

# UNE CLADOSPORIOSE DU BANANIER EN CÔTE D'IVOIRE

par **P. FROSSARD**

*Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.).*

Les plantations de bananiers sont en général établies dans les zones tropicales où elles trouvent un climat favorable à leur végétation. Ce climat est également propice à un certain nombre de micromycètes qui occasionnent sur les feuilles fonctionnelles des taches de forme, de couleur et de dimensions extrêmement variables. Sans contredit, le plus dangereux de ces champignons est le *Mycosphaerella musicola* LEACH, agent de la maladie de Sigatoka ou Cercosporiose du bananier. Observée en Côte d'Ivoire depuis 1948, mais peut-être présente depuis plus longtemps, cette maladie n'a, jusqu'à présent, occasionné de dommages que dans les cas isolés.

On a pu alors observer, sur les feuilles relativement indemnes de Cercosporiose, une autre maladie

foliaire du bananier, désignée actuellement sous le nom de « Fausse Mosaïque ». On doit à J. BRUN (1954) la première et la seule description de cette affection. Il signale son apparition en Guinée en 1952 et la mentionne, à la même époque, en Côte d'Ivoire et au Cameroun. Des symptômes voisins ont été décrits ou mentionnés dans de nombreux pays, mais nous n'avons pas trouvé à l'heure actuelle, ni dans la récente révision de WARDLAW (1961) ni ailleurs, de description correspondant à ceux précisés en Afrique occidentale ou associés à la présence du parasite en cause. Cette maladie préoccupe actuellement beaucoup de planteurs de Côte d'Ivoire, c'est pourquoi nous avons jugé utile de réaliser une mise au point sur ce sujet.

## SYMPTOMATOLOGIE

### Description.

L'affection se manifeste sur la variété Poyo 'Robusta' par des symptômes foliaires qui n'apparaissent jamais sur la feuille en déroulement (cigare) ni sur les deux feuilles les plus jeunes. La troisième peut occasionnellement présenter les premiers symptômes, mais c'est plutôt à partir de la quatrième feuille qu'il faudra les rechercher ; la maladie va ensuite en s'aggravant à mesure que l'âge des feuilles augmente. Nous pouvons distinguer les stades d'évolution suivants (ces stades ont été utilisés pour estimer la gravité de l'attaque) :

— Stade 0 : Aucune tache visible, feuille apparemment saine.

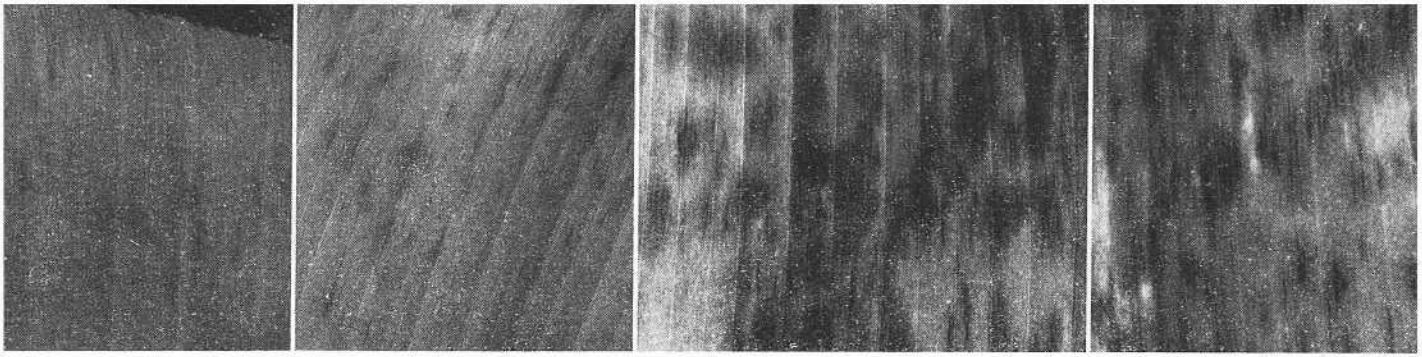
— Stade 1 : Trois à quatre semaines après le déroulement de la feuille apparaissent sur le bord gauche (le premier déroulé) du limbe, des petites taches semblables

à des traits de crayon, brun foncé, de 0,5 mm de large et de 1 à 5 mm de long. Ces tirets limités par deux nervures secondaires voisines se voient mal en lumière incidente, mais ils se distinguent facilement en lumière transmise si l'on regarde la feuille à contre-jour.

— Stade 2 : Les premiers tirets s'allongent et s'élargissent, mesurent 5-10 × 1-2 mm (photo 1) ; leur teinte s'assombrit et on peut à ce stade les observer en lumière incidente, tandis que des tirets primaires apparaissent sur les autres parties de la feuille.

— Stade 3 : L'ensemble de la feuille présente des tirets et des taches brun violacé mais la densité reste plus grande sur le bord gauche (photos 2 et 5). La teinte générale de la feuille reste encore nettement verte.

— Stade 4 : Le nombre des taches grandit encore ainsi que leurs dimensions qui ne dépassent pas, en général, 3 cm de long et 1,5 cm de large (photos 3 et 6).



1

2

3

4

PHOTO 1 : Stade 2. — PHOTO 2 : Stade 3. — PHOTO 3 : STADE 4. — PHOTO 4 : Autre aspect d'un stade 4. Noter la ligne oblique de taches. Ces quatre vues sont prises en lumière naturelle transmise à travers la feuille.

La feuille prend une teinte générale vert noirâtre que l'on peut remarquer à une centaine de mètres de distance. Des taches apparaissent à la naissance des nervures secondaires mais leur forme n'est plus régulière. Arrondies du côté nervure centrale, allongées du côté limbe, elles se dessinent en virgule.

— Stade 5 : Au centre des taches les plus âgées apparaissent, à la face supérieure, des petits tirets jaune orangé, parallèles aux nervures secondaires, de forme plus ou moins rectangulaire, qui se détachent nettement sur le fond sombre de la feuille lui donnant un aspect bariolé, d'où le nom de « Fausse Mosaïque » attribué à cette affection. Ces tirets correspondent à des cellules palissadiques dépourvues de chlorophylle et vraisemblablement tuées. Puis la feuille jaunit et se dessèche rapidement et prématurément en commençant par les régions marginales.

Précisons que la tache présente un contour assez diffus. La couleur passe graduellement du vert des bordures au noir violet très sombre du centre.

Un faciès particulier peut s'observer sur les premières feuilles émises par les bananiers lors d'une nouvelle plantation ou d'une replantation. Les taches ont en effet une forme arrondie, contrairement à la forme typique plus allongée qu'elles prennent sur des feuilles adultes. On peut comparer cette morphologie à celle des taches de cercosporiose sur des feuilles semblables et la relier à l'anatomie de ces feuilles dont, en particulier, les nervures secondaires sont plus éloignées les unes des autres que celles des feuilles adultes.

La répartition des taches sur l'ensemble de la feuille est en général très régulière. Cependant la densité est toujours plus grande sur le bord gauche qui se déroule le premier. Notons toutefois qu'il y en a relativement plus sur les principales nervures secondaires, ce qui rejoint les observations d'EVANS (1961) à propos de la répartition des taches de Cercosporiose. On peut également observer des taches disposées en lignes obliques sur la base du côté droit (photo 4). Ces lignes

semblent correspondre à des traînées de sève dues à l'alimentation de chenilles phyllophages.

#### Comparaison avec d'autres maladies foliaires.

Le centre des taches que nous venons de décrire ne se dessèche pas rapidement comme dans les taches nécrotiques dues au *Mycosphaerella musicola* LEACH, *Cordana musae* (ZIMM.) VON HÖHN, *Deightonella torulosa* (SYD.) ELLIS ou même l'« eye spot » à *Drechslera gigantea* (HEALD et WOLF) ITO décrit récemment par D. S. MEREDITH (1963). Elles se distinguent aussi très facilement des mouchetures dues à *Chloridium musae* STAHEL, caractérisées par de tout petits points noirs groupés en plages plus ou moins orbiculaires de quelques centimètres de diamètre. Ces mouchetures (leaf speckle) se rencontrent constamment en Côte d'Ivoire et, depuis leur description par G. STAHEL (1937) au Surinam, ont été signalées en de nombreux pays tropicaux ou subtropicaux : Brésil (A. A. BITANCOURT, 1940), Jamaïque (E. B. MARTYN, 1945), Queensland (W. PONT, 1960). Un autre hyphomycète, le *Ramichloridium musae* STAHEL, n'est actuellement connu qu'au Surinam G. (STAHEL, 1937) et en Australie (W. PONT, 1960). Nous l'avons également observé en Côte d'Ivoire où les symptômes que l'on peut lui associer sont extrêmement discrets. Il ne provoque pas de véritables taches, mais se manifeste par un duvet brun roussâtre très abondant à la face inférieure des feuilles qui prennent un aspect enfumé. Enfin, E. B. MARTYN (1945) décrit des petites taches brun pâle (formes et dimensions non précisées) régulièrement distribuées dans les parties jaunissantes des feuilles adultes auxquelles est associé le *Cladosporium musae* MASON et qui semblent sans rapport avec les tirets et taches allongés que nous venons de décrire.

Le « leaf speckle » australien attribué au *Mycosphaerella musae* (SPEG.) SYD. ou tout au moins la photographie qu'en donne WARDLAW (1961), p. 395, d'après SIMMONDS J. H. (1933) se rapprocherait le plus de

cette affection. Mais les taches en sont beaucoup plus irrégulières et apparaissent beaucoup plus tardivement sur les feuilles basses. D'après W. PONT (1960) les incubations sont de 80 à 100 jours.

La détermination exacte du parasite est en cours mais il est incontestable, nous le verrons plus loin, qu'il s'agit d'un *Cladosporium* sp. C'est pourquoi nous proposerons d'appeler « Cladosporiose du bananier » cette affection. Le terme de « Fausse mosaïque » n'est pas très convenable, car il s'applique à un symptôme très tardif qui apparaît peu avant la fanaison des feuilles ; de plus, ce terme autorise une confusion gênante avec la Mosaïque Vraie qui existe aussi en Côte d'Ivoire. Signalons en passant que sur un bananier atteint de Mosaïque, la Cladosporiose provoque des taches de forme semblable mais dont la couleur passe très vite à un brun très foncé presque noir ce qui augmente encore l'aspect de mosaïque.

#### Sensibilité variétale.

Nos remarques sont fondées sur des observations effectuées les 22 mai 1962 et 2 avril 1963 dans les collections de bananiers de la Station I. F. A. C. d'Azaguié qui comporte un peu plus d'une centaine de clones. Nous avons recherché quels cultivars présentaient des symptômes typiques de Cladosporiose, sans essayer de faire l'inventaire mycologique des feuilles des variétés apparemment saines.

Il s'avère que la Cladosporiose attaque principalement les variétés cultivées pour l'exportation qui sont

toutes des triploïdes AAA. Il s'agit de tout le groupe *sinensis* représenté par les clones : « Petite Naine », « Grande Naine », « Poyo », « Lacatan » et les mutants moins répandus tels que « Barankoré », « Sérédou », « Manéah », ainsi que les variétés malgaches « Tsy Ambo Tsy Hiva » et « Americani ». Le « Gros Michel » est un peu moins touché, de même que les clones plus ou moins voisins : « Rabat », « Baobab », Cantoboloni », « M'Vuazi », « Ambo » et « Guinéo ».

Le clone « Figue Sucrée » (AA), très sensible à la maladie de Sigatoka paraît indemne de Cladosporiose ainsi que « Figue Rose » (AAA). L'hybride IC 2 (AAAA) présente quelques taches.

Au contraire, tout le groupe des plantains, bananes à cuire et pommes (AAB-AB-ABB) semble remarquablement sain. Nous n'avons observé que quelques taches sur quatre variétés : 058 CI, « Plantain vert », « N'Jock Corn » et « Popoulou popoulou » sur 75 numéros. Enfin les *Musa* séminifères : *M. acuminata*, *M. balbisiana*, *M. textilis*, *M. basjoo* et *M. ornata* sont totalement indemnes.

En avril 1963, notre attention a été attirée par des dessèchement marginaux (sur quelques centimètres) de feuilles adultes de plantains locaux de la variété « Corne ». Outre le *Cordana musae* constamment présent dans ce genre de dessèchement, nous avons observé un *Cladosporium* sp. très voisin de celui dont la description est donnée plus loin. Les isollements ont été réalisés et les inoculations en cours sur « Poyo » nous indiquerons peut-être s'il s'agit du même parasite et si l'on doit considérer cette variété comme un réservoir possible du pathogène.

## LE PATHOGENE

#### In vivo.

Il est très facile d'observer à l'œil nu des fructifications fongiques si l'on recourbe le limbe autour du doigt, face inférieure au-dessus, et que l'on regarde tangentiellement sur un fond sombre (photo 7). Elles apparaissent sous la forme de poils noirs longs de quelques dixièmes de millimètre, terminés par une houpette blanche. A l'examen microscopique on s'aperçoit qu'il existe un certain nombre de micromycètes différents (qui sont en cours de détermination). L'un d'entre eux est constamment associé, dès les premiers

stades de la tache (stade 2) ; il a pu être facilement isolé et les inoculations ont été positives. Au microscope à dissection, les longs poils apparaissent comme de très grands conidiophores (longueur moyenne, 610 microns) portant une touffe blanche composée de conidies en chaînes plus ou moins ramifiées. Cette touffe se dissocie immédiatement au contact d'un liquide (acide lactique, eau, etc.) et au montage microscopique on n'observe plus qu'un conidiophore terminé par 3 ou 4 ramifications primaires. Il est cependant possible d'observer à sec les conidies en place en détachant délicatement le pied avec une aiguille très fine et en dépo-

sant le tout sur une lame. On constate qu'il existe un petit nombre de branches primaires latérales et terminales (pas plus de 5) à l'extrémité desquelles sont insérées des chaînes de conidies qui peuvent se ramifier secondairement. Le diamètre moyen de la touffe conidienne est de 90 microns.

Les conidiophores sont noirs, cloisonnés (en moyenne 13 cloisons) (photo 8). Leur base est foncée, de 6 à 7 microns de largeur, est renflée en ampoule ayant un diamètre moyen de 10 microns (photo 10). Cette ampoule, posée sur l'épiderme, est accompagnée de rhizoïdes également bruns qui pénètrent dans l'ouverture d'un stomate ou qui sont reliés à un mycélium superficiel très fin (0,5 à 1 micron) en toile d'araignée. Les conidiophores sont systématiquement associés à un stomate et, en grande majorité, ils sont isolés. On peut cependant en voir quelquefois deux et exceptionnellement trois par stomate, en particulier sur les taches relativement âgées ; leur largeur diminue régulièrement vers l'apex où elle est de 4 microns, immédiatement avant la première ramification (photo 11). De même, la coloration très foncée à la base, pâlit vers l'apex. Les premières ramifications monocellulaires sont encore plus pâles. Elles persistent après la chute des conidies.

L'apex porte plusieurs stérigmates qui portent les ramifications secondaires, monocellulaires également. Celles-ci sont des éléments ramo-conidiens facilement caducs et qui germent comme de véritables conidies. On peut distinguer trois sortes de conidies qui sont subhyalines, monocellulaires et de formes générale cylindrique à extrémités atténuées :

1) des conidies terminales dont une extrémité est arrondie ; l'autre, pointue, porte une seule cicatrice d'insertion. Leurs dimensions moyennes sont de  $9 \times 3$  microns ;

2) des conidies intercalaires, les plus fréquentes, portant une cicatrice à chaque extrémité et qui sont donc symétriques et mesurent en moyenne  $11 \times 3,3$  microns ;

3) des ramo-conidies ayant donné naissance à une (ou deux) branches dont la base porte une cicatrice et l'apex deux (ou trois). Elles mesurent en moyenne  $12,9 \times 3,8$  microns. Les cicatrices sont circulaires, leur diamètre est d'environ 0,7 microns.

A la face supérieure, on constate, lorsque la feuille est humide, que la surface des taches a un aspect rugueux, contrairement aux parties saines voisines. En regardant très soigneusement, on peut voir des poils plus rares et plus ras. Il s'agit de conidiophores semblables aux précédents, également associés aux stomates mais nettement plus courts (300 microns) (photo 9). Le tableau comparatif montre que le ren-



PHOTOS 5 et 6. — Stade 4. Ces deux vues sont prises en lumière artificielle transmise à travers la feuille.



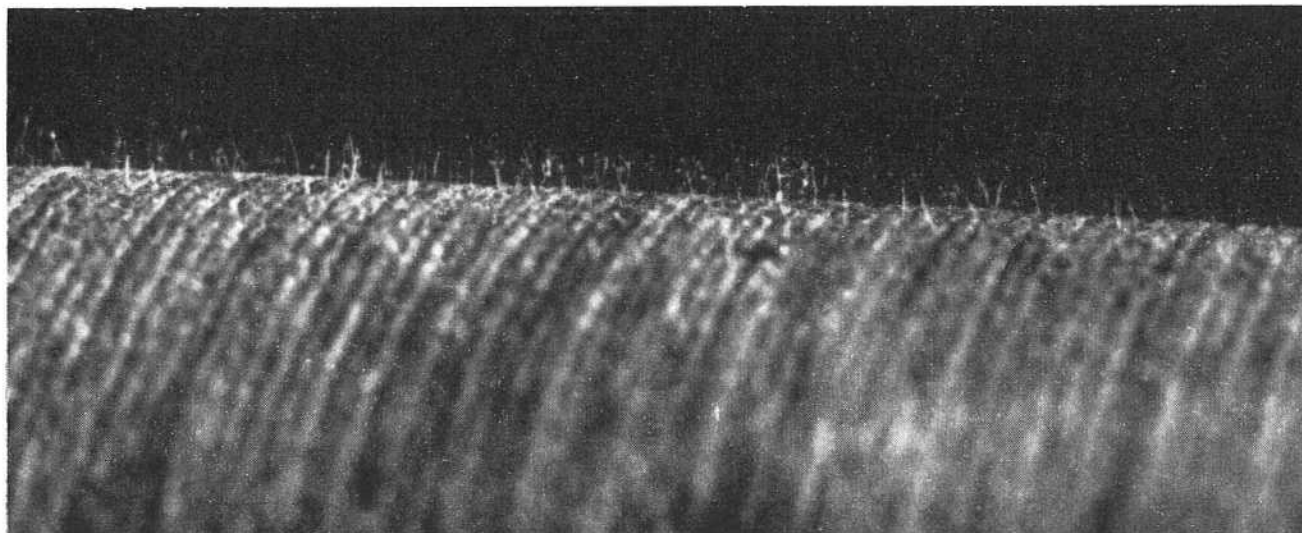


PHOTO 7. — Vue macroscopique des conidiophores de la face inférieure ( $\times 10$ ).

flement basal, la base et l'apex sont plus larges d'un micron environ. La formation des spores est identique, mais leur nombre, dans la nature, est moins grand. Les conidies sont également un peu plus longues et plus larges (tableau I).

Cette différence morphologique est sans doute due à des conditions différentes de milieu selon les faces. En effet, nous avons pu observer une portion de limbe retournée sous l'effet d'un arachnide. Dans ce cas, la face anatomiquement inférieure, qui se trouvait tournée vers le ciel, portait des conidiophores courts et trapus tandis que sur la face supérieure, tournée vers le bas, les conidiophores étaient relativement longs et grêles (tableau I).

Les caractères suivants : conidiophores bien différenciés, brun foncé, multicloisonnés portant des chaînes plus ou moins ramifiées de conidies monocellulaires, permettent de rapporter ce champignon au genre *Cladosporium* tel qu'il a été revu par de VRIES (1952). Ce genre comporte des centaines d'espèces ; parmi celles-ci le *Cladosporium musae* MASON a été décrit sur bananier et MARTYN (1945) le signale en Jamaïque, au Ghana et en Sierra Leone. La diagnose correspond à peu près à notre description, mais il n'est pas fait mention de la structure basale si caractéristique du champignon de Côte d'Ivoire ni de l'association constante de ces bulbes avec les stomates des feuilles parasitées. Nous n'avons pas examiné le type et désignons provisoirement cet agent pathogène par le terme *Cladosporium* sp. forme A ad interim pour le distinguer

des autres micromycètes voisins observés constamment sur les feuilles de bananier, dont la base T des conidiophores est très classiques pour des organismes épiphyllés (cf. par exemple *Chloridium musae* et *Ramichloridium musae*).

#### In vitro.

Ce champignon peut être facilement isolé en culture et végète normalement sur divers milieux gélosés :

→ PHOTO 9. — Un conidiophore de la face supérieure ( $\times 100$ ).

PHOTO 8. — Vue d'ensemble de deux conidiophores de la face inférieure ( $\times 100$ ).

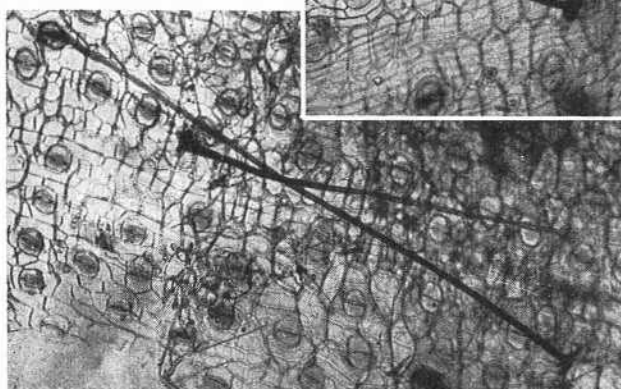


TABLEAU I.

*Résultat des mensurations (en microns).*

|   | FACE INFÉRIEURE |         |         | FACE SUPÉRIEURE |         |         |
|---|-----------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|
|   | Moyenne         | Minimum | Maximum | Moyenne         | Minimum | Maximum |
| A. Conidiophores (50 mesures).                |                 |         |         |                 |         |         |
| — diamètre ampoule basale.....                | 10,0            | 8,5     | 12,5    | 11,7            | 10,0    | 14,0    |
| — largeur base.....                           | 6,7             | 4,2     | 8,4     | 8,1             | 6,3     | 9,8     |
| — largeur apex.....                           | 4,2             | 3,5     | 4,9     | 6,2             | 5,6     | 7,0     |
| — Nombre cloisons.....                        | 13              | 10      | 19      | 6 à 7           | 5       | 9       |
| — Longueur totale.....                        | 610             | 320     | 900     | 300             | 146     | 610     |
| B. Conidies à deux cicatrices (100 mesures).  |                 |         |         |                 |         |         |
| — Longueur.....                               | 11,13           | 7       | 15      | 12,58           | 9       | 16      |
| — Largeur.....                                | 3,34            | 2,5     | 4       | 3,96            | 3       | 5       |
| C. Conidies à trois cicatrices (100 mesures). |                 |         |         |                 |         |         |
| — Longueur.....                               | 12,90           | 9       | 18      | 13,87           | 12      | 16      |
| — Largeur.....                                | 3,79            | 3       | 5       | 4,63            | 4       | 5       |
| D. Diamètre du bouquet conidien (50 mesurs).  | 91              | 60      | 130     |                 |         |         |

pomme de terre glucosée (P D A), avoine, maltéa, Cza-peck, etc... Sur P D A la croissance est bonne. Il se développe un mycélium aérien abondant, floconneux, blanc pur au début puis plus ou moins grisâtre. Des hyphes, enfoncés dans la gélose, précèdent de peu la croissance aérienne et donnent à la colonie un liséré verdâtre de 1 à 2 mm de large. Le revers des colonies est parfaitement noir. On retrouve en faible quantité des macroconidiophores semblables à ceux décrits sur les feuilles, avec la même structure basale et des branches primaires persistantes. Une forme micronémée, beaucoup plus fréquente, est constituée par des chaînes conidiennes prenant naissance directement sur des hyphes indifférenciés. La température optimum de dé-

veloppement végétatif semble se situer autour de 25° C. La croissance est bonne à 20° C et à 30° C, elle est très faible à 32° et nulle à 35°, ainsi d'ailleurs qu'à 10° C.

Sur les milieux pauvres tels que l'avoine gélosée ou le bouillon de pomme de terre-carotte (P C) LANGERON (1945), le mycélium aérien est pratiquement nul, ce qui facilite l'observation des fructifications. La sporulation reste aussi bonne que sur P D A par exemple.

Nous avons pu sélectionner une souche hautement sporulante dont les colonies sont, dès leur naissance, uniformément grises. Le mycélium aérien est peu abondant, même sur P D A. Cette souche, A II, a permis de faire des études sur la biologie du champignon, tant au laboratoire qu'en plein champ.

TABLEAU II.

*Longueur, en microns, des conidiophores selon la position du limbe.*

|                         | FACE SUPÉRIEURE    | FACE INFÉRIEURE    |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Position normale.....   | 150 à 610 moy. 300 | 320 à 900 moy. 610 |
| Position retournée..... | 350 à 850 moy. 640 | 150 à 310 moy. 200 |

## BIOLOGIE

### Inoculations expérimentales.

Les premiers essais ont été faits les 19 et 31 mars 1962 sur des bananiers « Poyo », cultivés en plein champ à la Station I. F. A. C. d'Anguédédou. On a chaque fois pulvérisé, sur les deux faces de trois feuilles à peine déroulées, une suspension de spores contenant environ 3 millions de spores par ml. Les spores provenaient, la première fois, d'une culture de la souche A sur P D A âgée de 8 jours, la deuxième fois, d'une culture de A sur avoine gélosée, âgée de 8 jours également.

Un gros inconvénient de la situation en plein champ des bananiers inoculés est l'existence d'une infection naturelle par de nombreuses spores de champignons, particulièrement par le *Chloridium musae* et la Cladosporiose spontanée. Même sur les très jeunes feuilles inoculées, ces contaminations interfèrent suffisamment pour qu'il soit impossible, au cours des examens microscopiques effectués les jours suivants, de distinguer les spores ayant servi à l'inoculation et d'observer leur mode de pénétration. Nous avons pu constater la formation de nombreux appressoria à l'extrémité des tubes germinatifs, mais il nous est impossible de préciser au bout de combien de jours la pénétration se réalise. Ces appressoria sont localisés à l'emplacement des stomates.

Les symptômes caractéristiques de la maladie sont apparus exactement un mois après l'inoculation sous forme de petits tirets sombres de 2 à 5 mm de long, extrêmement nombreux. Un mois après, les feuilles étaient entièrement desséchées, contrairement aux feuilles de même âge non inoculées des bananiers voisins qui, quoique parsemées de taches spontanées, étaient encore parfaitement vertes et fonctionnelles.

Le 28 mai, une troisième expérience a porté sur une souche A II (hautement sporulante) âgée de 10 jours sur P D A. La concentration utilisée a été de 2,5 millions de spores par millimètre. L'inoculation a été faite sur trois feuilles nouvellement déroulées; on a délimité, au moyen d'une cache en carton, un carré de 10 cm de côté, sur chaque face, en position symétrique par rapport à la nervure centrale. Malheureusement le soir même tombait une pluie violente de 80 mm qui lessivait vraisemblablement une partie des spores, principalement celles placées à la face supérieure. Par la suite, le mois de juin fut extrêmement pluvieux (1 150 mm). Les premiers symptômes sont apparus sur les trois carrés inoculés à la face inférieure, le 1<sup>er</sup> juillet, soit un peu plus d'un mois (34 jours exac-

tement après le début de l'essai). Les parties protégées par le carton ne portaient aucune tache. Par la suite le nombre des tirets s'est beaucoup accru dans les carrés face inférieure qui, le 1<sup>er</sup> août, étaient totalement desséchés. A l'extérieur de ces carrés, un certain nombre de tirets se développaient mais sans commune mesure avec le résultat apparent des inoculations à l'intérieur.

Dans les carrés inoculés à la face supérieure, sont apparus plus tardivement quelques tirets beaucoup moins nombreux que dans les précédents, mais un peu plus nombreux que dans les parties voisines protégées par le carton. Cette comparaison face inférieure, face supérieure demande à être reprise et précisée par des chiffres à une saison plus favorable du point de vue pluviosité. Certaines observations laissent prévoir qu'il y a une pénétration par la face supérieure. En effet, on a pu souvent remarquer des traînées de sève sur cette face. Ces traînées ont pour origine des blessures causées par le vent ou l'alimentation de chenilles de *Plusia* ou de *Prodenia*. Elles se développent en oblique sur la base du côté droit de la feuille et il apparaît ensuite de nombreuses taches en lignes à cet emplacement.

### Sporulation.

Pour déterminer les conditions favorables à la sporulation, on commence par récolter des feuilles présentant des taches bien évoluées. On recherche, au microscope binoculaire, sur les faces inférieures, des conidiophores portant un bouquet conidien normal. Chaque conidiophore retenu est entouré d'un trait, au crayon à verre, à peu près circulaire d'environ 5 mm de diamètre. A l'intérieur de ce cercle, tous les autres conidiophores sont enlevés à l'aide d'une aiguille fine. Enfin la houppe conidienne est enlevée délicatement à l'aide d'une anse de platine stérile trempée dans l'eau stérile; il reste à l'intérieur de l'anse une lentille d'eau qui attire toutes les conidies. On dispose ainsi de conidiophores repérés, fonctionnels, et qui ne portent pratiquement plus une seule conidie. Mais ce procédé est assez long et l'on n'a pu placer que dix conidiophores dans chacune des trois conditions suivantes :

- 1) 100 p. cent humidité relative
- 2) 98 p. cent —
- 3) 55 p. cent —

Les humidités relatives sont obtenues dans des dessiccateurs selon la méthode classique par des solutions saturées de sel. La température est de 23° à 25° C. Au

bout de 15 h, dont 12 h d'obscurité, on observe la sporulation en donnant à chaque conidiophore une note selon l'échelle suivante :

- 0 : pas de spore,
- 1 : sporulation faible,
- 2 : sporulation moyenne,
- 3 : sporulation forte.

Les notes moyennes ont été les suivantes :

- enceinte n° 1 : 2,9,
- enceinte n° 2 : 2,1
- enceinte n° 3 : 0.

Au bout de 24 h la situation reste inchangée : autrement dit, dans une atmosphère saturée d'eau, au voisinage de 24° C et au bout d'une nuit, la sporulation est très bonne ; elle reste moyenne à 98 p. cent et s'anule à 55 p. cent.

Les conidiophores de la face supérieure, beaucoup plus courts et moins nombreux que les précédents, sont plus difficiles à manipuler. De plus, ils ne portent en général que peu ou pas de conidies, ce qui ne permet pas de savoir, à coup sûr, s'ils sont fonctionnels. Pour estimer cette possibilité, on a cependant laissé quelques fragments de feuilles en atmosphère saturée pendant une nuit. Les conidies présentes avaient été enlevées par un lavage à l'eau stérile. Les conidiophores ont donné naissance à des bouquets conidiens qui nous ont semblé nettement plus importants que ceux observés dans la nature. Il est vraisemblable qu'en plein champ ces conidies sont immergées dans la rosée qui les détache au fur et à mesure de leur formation. Il y a également un dépôt abondant de rosée à la face inférieure ; bien plus, cette rosée persiste nettement plus longtemps que sur l'autre face. Nous estimons cependant que la grande longueur (600 microns) des conidiophores fait émerger leur extrémité et que les têtes conidiennes ont la possibilité de se développer et de persister tant qu'une grosse goutte ne viendra pas les dissocier. Ceci peut expliquer pourquoi dans la nature on observe fréquemment des bouquets conidiens importants à la face inférieure des feuilles.

#### Germination.

Il s'agit d'un essai préliminaire et non d'une expérience complète. Les conidies provenaient d'une culture âgée de 8 jours sur P D A en gélose inclinée, de la souche A II. Les spores sont mises en suspension dans de l'eau bidistillée stérile et la concentration est ajustée à 100 spores par millimètre cube. Cette concentration a été déterminée, par un premier essai, comme étant la plus pratique pour l'observation microscopique. La température de l'essai est de 23° à 25° C. La durée de l'expérience a été fixée à 24 heures. On a considéré

qu'une spore avait germé lorsqu'elle avait émis un tube germinatif de longueur supérieure ou égale à 5 microns sur verre nu, les lames utilisées étant des lames neuves, lavées à l'alcool à 95° et flambées. On dispose trois lames par traitement, en déposant, au moyen d'une pipette Pasteur, trois gouttes de suspension sur chaque lame. Les conditions suivantes ont été comparées :

1) Lames placées telles quelles dans un dessiccateur au fond duquel se trouve de l'eau distillée. Les spores sont donc dans l'eau liquide, dans une atmosphère saturée d'eau.

2) Les lames sont placées pendant une heure environ dans un dessiccateur contenant du silicagel. Ce temps permet l'évaporation complète des gouttes et on place ensuite les trois lames dans un dessiccateur identique au n° 1. Les spores sont donc dans une atmosphère saturée, mais non dans l'eau liquide tout au moins au début de l'essai.

3) On fait évaporer les gouttes par le même procédé que précédemment et les lames sont placées dans un dessiccateur contenant du sulfate de calcium saturé d'eau. L'humidité relative est alors de 98 p. cent.

4) Même traitement que pour le n° 3, mais le sel utilisé est du sulfate de zinc qui donne une humidité relative de 90 p. cent.

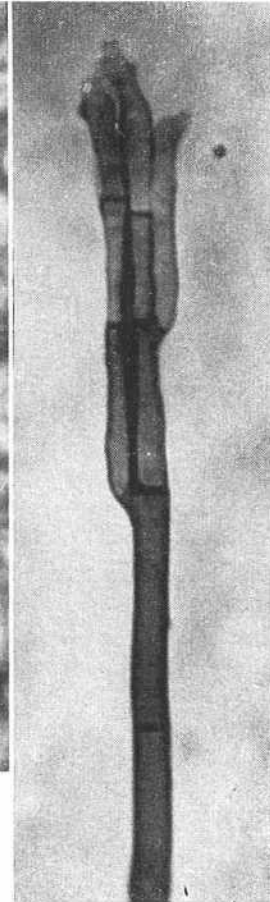
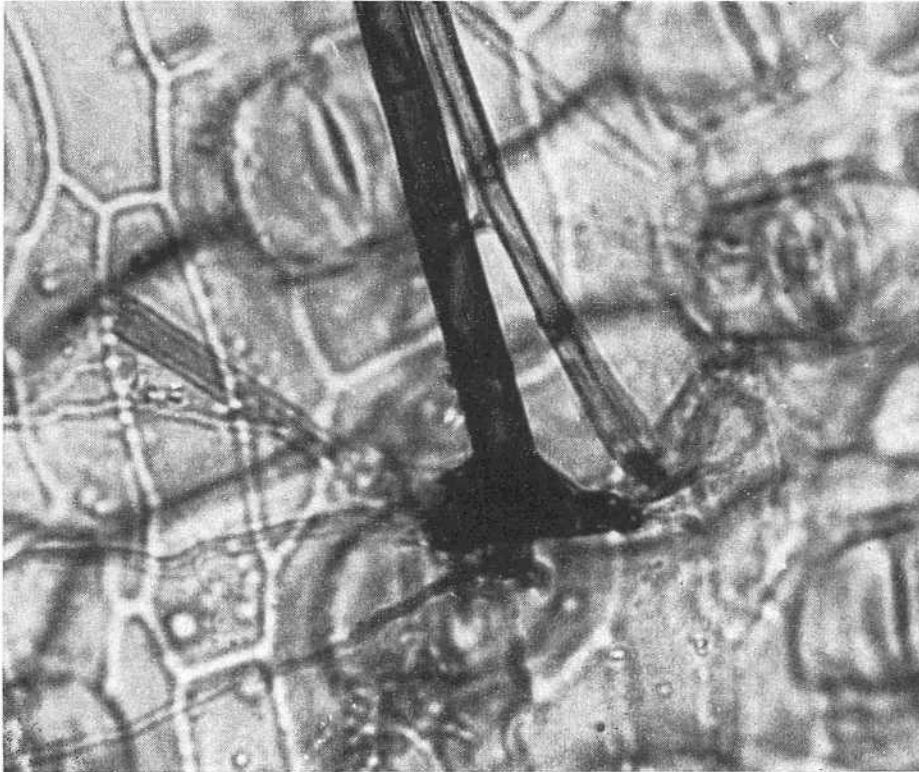
Au bout de 24 heures, les spores sont colorées au bleu coton. Il est alors facile de compter le pourcentage de germination.

| <i>Humidité relative</i>   | <i>p. cent germination</i> |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. 100 p. cent eau liquide | 99,7                       |
| 2. 100 p. cent pas d'eau   | 2,3                        |
| 3. 98 p. cent pas d'eau    | 0                          |
| 4. 90 p. cent pas d'eau    | 0                          |

Les spores semblent donc assez exigeantes pour leur germination sur verre nu puisque, dans cet essai, l'eau liquide est absolument nécessaire. Les 2,3 p. cent de germination du lot n° 2 correspondent sans doute à des condensations localisées autour de particules hygroscopiques provenant de la culture. Ces condensations apparaissent comme de très petites gouttelettes autour de certaines spores ayant germé.

Cet essai a été repris en 1963 sur des fragments de feuilles maintenus en survie. Le principe est le même que précédemment mais l'ensemencement a été fait par pulvérisation, à la face inférieure de la partie droite d'une feuille non déroulée, avec une suspension contenant environ 1 400 spores par millimètre cube. Les fines gouttelettes obtenues s'évaporent en moins d'un quart d'heure (souche A II, 8 jours sur P D A). La température pendant les 24 heures d'essai s'est maintenue





↑ PHOTO 10. — Base en ampoule d'un conidiophore sur un stomate de la face inférieure (× 800).  
 PHOTO 11. — Extrémité apicale d'un conidiophore (× 800). →

entre 24 et 26° C. On a obtenu les résultats groupés dans le tableau III.

Le même phénomène que précédemment peut ainsi être observé mais la jeune feuille semble un meilleur support pour la germination des spores que le verre nu. Cependant la longueur des tubes germinatifs du lot n° 2 montre qu'à 100 p. cent d'humidité relative, mais sans présence d'eau liquide, la germination

des spores est fortement [entravée. L'eau liquide semble beaucoup plus favorable à une germination active.

**Mode de parasitisme.**

Une chose est certaine en ce qui concerne la Cladosporiose : la pénétration se fait par les stomates et les

TABLEAU III.

*Germination en 24 heures sur feuille.*

| HUMIDITÉ RELATIVE                 | P. CENT SPORES GERMÉES SUR 500 SPORES | LONGUEUR MOYENNE EN MICRONS DU TUBE GERMINATIF SUR 50 SPORES |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1. 100 p. cent (eau liquide)..... | 99,3                                  | 82,7   |
| 2. 100 p. cent (pas d'eau).....   | 48,5                                  | 18,7   |
| 3. 98 p. cent.....                | 16,7                                  | 11,3   |
| 4. 92 p. cent.....                | 0                                     |  |

conidiophores sont également en liaison avec les stomates. De plus, nous avons remarqué que ceux-ci sont colorés en brun dans une tache normale et que, souvent, l'ostidle est rempli d'hyphes mycéliens brunâtres. Tous ces phénomènes ne sont pas exceptionnels. STAHEL (1937 b) par exemple, rapporte des observations tout à fait analogues en ce qui concerne la Cercosporiose. Cependant un phénomène curieux a pu être observé au cours d'expériences se rapportant à l'ouverture des stomates. Les mouvements stomatiques peuvent être décelés par la méthode d'infiltration, en utilisant des mélanges eau + alcool isopropylique, en proportions variables. Ces mélanges pénètrent d'autant mieux que les stomates sont plus ouverts et on peut considérer ceux-ci comme totalement fermés si l'alcool pur ne s'infiltré pas. En saison sèche, pendant l'après-midi, tous les stomates de la face supérieure sont totalement fermés, ce qui réduit l'évaporation. On constate qu'il en est bien ainsi sur les parties saines des feuilles adultes mais que, à l'endroit des taches de Cladosporiose, les mélanges eau + alcool s'infiltré parfaitement. On peut donc expliquer l'observation suivante : en saison sèche, des bananiers convenablement alimentés en eau conservent des feuilles turgescentes quoique malades, tandis que d'autres plants souffrant de la sécheresse voient toutes leurs feuilles basses se flétrir et pendre le long du pseudo-tronc. Les taches de Cladosporiose semblent favoriser le dessèchement accéléré des feuilles, soit de façon mécanique, car les stomates restent ouverts et n'interdisent pas l'évaporation, soit physiologiquement, parce que le parasite consomme lui-même l'eau ou encore modifie le métabolisme foliaire en augmentant cette consommation.

#### Discussion sur les conditions favorables à la maladie.

Ces quelques résultats sont fragmentaires et il faut les considérer comme de simples indications sur les conditions favorables au développement de la Cladosporiose. En 1954, J. BRUN remarquait que, en Guinée :

— le parasite s'attaque surtout aux jeunes plantations ;

— la gravité de l'attaque présente deux maxima qui coïncident avec le début et la fin de la saison des pluies.

Les mêmes phénomènes s'observent constamment en Côte d'Ivoire où les maxima d'infestation se situent au mois de mai (début de la grande saison des pluies) et surtout en novembre-décembre (fin de la petite saison des pluies). A cette époque, des brouillards mati-

naux persistent deux ou trois heures, après le lever du jour, sur les plantations de bananiers. Chaque année, on observe une recrudescence de la Cladosporiose en janvier-février, suivie d'une diminution brusque en mars ou avril selon le moment où les brouillards matinaux ont cessé de se former. Il ne faut pas, en effet, oublier que la Cladosporiose est une maladie insidieuse dont on ne voit réellement les effets que deux ou trois mois après le moment réel de la contamination. L'eau semble donc le facteur prédominant dans l'établissement de la maladie. Une humidité très élevée favorise nettement la sporulation et, dès que les spores sont dans l'eau sous forme liquide, leur germination est excellente. Le vent doit cependant jouer un certain rôle dans l'établissement de l'infection. Il suffit de voir avec quelle rapidité et quelle régularité, elle se manifeste dans une jeune plantation, aussi vaste soit-elle, pour ne pas en douter. Il faut donc supposer que les conidies, après avoir été dispersées par l'eau sont reprises par le vent et redistribuées régulièrement sur l'ensemble des feuilles et sur la totalité de la plantation. On peut considérer que les jeunes replantations semblent plus attaquées parce que :

— toutes les feuilles d'un même niveau sont également touchées, ce qui renforce l'aspect de gravité de la maladie ;

— toutes les feuilles de même âge se croisent et s'entrecroisent surtout avec les densités élevées supérieures ou égales à 2 000 pieds/ha actuellement adoptées. Il se forme une voûte foliacée qui entretient un microclimat plus humide donc plus favorable que dans les carrés plus anciens où chaque coupe crée des vides qui aèrent la plantation.

Enfin la température ne peut pas être considérée comme un facteur important. Dans les régions bananières de Côte d'Ivoire, elle varie entre 20° C et 32° C, ce qui représente justement un intervalle où la croissance du *Cladosporium* est bonne, tout au moins en culture.

#### Nature et importance des dégâts.

L'effet le plus spectaculaire de la Cladosporiose est le dessèchement et la chute brutale d'un certain nombre de feuilles. Si la sortie de la fleur a lieu pendant ou juste après une période de forte infection, au moment de la coupe du régime, le bananier porteur n'aura pas plus de deux ou trois feuilles fonctionnelles. Le fruit, qui s'est mal développé, reste maigre et met beaucoup trop de temps à atteindre un degré de coupe correct. Il est alors prudent de le considérer comme inexportable, car on doit craindre des accidents au cours du transport et du mûrissement. Mais ces périodes

sont aussi celles de souffrance physiologique pour la plante (sécheresse) et il est difficile de faire la part exacte de la maladie. L'importante région bananière du Niéky souffre particulièrement de la Cladosporiose, mais elle est loin d'être la seule et l'on peut considérer qu'il n'existe pas en Côte d'Ivoire un seul bananier du groupe *sinensis*, qu'il soit autour des villages ou en plantation dite « industrielle », qui ne porte pas une tache.

#### Moyens de lutte.

Dès juin 1954, J. BRUN signale l'efficacité des sels de cuivre sur la Cladosporiose. Depuis, la Maladie de Sigatoka s'est répandue dans toute la Guinée où elle a causé de très grands dommages. L'adoption de la méthode CUILLE-GUYOT de traitements par atomisation huileuse a permis de sauver l'industrie bananière mais l'on a pu faire l'observation suivante : tant que la bouillie huileuse contenait du cuivre il y avait peu de taches de Cladosporiose dans les plantations. Si les traitements étaient faits à l'huile seule ou avec un mélange huileux contenant du zinèbe par exemple, il y avait augmentation du nombre de ces taches.

Ceci a été confirmé en Côte d'Ivoire où, durant la campagne 1961/1962, on a pu constater que des parcelles traitées à l'huile seule étaient presque aussi atteintes que les parcelles témoins non traitées. Au contraire, les parcelles traitées par des mélanges à base de cuivre, soit en atomisation huileuse, soit en atomi-

sation aqueuse, ont été relativement protégées. Cet essai a été repris pendant la campagne 1962-1963 en adoptant la dose de 500 g de cuivre métal/ha et la périodicité de 15 jours, l'application étant faite au moyen d'un atomiseur à dos. La pesée des régimes permettra de déterminer la rentabilité d'un tel traitement. Un phénomène particulier peut s'observer : lorsque des feuilles atteintes de Cladosporiose reçoivent un traitement à base de cuivre, les taches noircissent brusquement et, si leur nombre est grand, la feuille entière se dessèche rapidement. Le remède est alors pire que le mal, surtout si les bananiers traités sont porteurs de régimes.

#### Conclusion.

Nous espérons avoir apporté un peu de clarté sur une maladie du bananier qui, si elle n'est pas très grave, constitue cependant un problème important pour la production bananière de Côte d'Ivoire. Les mesures essentielles à préconiser sont les suivantes :

Traiter à partir de la fin octobre les replantations qui produiront en mai-juin, tous les 15 jours, à 500 g de Cu métal/ha. Ces traitements peuvent se faire en atomisation aqueuse (100 l/ha) ou huileuse (15 l/ha). Ils peuvent être arrêtés au mois de mars.

En ce qui concerne les plantations plus âgées, il est indispensable de leur assurer une alimentation hydrique convenable, soit au minimum 30 mm par semaine.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BITANCOURT (A. A.). — Diseases of cultivated or useful plants observed in the State of Sao Paulo. *Int. Bull. Pl. Prot.*, 14, 22, p. 25-27 (1940). Abs. in R. A. M., 19, p. 329.
- BRUN (J.). — La « Fausse Mosaïque » du bananier. *Fruits*, 9, 4, p. 168-169 (1954).
- EVANS. — Relationship between the physical characteristics of a banana leaf and the distribution of leaf spot lesions (*Mycosphaerella musicola*, Leach). *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 44, 2, p. 299 (1961).
- LANGERON (M.). — Précis de Mycologie. Masson et Cie, Paris (1945).
- MARTYN (E. B.). — A note on banana leaf speckle in Jamaica and some associated fungi. *Mycological Papers*, n° 13 (1945).
- MEREDITH (D. S.). — « Eye spot » a foliar disease of bananas caused by *Drechslera gigantea* (Heald and Wolf) Ito. *Ann. appl. Biol.*, 51, 1, p. 29-40 (1963).
- PONT (W.). — Three leaf speckle diseases of the banana in Queensland. *Qd. J. Agric. Sci.*, 17, 4, p. 273-309 (1960).
- SIMMONDS (J. H.). — Banana leaf spot. *Qd. agric. J.*, 39, 1, p. 21-40 (1933), R. A. M., 12, p. 458.
- STAHEL (G.). — The Banana leaf speckle in Surinam caused by *Cloridium musae* nov. spec. and another related banana disease. *Trop. Agric.*, 14, p. 42-45 (1937 a).
- STAHEL (G.). — Notes on *Cercospora* leaf spot of bananas (*C. musae*). *Trop. Agric.*, 14, p. 257-264 (1937 b).
- DE VRIES. — A contribution to the knowledge of the genus *Cladosporium* Lindk. (1953).
- WARDLAW (C. W.). — Banana diseases. VII. Notes on banana leaf diseases in Trinidad. *Trop. Agric.*, 11-1 (1934).
- WARDLAW (C. W.). — Banana diseases including plantains and abaca. Longmans, London (1961).

