le champignon se trouve devant un second obstacle semblable au premier avant de se trouver en contact avec le fruit sain. Le temps que met le champignon à traverser ces diverses couches de papier donne une indication sur la valeur du fongicide expérimenté.

4° Expérimentation en entrepôts.

Quand un fongicide a donné des résultats satisfaisants lors des essais au laboratoire, une expérimentation à plus grande échelle peut être entreprise dans des entrepôts.

Durant les dix dernières années, des traitements variés ont été proposés, utilisés en entrepôts puis souvent abandonnés : formol, eau de Javel, borax, borate de sodium, bicarbonate de sodium, orthophényl phénate de sodium, trichlorure d'azote, thiourée, empapillotage des fruits dans du papier imprégné de diphényl. Si on en croit la bibliographie ce dernier mode de traitement serait le plus efficace.

Nos essais en entrepôt ont surtout porté sur l'influence de l'empapillotage des oranges dans du papier imprégné d'une solution à 2 % d'un sel d'Ammonium quaternaire fongicide (Cequartyl BE). Grâce à un tel traitement nous avons pu conserver pendant plus de trois mois en entrepôts des oranges qui, cependant, dès le début de l'expérience présentaient un pourcentage assez élevé de pourriture.

Les fruits ont été divisés en plusieurs lots : les uns disposés en entrepôts simples (11°), les autres en chambres de conditionnement (7-8°), les autres en chambres frigorifiques (3-4°).

Dans chacune de ces conditions, nous avons disposé :

1° des caisses d'oranges non traitées, non empapillotées,

2° des caisses d'oranges empapillotées dans du papier ordinaire,

3° des caisses d'oranges empapillotées dans du papier imprégné de fongicide.

Au début de l'expérience tous les fruits ont été triés et les fruits altérés ont été retirés. Par la suite chaque mois, pendant 3 mois, deux caisses de chaque catégorie ont été ouvertes et on a noté le pourcentage de fruits pourris.

L'intérêt de l'empapillotage des fruits dans un papier imprégné d'une substance fongicide a été mis en évidence. Quelques résultats obtenus avec le Cequaryl BE sont significatifs à cet égard :

a) en chambre de conditionnement, après 2 mois d'entreposage, les fruits non empapillotés présentaient de 7 à 10 % de pourriture, les fruits empapillotés dans du papier non traité : 7 à 8 % ; seuls 0,5 à 4 % des fruits empapillotés dans du papier imprégné de fongicide étaient altérés ;

b) en chambre frigorifique, après 3 mois d'entreposage, on note 13,3 % de pourriture pour les fruits non empapillotés, 9 % pour les fruits enveloppés dans du papier ordinaire, 5 à 8 % pour les fruits empapillotés dans du papier imprégné de fongicide.

CONCLUSION

Il est difficile d'apporter une conclusion au vaste problème de la pourriture des agrumes dans les transports et en entrepôts, dont nous avons essayé d'esquisser les lignes générales.

Les divers auteurs qui ont abordé ce problème sous des angles variés ⁽¹⁾ s'accordent pour penser que sa solution ne résulte que d'une somme de multiples précautions prises depuis le stade de la plantation jusqu'à la consommation.

Les progrès de la science chimique permettent d'espérer une bonne réduction des pertes : des fongicides variés doivent être essayés.

Nous invitons les phytopathologistes à poursuivre leurs investigations, car le problème de la protection de ces fruits, dont la production et la consommation croissent sans cesse, est des plus importants.

(1) Mentionnons ici les contributions récentes de l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux : CULLÉ J. — Conseils pratiques pour la lutte contre les *Penicillium* des Agrumes. I. F. A. C., Paris, 1953. (Publication régionale.) LAURIOL F. — La protection des agrumes contre les moisissures à *Penicillium*. *Fruits*, t. VII, fasc. 10, p. 465-475, 8 fig., 6 graph., 1952. LAURIOL F. — Quelques aspects de la lutte contre les *Penicillium* des agrumes. *Fruits*, t. VI fasc. 10, p. 412-420, 8 fig., 1951.

