

# ASPECTS PHYTOPATHOLOGIQUES DES PROBLÈMES D'AMÉLIORATION DE LA "QUALITÉ" DE LA BANANE

par E. LAVILLE

*Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer*

ASPECTS PHYTOPATHOLOGIQUES DES PROBLÈMES  
D'AMÉLIORATION DE LA "QUALITÉ" DE LA BANANE

E. LAVILLE (IFAC)

*Fruits*, Jul.-aug. 1970, vol. 25, n° 7-8,  
p.511-521

RESUME - Cette étude regroupe les résultats des travaux et des enquêtes, effectués ces dernières années par l'IFAC, dans le but de répondre aux impératifs d'amélioration de la "qualité" de la banane.

Les altérations pouvant atteindre les fruits durant leur développement, au cours de la récolte et de l'emballage, sont examinées dans une première partie.

Des conseils sont donnés pour y remédier.

Dans une seconde partie, sont mentionnés, les dégâts survenant au cours du transport et de la maturation. Des indications sont aussi fournies pour les éviter.

## INTRODUCTION

Dans le cadre des efforts entrepris depuis quelques années pour améliorer la "qualité" de la banane, il est sans nul doute important de connaître d'une manière précise, afin de mieux les maîtriser, les diverses altérations d'origine fongique qui peuvent atteindre ce fruit.

Il est raisonnable, en effet, d'estimer à environ 7 à 15 p. cent (dont 4 p. cent difficilement réductibles) les pertes diverses survenant sur l'ensemble du tonnage mondial des bananes commercialisées.

Ces échanges représentant environ 5.600.000 tonnes (CADILLAT, 1968) les pertes atteignent en valeur 150 à 300 millions de francs, c'est-à-dire, près du volume total des seules importations françaises.

Bien entendu, les microorganismes pathogènes ne sont pas les seuls responsables de la mauvaise qualité de certains lots, mais il est certain qu'ils en sont souvent les meilleurs révélateurs.

Il est d'autre part évident que si les dégâts sont si importants, c'est qu'ils portent souvent sur une marchandise valorisée entre le stade de la production et celui de la consommation.

Mais ce fruit, par divers facteurs qui lui sont propres, favorise certaines détériorations fongiques.

En effet, la récolte des bananes est brutale, de multiples plaies de coupe sont faites et aucun phénomène naturel d'abscission, fréquent

sur d'autres fruits, ne vient au préalable cicatrifier en quelque sorte ces blessures.

Ces fruits subissent par ailleurs un transport particulièrement long entre les zones de production et les lieux de leur consommation.

Enfin la phase de sénescence naturelle du fruit est accélérée par les phénomènes de la maturation, et le rend plus sensible, et brutalement, à l'action de dégradation des microorganismes.

Face à cet ensemble complexe de détérioration, cette étude se propose de présenter l'essentiel des connaissances récentes, acquises

sur ce sujet, et de souligner les moments et les moyens de lutte les mieux appropriés pour y remédier.

Ainsi avons-nous rassemblé dans ce but les résultats de travaux effectués dans divers pays producteurs, tels que les Antilles françaises, l'Equateur, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Somalie, Madagascar, et nous les avons complétés par l'exploitation des observations faites ces dernières années, sur les quais de débarquement comme Dieppe, Rouen, Le Havre, Marseille, Hambourg, et dans un grand nombre de mûrisseries françaises.

## ALTÉRATIONS SURVENANT AU COURS DU DÉVELOPPEMENT, DE LA RÉCOLTE ET DU CONDITIONNEMENT DES FRUITS

### INFECTIONS DURANT LE DÉVELOPPEMENT DES FRUITS

Les spores des espèces fongiques susceptibles d'altérer la banane sont présentes en permanence dans les plantations. Elles survivent entre deux coupes en colonisant divers débris végétaux.

Elles sont en général entraînées par le vent, les pluies ou les insectes, jusque sur les différentes parties du régime.

Leur importance numérique peut varier selon les saisons, et parfois même selon les différentes heures de la journée.

En Amérique centrale, on a pu déterminer que la concentration maximum de spores de certaines espèces, dans l'air, était atteinte entre 14 h et 20 h. On a pu par contre observer une nette diminution entre 22 h et 10 h du matin ainsi qu'après de fortes pluies (LUKEZIC et KAISER, 1966).

Au contact des régimes, le devenir de ces spores varie avec les espèces.

Certaines provoquent immédiatement de graves dégâts, comme *Trachysphaera fructigena*, qui envahit les très jeunes fruits à leurs apex, ou comme *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, ou *Stachyliidium theobromae*, qui parasitent des fruits verts déjà bien développés.

En général ces fruits trop altérés sont éli-

minés à la coupe (Photo 1).

D'autres champignons engendrent de petites ponctuations, plus ou moins déprimées, se développant faiblement sur les fruits verts, *Deighthoniella torulosa*, *Macrophoma musae*, *Piricularia grisea*.

Ils ne causent en fait que des dégâts limités, mais contribuent notablement à la dépréciation des fruits.

D'autres espèces enfin, et ce sont les plus nombreuses, *Fusarium roseum*, *Colletotrichum musae* (*Gloeosporium musarum*) *Botryodiplodia theobromae*, *Cladosporium* sp. etc., demeurent à la surface des fruits, devenant actifs dès que les conditions leurs sont favorables.

Bien entendu ces conditions favorables sont réalisées à la coupe des régimes (plaies de tranchage), durant le transport (vieillesse des fruits) et à la maturation (fortes températures et hygrométrie élevée).

Un bon exemple de ce mécanisme d'infection retardée, est donné par *Colletotrichum musae*.

En effet les spores de ce champignon, entraînées principalement par les pluies et la rosée, sont déposées sur l'épiderme des fruits verts, à n'importe quel moment de leur développement.

Si les conditions ne sont pas favorables, la plupart d'entre elles perdent leur pouvoir germinatif.

Mais dans le cas contraire, les spores germent, émettent un filament qui demeure à la surface, ou pénètre dans un stomate, et diffèrent rapidement un organe de résistance ou "appressorium".

Cet appressorium, bien fixé sur ou dans les tissus, demeure au repos, durant de longues périodes, dites de "latence" et il n'est susceptible de reprendre une activité que dans deux cas bien précis.

Tout d'abord sur fruit vert, mais uniquement si celui-ci est blessé, et deuxièmement sur fruit mûrissant (blessé ou non). (Nous analyserons dans la deuxième partie de cette étude les mécanismes de levée de cette "latence" lors de la maturation des fruits).

Par conséquent, durant le développement de la banane, si l'on excepte les graves pourritures qui altèrent les fruits verts, mais qu'on ne retrouve pas en entrepôt, puisque ces fruits sont systématiquement éliminés à la récolte, ce sont surtout les infections à évolution potentielle qu'il convient de maîtriser.

Pour ce faire deux méthodes différentes, non exclusives d'ailleurs, peuvent être recommandées.

La première consiste à éviter le dépôt des spores sur les fruits, et dans cette perspective, le gainage précoce des régimes, à l'aide de housses plastiques, a apporté de notables améliorations de l'état sanitaire.

On peut compléter cette opération, par des pulvérisations de préparations fongicides (à base de Manèbe par exemple) sur le régime ainsi gainé.

Le résultat est en général excellent, mais le coût d'une telle méthode limite encore sa généralisation.

La seconde consiste à désinfecter les fruits au moment de l'emballage, et nous reviendrons dans un prochain paragraphe sur les progrès qui ont été réalisés dans ce domaine avec la découverte de fongicides efficaces et pénétrants.

#### INFECTIONS DURANT LA RECOLTE DES FRUITS

Les opérations de récolte proprement dites ne devraient pas augmenter par elle-même la contamination des régimes, et ceux-ci fraîchement cueillis ne devraient pas logiquement héberger d'espèces nouvelles ni plus de spores que les régimes sur pieds. Cependant la pra-

tique courante qui consiste à déposer les régimes à terre, ou sur un tapis de vieilles feuilles, contribue malheureusement à souiller les fruits (Photo 2).

Lorsque la majorité des bananes voyageaient encore en régimes, on pouvait attribuer à ces pratiques la contamination des plaies des deux extrémités de la hampe, notamment par *Botryodiplodia theobromae*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Stachylidium theobromae*, etc.

Ces espèces colonisent rapidement les tissus de hampe, et gagnent après quelques jours les coussinets et la base des pédoncules, provoquant dans les cas graves la chute de nombreux doigts (dégrain pathologique en mûrissage).

Il est évident que la pratique de l'emballage en mains a fait disparaître cette menace.

D'autres subsistent cependant.

Il s'agit des blessures superficielles, des grattages et des pliures de pédoncules.

Nous ne pensons pas avoir vu, au cours de toutes nos observations, un seul régime dont tous les fruits soient demeurés intacts après la cueillette.

Coups d'ongle des cueilleurs, frottements des fruits les uns sur les autres, pressions sur les mains, ou pliures exagérées des pédoncules lors des tassements des régimes dans les camions, etc. sont monnaie courante.

Tous ces dégâts légers, en général peu visibles dans les premières heures qui suivent, permettent aux spores des diverses espèces, déjà déposées sur les fruits, de les coloniser progressivement.

Bien entendu la phase latente des "appressorium" de *Colletotrichum musae* est levée, et le parasite reprend alors une activité plus ou moins intense selon les conditions environnantes.

Durant toute cette phase de la récolte, et si les fruits n'ont pas été traités sur pieds, seules les précautions prises lors des manipulations et du transport jusqu'au hangar d'emballage peuvent préserver la qualité des bananes.

Plusieurs systèmes de transport ont été imaginés afin de réduire ces blessures : des toiles en forme de berceaux sont disposées sur plusieurs rangs dans les remorques de ramassage ; des chariots à portiques, auxquels sont accrochés les régimes, maintenus verticaux par un lien souple attaché au plancher ; des câ-

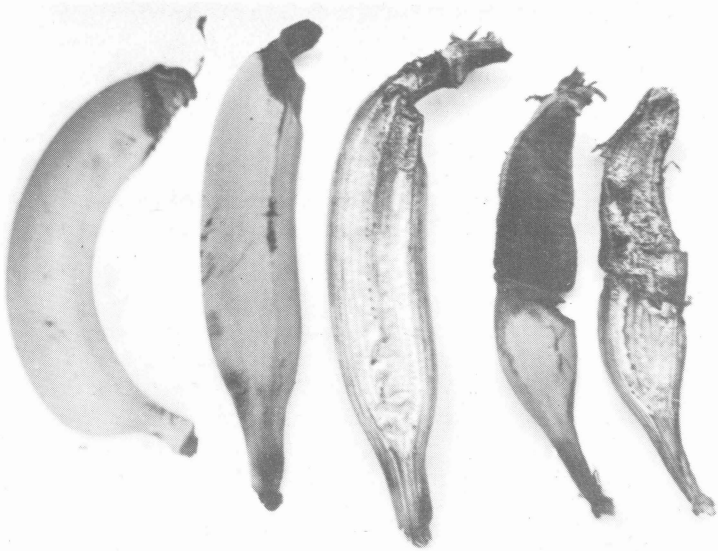


Photo 1 - Attaques fongiques précoces sur bananes (fruits éliminés à la récolte).



Photo 2 - Transport des régimes sur un "matelas" de vieilles feuilles.



Photo 4 - Apparition de "brûlures" épidermiques sur fruits traités par des excès de produits fongicides.

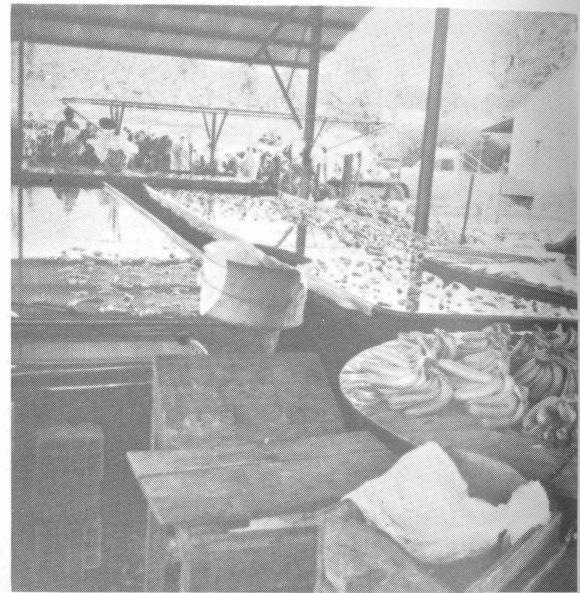


Photo 3 - Aspect général des bacs de "lavage" dans une station d'emballage.

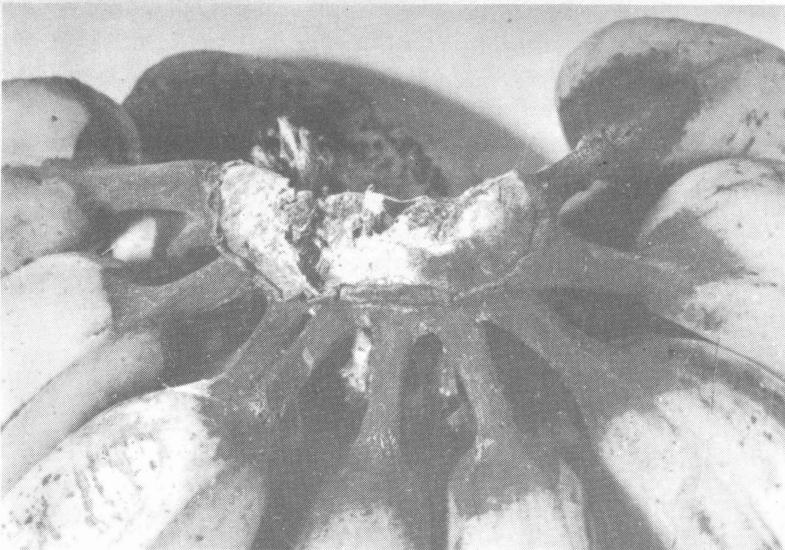


Photo 5 - Pourritures du coussinet d'une main de bananes au stade n° 5 (fin de maturation).  
Noter aussi l'envahissement des pédoncules.

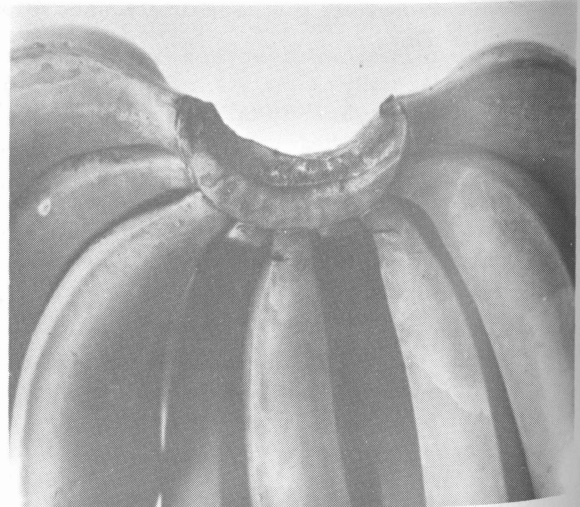


Photo 6 - Action d'un traitement fongicide à base de benzimidazole sur les pourritures du coussinet. Fruit au stade n° 4 (A comparer avec la photo 5).

bles porteurs sillonnant la plantation et le long desquels les régimes circulent comme de petites benches de téléphérique, etc.

Le choix d'un de ces moyens est évidemment conditionné par la configuration et l'importance de la plantation à équiper, mais il ne doit pas être éludé.

### INFECTIONS SURVENANT PENDANT L'EMBALLAGE

Au cours des années durant lesquelles les bananes étaient traditionnellement commercialisées en régimes, les infections survenant au cours de l'emballage ne différaient pas, ni qualitativement ni quantitativement, de celles survenues au cours de la cueillette.

C'est l'apparition des emballages en carton et la généralisation de la présentation en "mains" qui a imposé les opérations de découpe et de lavage préliminaires à l'emballage.

Ces méthodes ont fait aussitôt surgir de nouveaux problèmes phytopathologiques.

En effet, la découpe des régimes entraîne un accroissement du nombre des plaies qui peuvent être souillées, à la fois par les microorganismes déjà présents sur les coussinets, par les instruments de découpe plus ou moins propres, mais aussi et surtout par les eaux de lavage qui se chargent progressivement de débris divers et de spores (Photo 3).

De plus, on a pu observer la pénétration d'une petite quantité d'eau dans les tissus du coussinet, dès que cesse l'exsudation du latex. Cette eau entraîne inévitablement des spores et des bactéries en suspension jusqu'à 5 à 10 mm de profondeur dans le coussinet. Ce phénomène est rapide et s'effectue parfois en moins d'une minute.

On isole fréquemment des parties internes des coussinets, après passage dans le premier bain de lavage, diverses espèces, comme *Fusarium roseum*, *Stachylidium theobromae*, *Colletotrichum musae* (*Gloeosporium musarum*) *Botryodiplodia theobromae*, plusieurs *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma viride*, etc. D'autres chercheurs ont isolé en plus grand nombre *Cladosporium* sp. notamment.

De toutes façons toutes ces espèces se révèlent plus actives dans et à la surface des tissus blessés que lorsqu'elles demeurent sur l'épiderme intact de ces mêmes zones.

Rapidement, divers procédés ont été succes-

sivement mis au point pour entraver le développement de ces microorganismes.

On a tout d'abord remarqué que les plaies de découpe franche, à bords nets, étaient moins contaminées que celles à surface plus ou moins déchiquetée, et qu'il n'était pas nécessaire de conserver un morceau de hampe attendant au coussinet.

On a donc abandonné le "fil à trancher" pour se servir de préférence d'un couteau, ou mieux encore d'une sorte de "gouge" de grande taille, qui permet d'obtenir, lorsqu'elle est correctement maniée, une plaie franche et continue, au ras du coussinet, éliminant du même coup les restes de hampe.

Puis on a songé à généraliser le traitement des bananes par des produits fongicides.

En effet, jusqu'alors la banane échappait en grande partie aux applications chimiques qui sont pourtant pratiques courantes pour beaucoup d'autres fruits.

On a d'abord pensé à enduire, après le lavage des mains, les plaies des coussinets de peintures fongicides, ces sortes d'emplâtres devant désinfecter les surfaces blessées, et éviter les contagions ultérieures.

Ces pâtes sont en général à base de Manèbe et de PCNB (pentachloronitrobenzène), fongicides parfaitement efficaces vis-à-vis des espèces colonisant les coussinets.

Ils n'ont qu'un inconvénient, celui de ne pas pénétrer assez profondément dans les tissus, pour atteindre les spores déjà en place.

Leur efficacité n'est pas nulle mais nettement insuffisante.

On s'est aussi attaché à obtenir une eau de lavage la plus propre possible, et fréquemment renouvelée, ou mieux encore un bain désinfectant.

Avec cette dernière méthode on introduit cependant un problème supplémentaire qui est celui d'obtenir l'agrément des Services de l'Hygiène pour le produit fongicide utilisé, puisque des résidus de celui-ci demeureront sur les fruits jusqu'à leur consommation.

Afin de tourner cette difficulté, certains chercheurs en Amérique centrale, ont envisagé d'incorporer à l'eau des bacs du chlore naissant, et obtenir par ce moyen la destruction des spores déposées à la surface des bananes et de celles en suspension dans l'eau, et

par conséquent éviter la contamination en profondeur des coussinets (GREENE, 1966).

Les expériences ont montré que l'on pouvait obtenir avec une concentration de 40 ppm d'acide chlorhydrique dans l'eau, maintenue au pH de 4 environ, une excellente destruction des spores déposées sur les épidermes et en particulier, en moins de 30 secondes, une action nette sur les "appressorium" de *Colletotrichum musae*, et ceci sans aucun dommage pour les fruits, ni résidu toxique pour le futur consommateur.

Toutefois, l'appareillage nécessaire à l'application de ce traitement est complexe et demande une surveillance continue. Il n'est valable que pour des stations d'emballage de grande dimension. D'autres essais ont été faits et certains résultats encourageants obtenus avec divers produits fongicides, incorporés aux eaux de lavage, en général dans un deuxième bain, comme le Shirlan AG ou WS (déjà utilisé pour le trempage des régimes) ou le Manèbe, etc.

Là encore leur efficacité n'est pas nulle, mais seulement très insuffisante, et la tentation d'en augmenter les doses d'applications afin de les rendre plus efficaces entraîne souvent l'apparition de "brûlures" épidermiques tout à fait regrettables (Photo 4).

La découverte récente de l'activité fongitoxique des produits dérivés du "Benzimidazole" a permis d'expérimenter et de mettre au point

de nouveaux modes de traitements parfaitement efficaces, dont les efficacités se prolongent jusqu'à la vente au détail.

Ces produits (THIABENDAZOLE, BENLATE, FUBERIDAZOLE) sont actifs vis-à-vis de la presque totalité des espèces fongiques présentes sur les bananes (*Colletotrichum musae*, *Fusarium roseum*, *Penicillium* sp., etc.).

Les excellents résultats, nombreux maintenant (CUILLE, BUR-RAVAULT, 1968 ; FROSSARD, 1969) obtenus avec ces produits, devraient encourager dans un prochain avenir la généralisation de leur emploi, au fur et à mesure que les homologations seront accordées.

Mais il faut bien se garder de penser qu'après l'application de ces produits efficaces et rémanents, on puisse se dispenser d'apporter tous les soins nécessaires à l'emballage des fruits.

Il est nécessaire de les disposer précautionneusement dans les cartons, selon les méthodes éprouvées (CHAMPION, 1966), de vérifier que l'agrafage des fonds et des couvercles a été correctement effectué et que les extrémités des agrafes ne viendront pas blesser les mains.

Il est tout aussi essentiel de manipuler avec soin les colis, car l'on a pu constater (maintes fois) qu'une chute de 30 à 40 cm provoquait à coup sûr l'éclatement de deux coussinets sur trois.

## ALTÉRATIONS APPARAISSANT DURANT LE TRANSPORT ET LA MATURATION DES FRUITS

On a souligné précédemment que les bananes vertes non blessées, bien qu'hébergeant un nombre important de spores de diverses espèces pathogènes, demeureraient, sauf exception, relativement saines.

Il était cependant clair que toute altération des fruits, de quelque nature que ce soit (blessure, choc, etc.) rendait aussitôt la banane plus sensible à l'action des microorganismes.

Il est évident par ailleurs que le fruit évolue dès sa cueillette et que les processus de dégradation se déclenchent très rapidement, malgré l'action des basses températures régnant durant le transport.

Par conséquent durant les deux dernières phases de la vie du fruit avant sa commercialisation (transport et maturation) l'incidence de l'état physiologique de la banane sur le développement des pourritures est très important.

On peut à cet effet rappeler brièvement les étapes physiologiques successives que franchit ce fruit (AUBERT, 1969).

On désigne habituellement sous le terme de phase préclimactérique le temps précédant juste la récolte et durant lequel la banane évolue pour atteindre un certain degré de plénitude. Durant cette période son activité respiratoire est faible, la teneur de la pulpe en oxygène est

élevée, mais celle en gaz carbonique faible. Puis survient la récolte, et si les conditions de température et d'hygrométrie sont favorables (27 à 29°C, H. 90 p. cent), commence alors la phase climactérique proprement dite, caractérisée par une activité respiratoire intense, par la libération du gaz carbonique dans les tissus, par une diminution rapide de la teneur en oxygène, par une transpiration intense et par l'élévation de la température interne de la pulpe.

La phase post climactérique survient environ 48 heures après.

A ce moment on note un net ramollissement de la pulpe. Les teneurs de la pulpe en oxygène et en gaz carbonique augmentent alors que le dégagement du gaz carbonique diminue.

Puis plusieurs réactions secondaires se déclenchent successivement, certaines conduisant progressivement à la couleur jaune de la peau, d'autres donnant naissance à plusieurs composés volatils constitutifs de l'arôme (Mc CARTHY et PALMER, 1963).

Les échanges gazeux à travers l'épiderme se font de plus en plus difficilement et la banane atteint sa complète maturité.

Si le fruit n'est pas consommé à ce stade, il subit une dégradation rapide qualifiée parfois de phase sénescence.

#### ALTERATIONS APPARAISSANT DURANT LE TRANSPORT

Rappelons que les conditions générales régnant habituellement dans les cales des navires bananiers, sont de 12 à 13°C de température et de 90 à 95 p. cent d'hygrométrie.

Ces températures ne sont pas considérées comme particulièrement favorables à la croissance des espèces de champignons.

Cependant l'activité de certaines d'entre elles y est encore notable.

Ainsi entre 10 et 13°C, la croissance de *Colletotrichum musae*, n'est réduite que de 50 p. cent par rapport à celle obtenue à 20°C.

Le *Thielaviopsis paradoxa* conserve aussi une croissance non négligeable. L'activité de *Fusarium roseum* n'est vraiment faible qu'à partir de 6 à 8°C.

*Nigrospora oryzae*, présent dans les coussinets et au cœur des fruits dans le cas d'attaque grave, n'est réellement inhibé qu'au-dessous de 5°C.

Le pourcentage d'hygrométrie, voisin de 90 à 95 p. cent, est par contre tout à fait favorable, mais son influence est limitée par la température.

Ces deux composantes (température et hygrométrie) ne pouvant être modifiées sans entraîner de sérieux dommages aux fruits, si la température est inférieure à 12°C, il y a risque de frisure, et si l'hygrométrie descend au-dessous de 80 p. cent on enregistre des pertes sensibles de poids. Il convient de garder à l'esprit que plusieurs espèces pathogènes poursuivent, certes lentement mais inexorablement, leur travail de dégradation des bananes, pendant les 7, 10 et parfois 20 jours que dure le transport maritime.

Si ces microorganismes n'ont pas été éliminés ou détruits par les bains fongicides avant le chargement, certains dégâts, sur les coussinets notamment, seront bien visibles au débarquement, car il n'existe actuellement à bord des navires bananiers, aucun moyen d'enrayer le développement des champignons, aussi faible soit-il.

On peut penser que l'application au transport bananier des méthodes de contrôle d'atmosphère, permettrait de limiter nettement l'activité fongique.

Il n'en est rien car, outre les difficultés techniques que cela représente, la banane n'accepte pas sans dommage une atmosphère trop pauvre en oxygène ni une concentration en gaz carbonique supérieure à 4 p. cent environ. Et ces conditions n'ont malheureusement pas d'influence sur la croissance des principales espèces de champignons de la banane.

Les seules précautions à suivre pour éviter l'aggravation des pourritures durant le voyage maritime, sont, d'une part de maintenir très précisément les conditions optimum définies précédemment, et d'autre part, de ne pas charger de fruits tournants qui sont, comme nous allons le préciser, extrêmement sensibles aux dégradations fongiques.

Ajoutons que la désinfection systématique des cales, entre chaque voyage est depuis longtemps préconisée, mais très rarement pratiquée.

#### ALTERATIONS APPARAISSANT DURANT LA MATURATION

C'est durant cette période que la banane est

la plus vulnérable aux attaques fongiques et cette sensibilité est liée à deux causes principales.

Tout d'abord le fruit va subir en quelques jours de profondes modifications biochimiques se traduisant par exemple, en l'apparition dans la pulpe de quantités croissantes de sucres divers au détriment de l'amidon, et par la dégradation des "tannins" et des substances pectiques de la peau, qui vont toutes créer un milieu nutritif extrêmement favorable à la croissance de toutes les espèces de champignons pathogènes.

Puis les conditions fréquemment pratiquées pour la maturation avec des températures élevées de l'ordre de 22 à 25°C, accompagnées d'une forte hygrométrie (90 à 95 p. cent), vont encore stimuler l'activité fongique.

Les parties les premières à pourrir sont évidemment les zones situées sous les plaies de découpe (hampe et coussinets).

La hampe, au temps du transport des bananes en régimes, était colonisée et rapidement envahie par *Botryodiplodia theobromae*, *Thielaviopsis paradoxa* et *Colletotrichum musae*, avec une extension de la zone pourrie jusqu'au coussinets. Ces dégâts ont maintenant disparu avec les emballages en mains.

Les coussinets, si toutes les précautions n'ont pas été prises, sont déjà profondément investis par *Fusarium roseum*, *Stachyliidium theobromae*, *Colletotrichum musae* et par une vingtaine d'autres espèces, auxquelles s'ajoutent des bactéries.

A la fin de la maturation la pourriture est complète et gagne facilement les pédoncules (Photo 5).

Si les traitements ont été correctement appliqués au cours du trempage, les coussinets demeurent presque intacts (Photo 6).

Les fruits proprement dits n'échappent pas aux pourritures.

L'évolution de la peau lève la latence des "appressorium" de *Colletotrichum musae* et ce champignon se développe alors rapidement et provoque l'apparition de petites taches brunes qui s'élargissent et parfois confluent.

Les blessures superficielles, déjà colonisées par cette même espèce, sont totalement envahies et de larges nécroses noires apparaissent.

Les espèces telles que *Deighthoniella torulosa*, *Fusarium roseum*, *Botryodiplodia theobromae*, s'associent souvent pour envahir l'extrémité des fruits et provoquer une pourriture molle de la pulpe.

En constatant que la banane mûrissante semblait plus sensible aux attaques fongiques que la banane verte, on a pensé que cette dernière pouvait contenir, en particulier dans son épiderme, des substances fongitoxiques actives.

Une recherche dans ce sens était particulièrement justifiée pour élucider les phénomènes de latence sur fruit vert, observés avec les "appressorium" de *Colletotrichum musae*.

Une étude réalisée en 1966 (RAZAKAMANANTSOA) à l'aide des vingt produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation (HULTON et PROCTOR, 1961 et Mc CARTHY et PALMER, 1963) a permis de les classer en deux groupes principaux selon leurs activités vis-à-vis du *C. musae*.

Certains sont totalement inactifs et chose curieuse, la plupart d'entre eux sont émis aux stades "vert" et "plus vert que jaune". Les autres, capables d'arrêter ou de ralentir nettement la croissance de *C. musae*, sont principalement émis aux stades "plus jaune que vert" et "tout jaune".

Parmi ceux-ci, deux sont particulièrement intéressants car, en plus de leurs actions fongistatiques, ils agissent aussi sur la coloration des fruits. Le Butyrate d'Isoamyle retarde la coloration jaune s'il est appliqué légèrement avant son moment naturel d'émission, et l'Isovalérianate d'Isoamyle, au contraire, active le jaunissement de l'épiderme du fruit sans modifier parallèlement l'évolution de la pulpe.

Ces seuls résultats montrent clairement dans quelle direction peuvent être conduites de nouvelles recherches, et qu'il est encore possible d'explorer avec profit le domaine de l'atmosphère contrôlée.

Une autre étude réalisée en 1968 (MULVENA et al.) a permis de déterminer et d'isoler de la peau de banane verte, une substance fongistatique, le 3-4-dihydroxybenzaldehyde. Cette substance n'a pu être isolée de fruits mûrs, son action est réelle vis-à-vis de *C. musae* et l'on peut penser que sa dégradation est l'un des facteurs qui lèvent la latence des "appressorium" de *C. musae*.



Quoi qu'il en soit il faut convenir qu'actuellement il semble difficile d'agir sur la physiologie du fruit de telle sorte que sa maturation ne soit pas perturbée et qu'il puisse conserver toutes ses qualités jusque dans l'assiette du consommateur, sans cependant favoriser par ailleurs la croissance des microorganismes.

Il n'en est pas de même pour ce qui concerne les méthodes de maturation.

On peut en effet agir à la fois sur la durée de cette opération et sur la température maximum requise (Anonyme, 1961).

Selon les nécessités on peut ainsi mûrir en quatre jours, six jours ou huit jours, avec des températures voisines de 16 à 23°C, ou de 15 à 20°C seulement.

Réduire de quatre jours la phase de maturation, cela signifie très précisément gagner de vitesse les champignons dans leur développement et de même, appliquer des températures ne dépassant pas 20°C, c'est réduire de 10 à 20 p. cent l'activité fongique.

Ces méthodes nécessitent bien entendu des installations modernes de climatisation des

chambres, et l'emploi de l'éthylène comme accélérateur de maturation.

Les étapes des maturations, permettant d'obtenir en 4, 6, 8 jours, des fruits tournants (stade "plus jaune que vert"), sont indiquées dans le tableau récapitulatif ci-après.

Une autre technique (DUVERNEUIL, 1962) dite des températures dégressives, permet d'obtenir un résultat similaire, mais en trois jours seulement.

Il faut souligner que les dégâts occasionnés par l'action de températures inférieures à 12°C, désignés sous le terme de "frisure", ont peu d'incidence sur le développement des pourritures.

Ils modifient par contre le comportement des bananes durant la maturation et obligent à utiliser une technique légèrement différente.

Enfin il n'est pas superflu de rappeler que les chambres de maturation, tout comme les cales des navires, doivent être périodiquement désinfectées, ces traitements limitent en principe les risques de réinfection des fruits.

## CONCLUSION

L'amélioration de la qualité de la banane implique nécessairement de lui éviter les altérations d'origine fongique qui peuvent survenir à tout moment.

Les recherches futures pourraient porter sur la protection précoce des régimes et leur désinfection, sur la mise au point de nouvelles formules fongicides actives à utiliser dans les bains de lavage, et sur la conduite rigoureuse des opérations de maturation.

NB - stade 1 : vert ; stade 2 : vert, traces de jaune ; stade 3 : plus vert que jaune ; stade 4 : plus jaune que vert ; stade 5 : jaune bout vert ; stade 6 : tout jaune ; stade 7 : jaune, tigré ; stade 8 : jaune, larges plages brunes.

## Mûrisserie climatisée, emploi de l'éthylène

	Maturation rapide 4 jours	Maturation 6 jours	Maturation lente 8 jours
0 h	éthylène température 18° hygrométrie 95 p. cent ventilation circuit fermé	éthylène température 18° hygrométrie 95 p.cent ventilation circuit fermé	éthylène température 16° hygrométrie 95 p. cent ventilation circuit fermé
.24 h	renouvellement de l'air durant une vingtaine de minutes		
24 h	température 18° hygrométrie 95 p. cent ventilation circuit fermé	température 16° hygrométrie 95 p.cent ventilation circuit fermé	température 14° hygrométrie 95 p. cent ventilation circuit fermé
48 h	température 16° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé	température 15° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
72 h	température 14° hygrométrie 80 p. cent ventilation circuit fermé	température 13-14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
96 h	fin	température 13-14° hygrométrie 80 p.cent ventilation circuit fermé	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
	120 h	température 13° hygrométrie 80 p.cent ventilation circuit fermé	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
	144 h	fin	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
		168 h	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
		192 h	température 14° hygrométrie 90 p. cent ventilation circuit fermé
			fin

## BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme - 1961. Banana ripening manual  
*Fruit Dispatch Company, Boston U.S.A.*
- Anonyme - 1968. Rapport - Enquête qualité.  
*Sicabam/IFAC.*
- Anonyme - 1969. Rapport - Enquête qualité.  
*Assobag/IFAC.*
- AUBERT (B.) - 1969. Quelques aspects sur le développement de la physiologie de la banane avant et après la coupe.  
*Document R.A. 1969 - IFAC, 25 p.*
- BERG (L.A.) - 1968. Diamond spot of bananas caused by *Fusarium roseum* "gibbosum".  
*Phytopathology, vol. 58, 388-389.*
- BRUN (J.) - 1968. Rapport IFAC, Missions Madagascar et Cameroun.
- CADILLAT (R.M.) - 1968. Problème bananier.  
*Fruits, vol. 23, n° 9, p. 501-516.*
- Mc CARTHY et PALMER (J.K.) - 1963. Production of volatils compounds by the banana fruit during ripening.  
*Hort. Abstr., Jun., vol. 33, n° 2, p. 409.*
- CHAMPION (J.) - 1966. Quelques problèmes pour l'emballage des bananes en mains.  
*Fruits, vol. 21, n° 8, p. 373-393.*
- DUVERNEUIL (G.) - 1962. Données techniques sur la maturation des bananes.  
*Document n° 64 R.A. 1962 - IFAC, 12 p.*
- FROSSARD (P.) - 1969. Action du THIABENDAZOL et du BENLATE sur l'antracnose des bananes et son champignon pathogène: *Colletotrichum musae*  
*Fruits, vol. 24, n° 7-8, p. 365-379.*
- GREENE (G.K.) et GOOS (R.D.) - 1963. Fungi associated with crown rot of boxed bananas  
*Phytopathology, 53, 271-275.*
- GREENE (G.K.) - 1966. Response of conidia and appressoria of *Gloeosporium musarum* to hypochlorous acid.  
*Phytopathology, 10.56 - 1201-1203.*
- HULTON (O.H.) et PROCTOR (B.E.) - 1961. Changes in some volatils constituents of the banana during ripening storage and processing.  
*Food Techn., 15 oct., 440-444.*
- JOLY (P.) - 1962. La pourriture des bananes au cours du transport et en mûrisserie.  
*Fruits, vol. 17, n° 1, 23-31.*
- LAVILLE (E.) - 1967. Les maladies fongiques des bananes en entrepôt.  
*SETCO, ed. IFAC, Paris.*
- LAVILLE (E.) - 1968. Rapport IFAC, Missions Equateur et Antilles françaises.
- LUKEZIC (E.L.) et KAISER (W.J.) - 1966. Aerobiology of *Fusarium roseum gibbosum*, associated with crown rot of boxed bananas.  
*Phytopathology, 56, 545-548.*
- LUKEZIC (E.L.), KAISER (W.J.) et MARTINEZ (M.) - 1967. The incidence of crown rot of boxed bananas in relation to microbial populations of the crown tissue.  
*Canad. Jour. of Botany (45), 4, 413-421.*
- MEREDITH (D.S.) - 1957. Anthracnose of banana (*Gloeosporium musarum* Cke and Masee) with special reference to latent infection in storage.  
*Trans. Brit. Mycol. Soc., 40, 3, 337-345.*
- MEREDITH (D.S.) - 1967. Chemical control of transport and storage diseases of bananas  
*Trop. Agri., 38, 205-224.*
- MULVENA (D.), WEBB (E.C.) et ZERNER (B.) - 1969. 3.4 Dihydroxy benzaldehyde, a fungistatic substance from green cavendish bananas.  
*Phytochemistry, vol. 8, p. 393-395.*
- RAZAKAMANANTSOA (S.) - 1966. Action des différents produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation, sur la croissance du *Gloeosporium musarum*.  
*Fruits, vol. 21, n° 11, p. 597-604.*
- ROGER (L.) - 1951. Phytopathologie des pays chauds.  
*Le Chevalier édit. Paris.*
- SIMMONDS (N.W.) - 1969. Bananas  
*Longmans édit. London.*
- WARDLAW (C.W.) - 1961. Bananas diseases including plantains and abaca.  
*Longmans édit. London.*

