

LES CERCOSPORIOSES DU BANANIER ET LEURS TRAITEMENTS.

Comportement des variétés.

Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains

à *Mycosphaerella fijiensis* MORELET et de quelques caractéristiques
biologiques de la maladie des raies noires au Gabon.

E. FOURÉ, M. GRISONI et R. ZURFLUH*

LES CERCOSPORIOSES DU BANANIER ET LEURS
TRAITEMENTS.

Comportement des variétés.

Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à
Mycosphaerella fijiensis MORELET et de quelques caractéristiques
biologiques de la maladie des raies noires au Gabon.

E. FOURÉ, M. GRISONI et R. ZURFLUH.

Fruits, Juin 1984, vol. 39, n° 6, p. 365-378.

RESUME - Un certain nombre de paramètres tels que : symptômes,
caractéristiques morphologiques et biométriques des phases conidienne
et ascosporee, intensité de la population, complètent l'étude des
phases d'incubation et d'évolution de la maladie effectuée sur des
bananiers appartenant à différents groupes génétiques.

La grande diversité de comportement de certains cultivars vis-à-vis
de *M. fijiensis* et la découverte au Gabon de variétés présentant de
bonnes qualités de résistance, permettent d'envisager une amélioration
des méthodes de lutte par la voie génétique.

INTRODUCTION

Mycosphaerella fijiensis MORELET, agent responsable
de la maladie des raies noires des bananiers et plantains
fut signalé pour la première fois aux îles Fidji en 1963
par RHODES (1964). D'une manière générale, le groupe
fijiensis, *Mycosphaerella fijiensis* MORELET et *M. fijiensis*
var. *difformis* agent responsable de la Sigatoka noire,

semble se substituer progressivement dans les régions pro-
ductrices à la maladie de Sigatoka (*M. musicola* LEACH) ;
il est actuellement très répandu en Asie du sud-est, dans le
Pacifique et en Amérique centrale.

L'apparition en Afrique de la maladie des raies noires
est plus récente. Elle aurait été signalée pour la première
fois en Zambie par RAEMEKERS (1975). Au Gabon,
la création d'une plantation industrielle de bananiers plan-
tains a permis son identification mais il est vraisemblable
que la maladie avait fait son apparition dans le pays quel-
ques années plus tôt, remarquée par TEZENAS DU MONT-

* - E. FOURÉ - SONADECI Pathologie végétale, B.P. 256.
LIBREVILLE, Gabon.
GRISONI - Elève Ingénieur ENSA, Montpellier, Stage de fin d'études
ZURFLUH, Ingénieur ENSAIA Nancy, V.S.N. détaché à la SONADECI.

CEL dès 1978 avec l'introduction de matériel végétal en provenance d'Asie du sud-est. Elle est actuellement très répandue dans le pays et commence à gagner les pays voisins (Guinée équatoriale et Cameroun). Tous les pays producteurs de bananes d'Afrique occidentale sont actuellement menacés par *M. fijiensis*, différent de *M. musicola* par certaines de ses caractéristiques biologiques mais surtout par son activité pathogène. En effet, un nombre important de cultivars peu sensibles ou possédant des caractères de résistance à *M. musicola*, présentent une grande sensibilité à *M. fijiensis* ; c'est le cas de nombreux triploïdes AAB du groupe plantain, aliment de base dans beaucoup de pays d'Afrique occidentale.

Il est certain que la résistance de certaines sous-espèces de *Musa acuminata* peut sans doute permettre l'obtention de nouveaux hybrides eux-mêmes résistants, mais cette méthode étant très longue, il s'avère également nécessaire de rechercher des cultivars pouvant présenter une résistance naturelle à *M. fijiensis*. C'est pourquoi des essais de sensibilité variétale viennent compléter les essais fongiques actuellement entrepris au Gabon (FOURE 1982, 1983).

Or, jusqu'à présent peu de publications font état de recherches sur ce champignon. Les possibilités de lutte chimique ont été abordées par FIRMAN et BLOSKIN (1970), LONG (1971, 1973) et FIRMAN (1972) ; quant aux recherches de sensibilité variétale, seuls les travaux de MEREDITH et LAWRENCE (1970) et de FIRMAN (1972), permettent d'avoir quelques éléments de réponse sur la sensibilité de cultivars diploïdes AA, triploïdes AAA, AAB, ABB et tétraploïdes AAAA.

Ces études ne semblent pas tenir compte de l'influence des facteurs extérieurs puisque la classification obtenue repose sur des valeurs uniques obtenues pour une variété à une période bien déterminée de l'année. BRUN signalait pourtant déjà en 1962 que le niveau de résistance d'une variété à la maladie de Sigatoka pouvait varier très largement en fonction des conditions climatiques et de la quantité d'inoculum.

D'autre part, un certain nombre de paramètres tels que symptômes, caractéristiques morphologiques et biométriques des phases conidienne et ascosporee ont déjà été abordés par quelques auteurs parmi lesquels on peut citer MEREDITH et LAWRENCE (1969, 1970), FIRMAN (1972), RHODES (1964), MORELET (1969) et LONG (1979).

Ce dernier, dans son étude effectuée aux îles Samoa, concluait à une grande similitude de ces résultats avec ceux décrits par MEREDITH aux îles Samoa en 1970. Or, STOVER, en 1976, reconsidère la distribution géographique des divers *Mycosphaerella* et pour lui *M. fijiensis* n'est présent qu'aux îles Hawaï, aux Philippines et peut-être aux Fidji. Par contre, dans tout le reste du Pacifique y compris les îles Samoa, il s'agirait de *M. fijiensis* var. *difformis*. Comment expliquer alors que LONG aux Samoa

n'a jamais trouvé de sporodochies lors de la phase asexuée du champignon (pourtant typiques de *M. fijiensis* var. *difformis* et de *M. musicola*) et que les valeurs obtenues par MEREDITH et LONG lors de l'étude des caractéristiques morphologiques des phases asexuée et sexuée soient sensiblement identiques ?

Par contre, LONG (1979) dans sa description et ses mesures de spores et de symptômes, ne précise pas la variété étudiée ni la période climatique au cours de laquelle cette étude a été effectuée. D'autres éléments présentés par ces auteurs sont en contradiction avec certains résultats obtenus au Gabon ; nous aborderons ces différents points dans la partie «Discussion de ce travail».

Dans un contexte culturel et climatique très différent, il semble donc intéressant de revoir certaines caractéristiques de la maladie et de préciser son épidémiologie dans les conditions gabonaises.

Ce travail présente les résultats obtenus sur quelques variétés appartenant aux groupes diploïde et triploïde *Acuminata*, triploïdes hybrides AAB et ABB. Les paramètres étudiés sont les suivants :

- caractéristiques morphologiques et biométriques des phases asexuée et sexuée
- intensité de la sporulation
- répartition des symptômes sur le limbe
- étude du transport latéral des ascospores
- incubation et évolution de la maladie.

MATERIEL ET METHODES GENERALES D'ETUDE

Les observations effectuées sur ces cultivars ont été réalisées grâce au dispositif expérimental d'un essai de sensibilité variétale regroupant un nombre important de bananiers et de plantains parmi lesquels on peut citer les variétés : Poyo (AAA), Fougamou 1 (ABB), Ebang (AAB), Figue sucrée (AA), Yangambi Km 5 (AAA), N'Toum 1 (AAA), Petite Naine (AAA) et French Sombre (AAB).

Dispositif expérimental.

Le comportement de ces variétés a été étudié sur parcelles traitées et non traitées de 50 plants. Les applications de fongicide sont effectuées par atomisation huileuse de méthylthiophanate à 400 g de matière active par hectare dans 20 litres d'huile. Les traitements sont effectués toutes les deux semaines systématiquement.

Cet essai a été suivi pendant un temps représentatif des différentes périodes climatiques rencontrées localement.

Paramètres étudiés.

Caractéristiques morphologiques et biométriques des phases asexuée et sexuée. Intensité de la sporulation.

● Conidiophores et conidies.

Les conidiophores et les conidies de *M. fijiensis* ont déjà été décrites par quelques auteurs dont MEREDITH et LAWRENCE (1969) et MULDER et STOVER (1976). L'identification du champignon au Gabon par FROSSARD en 1980 a permis à cet auteur d'effectuer quelques mensurations sur la phase asexuée du champignon. Nous avons repris ces données biométriques en effectuant des mesures sur plusieurs variétés de bananiers et de plantains. C'est ainsi que l'étude morphologique et les mesures de conidiophores et de conidies ont été effectuées sur les cultivars French Sombre (AAB) et Petite Naine (AAA) par coloration des premiers stades de la maladie dans une solution de bleu coton dans du lactophénol.

Les comptages visant à déterminer l'intensité de la sporulation sont effectués tous les quinze jours sur Poyo (AAA), Fougamou 1 (ABB), Ebang (AAB) et Figue sucrée (AA), par prélèvement de 15 échantillons (3 échantillons par plant - 5 plants par variété). Les prélèvements sont effectués à l'apex gauche des plus jeunes feuilles à présenter des stades 2 et des stades 4 de la maladie.

Le nombre important d'échantillons à observer ne nous a pas permis d'effectuer de décolorations au lactophénol. Les comptages ont donc été réalisés par un montage direct entre lame et lamelle dans une goutte d'eau distillée. On détermine ainsi le nombre de conidiophores au mm².

● Périthèces et ascospores.

L'étude morphologique et les mesures de périthèces ont été effectuées par décoloration des fragments de feuilles nécrosées au lactophénol avant observation microscopique. Les comptages visant à déterminer l'influence éventuelle du climat et de la variété sur la densité des périthèces ont été réalisés sur les variétés Poyo, Ebang, Figue sucrée et Fougamou 1.

Les prélèvements sont effectués à l'apex gauche de la première feuille portant des nécroses. Les comptages sont effectués sur 20 échantillons prélevés sur des bananiers différents. On détermine ainsi le nombre de périthèces au mm². Les mesures d'ascospores ont été réalisées en utilisant la technique suivante : les fragments de feuille, après séchage à température ambiante pendant 24 heures, sont plongés dans de l'eau distillée pendant 5 minutes ; ils sont ensuite déposés dans le couvercle de boîtes de Pétri rempli de milieu Agar à 30 g/l durant une heure pour permettre la décharge des ascospores. Les mesures sont ensuite effectuées au microscope.

Symptômes.

La description des symptômes au Gabon, en prenant comme exemple la variété Petite Naine, a déjà été effectuée dans un travail antérieur (FOURE, 1982 a). Cependant il nous a semblé intéressant de revenir sur la description du stade 1 de la maladie qui peut présenter de nettes différences avec le premier stade défini par MEREDITH et LAWRENCE (1969).

L'étude et les mesures de symptômes ont été faites sur des échantillons collectés sur les parcelles d'essais. De nombreuses observations sur le terrain nous ont permis d'aboutir à une description des symptômes de la maladie au Gabon et de la répartition des lésions sur le limbe.

Transport latéral d'ascospores.

Le transport des ascospores est essentiellement sous la dépendance du vent ; celui-ci peut disséminer les spores à de grandes distances. Dans son étude sur la phase ascosporee de la maladie de Sigatoka, BRUN (1963) démontrait que seul le transport latéral des ascospores pouvait permettre d'expliquer l'extension rapide de la maladie.

Nous avons donc repris le protocole expérimental proposé par BRUN avec *M. musicola*. Sur des feuilles de sommet soumises principalement à des attaques ascosporees, on note l'évolution de la nécrose sur chaque côté droit et gauche du limbe. Cette évolution est notée de telle façon que le total obtenu pour chaque côté du limbe est d'autant plus faible que la nécrose est plus importante. Si l'on calcule le rapport gauche/droite, ce rapport est inférieur à 1 quand l'attaque est plus grave à gauche, égal à 1 ou voisin de 1 quand l'attaque est sensiblement égale des deux côtés.

L'évolution des nécroses est notée de la façon suivante (méthode basée sur celle mise au point par TEZENAS DU MONTCEL au Cameroun) :

- 20 - feuille sans nécrose
- 19 - apparition des premières taches nécrotiques
- 15 - 1/4 de la feuille est nécrosé
- 10 - 1/2 de la feuille est nécrosé
- 5 - 3/4 de la feuille sont nécrosés
- 0 - 4/4 de la feuille sont nécrosés.

Les observations ont été effectuées sur des feuilles 8, 9 et 10 du 24 décembre 1981 au 10 juin 1982. La feuille observée est divisée en 6 secteurs mais seuls ont été retenus les résultats des secteurs GA et DA (gauche et droite de l'apex) de 4 variétés : Ebang vert (AAB), French sombre (AAB) Poyo (AAA) et Petite Naine (AAA).

Incubation.

Deux étapes majeures dans le développement de la ma-

lady de Sigatoka ont été définies par SIMMONDS (1939) et LEACH (1946).

La période d'incubation peut être définie comme la période du cycle biologique du champignon qui suit la pénétration et se termine avec l'apparition du premier symptôme de la maladie. Dans un précédent article (FOURE 1982 a) nous avons souligné que, en accord avec BRUN (1963), la détermination de la valeur maximale de la durée d'incubation (la date de pénétration n'est pas connue), la seule accessible en bananeraie dans le cas d'infections naturelles, présente un intérêt pratique supérieur à celle de la durée de la période d'incubation vraie (la date de pénétration est connue) pour la prescription du nombre de traitements thérapeutiques et de leur espacement.

Un marquage de cigares au stade A du déroulement est effectué périodiquement (environ toutes les 3 semaines) sur dix bananiers de chaque variété, pris au centre de la parcelle expérimentale (variétés Fougamou 1, Figue sucrée, Poyo, Ebang, Yangambi).

Les observations sont réalisées tous les deux jours sur les bananiers marqués afin de déterminer avec le plus de précision possible la durée de cette période de latence.

Evolution des lésions.

Après l'apparition des premiers symptômes, l'évolution de la maladie se poursuit jusqu'au stade ultime de développement de la lésion.

Cette période a été définie par SIMMONDS (1939) avec la maladie de Sigatoka, comme le temps nécessaire à une lésion de premier stade pour se transformer en tache nécrotique. Nos résultats ont été obtenus en observant la première apparition du stade nécrose à l'intérieur d'une population de symptômes sur l'apex gauche de la feuille (généralement le premier touché lors du déroulement du cigare). Ce sont les mêmes lésions qui nous ont servi à déterminer la durée de la période d'incubation. La date de marquage et la durée de la période d'incubation étant connues, une simple opération suffit à déterminer la durée de la période d'évolution.

Interprétation des résultats.

Lors de l'étude des phases conidienne et ascosporee, des périodes d'incubation et d'évolution, les comparaisons entre variété ont été effectuées sur la base d'un test t de STUDENT-FISHER aux seuils de 5 p. 100 ($p = 0.05$) et de 1 p. 100 ($p = 0.01$).

RESULTATS

Symptômes.

Il faut insister sur le fait qu'il existe un stade antérieur au stade 1 signalé par MEREDITH et LAWRENCE (1969). Sans en avoir les mêmes caractéristiques ce stade se rapproche, du moins par sa coloration, du stade 1 (tirets jaunes) de la maladie de Sigatoka. Ces observations sont peut-être à rapprocher de celles effectuées par GRAHAM (1968) qui signalait la présence de tirets jaunes comme premier symptôme de la maladie des raies noires aux îles Fidji.

Ce premier stade diffère cependant du stade 1 de la maladie de Sigatoka par son aspect à la fois ponctuel et diffus. Ces symptômes de plus, ne sont pas visibles en lumière transmise et ne sont observables qu'à la face inférieure de la feuille.

L'observation de ce stade est d'une grande importance pour la programmation des traitements fongicides. Le contrôle de la maladie en période très favorable à l'évolution des symptômes peut être rendu plus difficile en considérant comme premier le stade 1 de MEREDITH et LAWRENCE. Le brunissement des lésions conduit généralement, en cas de densité très élevée des symptômes, à l'apparition de plages nécrotiques susceptibles de produire de nouvelles ascospores (nécroses par coalescence de stades 2). Dans les conditions favorables (pluies fréquentes, températures minimales optimales) des ascospores peuvent être produites deux semaines après l'apparition du stade 1 sur certaines variétés très sensibles.

Cette ponctuation jaune après s'être colorée en brun devient bien visible par transparence ; ses dimensions demeurant identiques aux précédentes (approximativement 500μ de long pour 200μ de large), nous n'avons pas jugé nécessaire d'ajouter un stade supplémentaire aux 6 stades décrits par MEREDITH et LAWRENCE.

De plus, nous avons pu noter une grande variabilité dans l'apparition de ce symptôme selon les variétés observées. Il est particulièrement net sur une variété à dessert du groupe diploïde AA : Figue sucrée ou sur une variété telle que Yangambi Km 5 (AAA).

Facilement observable également sur les variétés du sous-groupe des Cavendish (Petite Naine, Poyo ...) il est beaucoup moins évident chez les hybrides AAB du sous-groupe plantain.

Outre les différences pouvant exister entre variétés quant à l'apparition du stade 1 de la maladie, nous avons pu noter quelques différences variétales quant à la couleur des lésions entre le stade 1 et le stade 4. D'autre part, les dimensions des symptômes semblent présenter des variations importantes liées à la climatologie ; en période très favorable à l'évolution de la maladie, on observe sur la plupart des variétés sensibles une diminution des dimensions des

lésions de premier stade. La densité très importante des stades 1 sur les feuilles conduit à l'apparition de tirets de stade 2 très courts et très étroits, provoquant rapidement le noircissement de la feuille et l'apparition de plages nécrotiques.

Des stades 2 et 3 de grande taille, pouvant parfois atteindre plusieurs dizaines de mm (25-30 mm) ne sont observables qu'en présence d'une faible quantité d'inoculum ou sur des plants soumis à des traitements fongicides.

Sur une variété sensible à *M. fijiensis*, la maladie des raies noires peut donc présenter une évolution selon les deux cycles schématisés par la figure 1.

REPARTITION DES LESIONS SUR LE LIMBE

Lors d'études réalisées sur *M. musicola*, STAHEL (1937), LEACH (1946) puis BRUN (1963) ont montré que la répartition des lésions était sous la dépendance du déroulement de la feuille, du type de spores et de leur mode de transport.

• Infections par les conidies.

Les observations effectuées au Gabon sur *M. fijiensis* semblent donner une part encore plus importante aux infections par les ascospores.

Les résultats obtenus lors de l'étude de la sporulation asexuée (tableau 2) nous ont montré que la production de conidies était très faible comparativement à *M. musicola* sur la plupart des variétés observées et très influencée par les conditions climatiques.

Les symptômes typiques d'infection par les conidies sont donc peu fréquents. L'apparition de symptômes sous forme de bandes étroites distribuées en lignes sur plants de premier cycle parallèlement à la marge du limbe gauche (sur la plus jeune feuille atteinte), sont le résultat d'infections par ascospores qui se sont produites en plusieurs fois au fur et à mesure du déroulement du cigare.

Cette répartition des symptômes peut d'ailleurs être observée pendant certaines périodes de l'année où la spo-

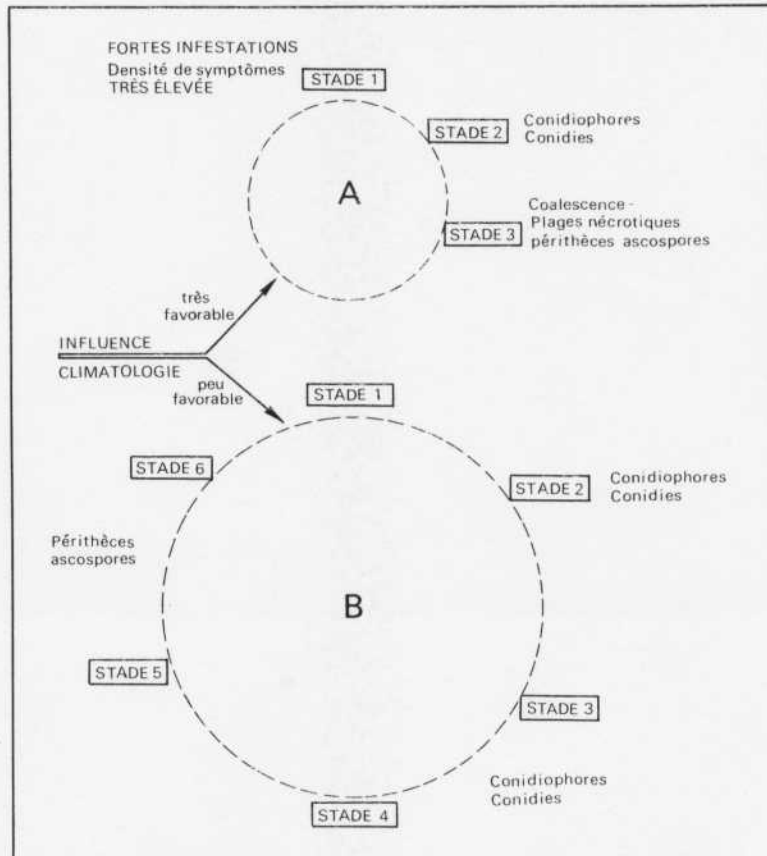


Figure 1 - POSSIBILITES D'EVOLUTION DE LA MALADIE DES RAIES NOIRES SUR UNE VARIETE SENSIBLE.

relation asexuée est pratiquement inexistante. Seules les attaques plus tardives à la fin du déroulement du cigare conduisant à l'apparition de symptômes à la base du limbe peuvent être attribuées à des conidies. Par contre, les conidies doivent participer avec les ascospores aux réinfestations de feuilles ; nous avons pu observer des conidies à peine détachées du conidiophore en train de germer sur la même feuille.

Ces réinfestations, conduisant à l'apparition de symptômes de tous stades sur une même feuille, provoquent généralement l'apparition rapide de plages nécrotiques sur le feuillage. Ces réinfestations très fréquentes avec *M. fijiensis* nous ont conduits à une méthode d'observation et de quantification différente de celles utilisées avec *M. musicola* (FOURE, 1983).

● Infections par les ascospores.

Lors d'infestations par les ascospores, on retrouve des répartitions de lésions pratiquement identiques à celles rencontrées avec *M. musicola*.

Lors du dépôt d'ascospores par ascendances verticales sur des feuilles déjà ouvertes, les lésions sont réparties de manière homogène de chaque côté du limbe.

Il faut également accorder une part très importante au transport latéral des ascospores par le vent, particulièrement sur des jeunes feuilles au cours de leur déroulement. Ce type d'attaque, certainement le plus fréquent au Gabon, se traduit par une inégalité dans la répartition des lésions entre les deux côtés du limbe. Ce transport latéral qui a fait l'objet d'une étude particulière doit également participer largement aux réinfestations de feuilles plus âgées.

Caractéristiques morphologiques et biométriques des phases asexuée et sexuée.

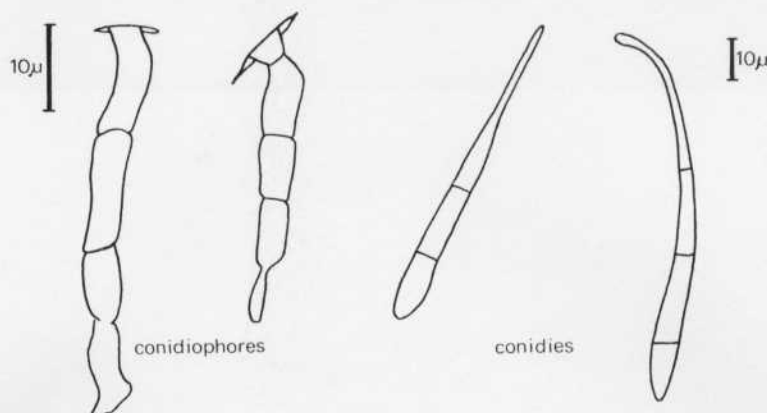
Phase asexuée. Intensité de la sporulation.

Le tableau 1 donne les résultats obtenus sur les variétés Petite Naine et French Sombre. Il faut noter qu'aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre cultivars. Les valeurs obtenues sont d'ailleurs très proches

TABLEAU 1 - Caractéristiques morphologiques de la phase conidienne de *M. fijiensis* au Gabon.

	Conidiophores		Conidies	
	L (μ)	l (μ)	L (μ)	l (μ)
MEREDITH et LAWRENCE (1969) Hawaï	16.5 - 62.5 \bar{X} 32	4 - 7 \bar{X} 5.5	30 - 132 \bar{X} 72.5	2.5 - 5 \bar{X} 4
LONG (1979) Samoa	10 - 67.5 \bar{X} 29.5	2.5 - 6.5 \bar{X} 4.7	35 - 114 \bar{X} 70.8	3.5 - 5 \bar{X} 3.7
FROSSARD (1980) Ntoun, Gabon	28 - 84 \bar{X} 50	3 - 5 \bar{X} 4.5	51 - 123 \bar{X} 83	3 - 5 \bar{X} 4.1
FOURE N'Toun - Gabon var. Petite Naine	35 - 90 * \bar{X} 52.5	3.2 - 5.4 \bar{X} 4.6	42 - 130 \bar{X} 85	2.8 - 5 \bar{X} 4.2
var. French sombre	40 - 75 \bar{X} 47.1	3 - 4.8 \bar{X} 4.5	48 - 118 \bar{X} 84	2.5 - 4.8 \bar{X} 4

* - moyennes effectuées sur les mesures de 100 conidiophores et 100 conidies



de celles recueillies par FROSSARD (1980). Elles semblent cependant plus grandes par rapport aux valeurs relevées pour *M. fijiensis* par d'autres auteurs.

Les premiers conidiophores deviennent visibles avec la coloration en brun du stade 1 mais la production de conidies, comme le montre le tableau 2, bien que généralement plus abondante sur les premiers stades de la maladie, peut se poursuivre jusqu'au stade précédant l'apparition des taches nécrotiques (stade 4).

Les comptages sont effectués par dénombrement du

nombre de conidiophores au mm^2 ; on déduit de ces résultats le nombre (approximatif) de conidies produites en tenant compte du fait qu'un conidiophore peut produire en moyenne 3 à 4 conidies.

Ces observations montrent que la production de conidies, bien que peu abondante, présente des variations importantes avec la climatologie (tableau 2). Des différences existent entre cultivars; bien qu'il soit difficile de retenir ce critère pour une classification de sensibilité variétale à *M. fijiensis* il semblerait qu'il existe une corrélation entre le nombre de conidies produites et la sensibilité d'une variété (tableau 3). Les valeurs les plus importantes ont en effet été ob-

TABLEAU 2 - Etude de la phase conidienne de *M. fijiensis*. Intensité de la sporulation.

Date	Ebang (AAB)		Fougamou (ABB)		Figue sucrée (AA)		Poyo (AAA)	
	Stade 2	Stade 4	Stade 2	Stade 4	Stade 2	Stade 4	Stade 2	Stade 4
3.12.82	* 1.1 (0-3)	0.4 (0-1)	0.8 (0-3)	0	0.6 (0-2)	0.2 (0-1)	8 (2-12)	26.7 (0-90)
12.01.83	1.5 (0-9)	1.4 (0-3)	0.2 (0-1)	0.1 (0-1)	0.4 (0-1)	0.1 (0-1)	2.6 (0-6)	2.2 (0-8)
31.01	0	0	0.1 (0-1)	0.2 (0-1)	0	0	0	0
14.02	2.6 (0-6)	0.6 (0-3)	0.1 (0-1)	0	0.2 (0-2)	0.1 (0-1)	1.6 (0-10)	0.6 (0-2)
28.02	0	0	0	0	0	0	0.2 (0-1)	0
24.03	0.3 (0-1)	0	0	0	0.1 (0-1)	0	0.3 (0-1)	0
28.04	2.5 (2-14)	- **	0.5 (1-3)	-	0.1 (0-1)	-	8 (4-26)	-
4.06	0		0		0		0	
16.06	5 (0-23)		0		0		1.6 (0-6)	
30.06	1.8 (0-9)		0.3 (0-2)		2 (0-10)		11.6 (0-43)	
13.07	12.1 (5-23)		1.7 (0-7)		0		0.1 (0-1)	
26.07	6.25 (2-21)		3.0 (0-7)		0		11.2 (2-26)	
9.08	15 (3-32)		3.7 (0-11)		3 (0-12)		22.3 (2-48)	

* - valeurs moyennes obtenues sur les mesures de 15 échantillons (5 feuilles par variété)

** - arrêt le 28.04 des mesures sur stade 4

TABLEAU 3 - Etude de la phase conidienne de *M. fijiensis*. Comparaison variétale (test t de STUDENT-FISHER).

1	2	3	4	5
Poyo	Ebang	Fougamou	Figue sucrée	Yangambi Km 5
1 \bar{X} a 5.625	0.67 N.S.	2.37 *	2.54 *	pas de sporulation
	2 \bar{X} 3.99	2.14 *	2.41 *	-
		3 \bar{X} 0.87	0.72 N.S.	-
			4 \bar{X} 0.53	-
				5 \bar{X} 0

t 5 p. 100 : 2.074 *

t 1 p. 100 : 2.761 **

NS : non significatif

a : valeur moyenne obtenue pour l'intensité de la sporulation pendant la période du 3.12.82 au 9.08.83

TABLEAU 4 - Caractéristiques morphologiques de la phase ascosporee de *M. fijiensis* au Gabon.

	Ascospores		Périthèces	
	L (μ)	\bar{X}	L (μ)	\bar{X}
LEACH (1964)	11.8-15.3	13.5	47-70	60.6
MORELET (1969)	11.5-15.6	13.7	50-85	63
LONG (1979)	11-15.5	13.3	42.5-85	60.4
FROSSARD (1980)	11.2-15.8	13.5	56-88	67.7
FOURE Petite Naine	11.4-16 *	13.6		
French sombre	11-15.4	13.5		



* - moyennes effectuées sur les mesures de 100 ascospores.

TABLEAU 5 - Etude de la phase ascosporee de *M. fijiensis*. Intensité de la sporulation.

Date	Variété	Ebang (AAB)	Fougamou (ABB)	Figue sucrée (AA)	Poyo (AAA)
15.12.82		*33.5 (24-48)	34.65 (25-42)	36.10 (26-48)	46.23 (33-65)
28.12		30.7 (13-42)	31.5 (20-43)	37.25 (29-45)	48.55 (36-68)
14.01.83		34.8 (21-55)	29.95 (16-42)	35.85 (21-51)	53.25 (35-64)
1.02		36.95 (24-52)	28.5 (23-35)	36.95 (28-52)	44.60 (36-53)
1.03		34.90 (25-54)	36.92 (24-48)	36.90 (32-43)	47.65 (36-64)
17.03		47.19 (30-66)	28.28 (23-43)	39.71 (31-49)	41.90 (32-60)
22.04		38.90 (33-56)	-	35.69 (26-42)	36.76 (29-44)
26.05		35.40 (24-46)	36.0 (24-79)	41.0 (27-63)	65 (35-97)
10.06		68.7 (52-90)	43.7 (29-73)	45.0 (27-64)	57.9 (36-80)
5.07		40.1 (30-63)	41.7 (36-49)	38.4 (34-47)	49.5 (37-78)
18.07		39.1 (23-56)	36.6 (23-57)	36.5 (27-45)	38.9 (29-56)
1.08		46.35 (25-55)	41.3 (26-58)	30.5 (26-42)	45.3 (31-67)

* - valeurs moyennes obtenues sur les mesures de 20 échantillons (6 feuilles par variété)
- nombre de périthèces/mm².

TABLEAU 6 - Etude de la phase ascosporee de *M. fijiensis*. Comparaison variétale (test t de STUDENT-FISHER).

1	2	3	4	5
Poyo	Ebang	Figue sucrée	Fougamou	Yamganbi Km 5
\bar{X}_a 1 48	2.00 *	4.21 **	4.69 **	pas de sporulation
	\bar{X} 2 40.5	0.99 N.S.	1.63 N.S.	-
		\bar{X} 3 37.5	1.28 N.S.	-
			\bar{X} 4 35.2	-
				\bar{X} 5 0

t 5 p. 100 : 2.074 *

t 1 p. 100 : 2.761 **

NS - non significatif

a : valeur moyenne obtenue pour l'intensité de la sporulation pour la période du 15.12.82 au 1.08.83

tenues avec les variétés Poyo (AAA) et Ebang (AAB) qui présentent, nous le verrons ultérieurement, les durées d'évolution les plus courtes. Il faut noter également que nous n'avons jamais observé de stroma pouvant donner naissance à des sporodochies caractéristiques de la sporulation asexuée chez *M. musicola* et *M. fijiensis* var. *difformis*.

Phase sexuée. Intensité de la sporulation.

Les dimensions des ascospores observées au Gabon, sur les variétés French Sombre et Petite Naine sont données par le tableau 4.

Les ascospores bicellulaires peuvent être produites très tôt, la précocité de cette production étant sous la dépendance de nombreux facteurs parmi lesquels la climatologie joue un rôle primordial.

Comme le montrent les cycles présentés antérieurement avec la description des symptômes, en présence d'une quantité d'inoculum importante et de facteurs climatiques favorables à l'évolution de la maladie, la formation des périthèces peut s'effectuer très tôt lors de la coalescence des stades 2 ou 3 conduisant à l'apparition de plages nécrotiques sur le feuillage.

Si les facteurs climatiques jouent un rôle non négligeable dans la vitesse d'apparition des fructifications sexuées du champignon, il semblerait, suite aux comptages effectués, que la production d'ascospores puisse se faire toute l'année dans les conditions gabonaises. Cette phase du cycle biologique du champignon serait donc moins sous la dépendance du climat que la phase asexuée (tableau 5). Peu de différences peuvent être notées entre les variétés étudiées ; seule la variété Poyo semble présenter, pendant toute la période d'observation, des valeurs sensiblement plus élevées, avec des différences significatives par rapport aux autres variétés (tableau 6).

Transport latéral d'ascospores.

L'observation hebdomadaire de 15 plantes par variété observée (2 plantains et 2 variétés de bananiers) a permis d'obtenir les résultats présentés sur le tableau 8. Un exemple de feuille d'observation et de calcul est présenté sur le tableau 7.

L'étude statistique a été conduite sur les quatre variétés observées par l'utilisation du test t de STUDENT-FISHER. Cette analyse effectuée au seuil de 1 p. 100 ($p = 0.01$) montre que les attaques les plus graves se produisent sur le limbe gauche. Ces résultats semblent confirmer que le transport latéral des ascospores joue un rôle prédominant.

Incubation et évolution des lésions.

Parmi les variétés étudiées lors de l'essai de sensibilité variétale, cinq cultivars appartenant à quatre groupes génétiques différents nous ont permis d'obtenir les résultats présentés sur les tableaux 9, 10, 11, 12 et 13 et les figures 2 et 3.

Les valeurs obtenues lors de l'étude de l'incubation maximale présentent des différences marquées dans le temps par l'influence des conditions climatiques. Les grandes variations présentées par la durée d'incubation entre le 4 novembre 1982 et le 25 juillet 1983 nous a imposé de séparer en trois périodes les valeurs obtenues lors des observations, ceci afin de pouvoir effectuer la comparaison statistique des variétés expérimentées (tableau 10/C : période d'incubations courtes du 4/11 au 19/05 ; B : période de transition 7/06 ; A : période d'incubations longues à partir du 29/06).

Il faut cependant noter que les différences d'incubation, si elles sont peu marquées entre certains groupes en période favorable à la maladie, s'accroissent considérablement en période défavorable (tableaux 9 et 10). C'est notamment le cas du groupe plantain (AAB) représenté par la variété Ebang et du groupe Cavendish (AAA) représenté par la variété Poyo. Paradoxalement, c'est la variété Ebang qui présente, comparativement à Poyo, les durées d'incubation les plus courtes entre le 4 novembre et le 15 mars ; dès le mois de mai puis lors des marquages ultérieurs effectués en saison sèche, la variété Ebang présente des valeurs d'incubation plus élevées (tableau 9).

Ce phénomène avait déjà été constaté lors d'une étude de sensibilité variétale précédente (FOURE, 1982 a). Il est encore plus net avec la variété Figue sucrée qui passe d'une durée moyenne d'incubation de 14,4 jours (période du 4/11 au 19/05) à 26,4 jours (période du 7/06) puis à 53,75 jours (période du 29/06) (tableau 10 A, B, C).

D'une manière générale, c'est la variété Fougamou 1, appartenant au groupe ABB qui présente les valeurs d'incubation les plus élevées.

D'après MEREDITH (1970) le premier critère à retenir pour une classification de variétés selon leur sensibilité est le rang de la plus jeune feuille atteinte et d'après cet auteur, la durée de la période d'incubation décroît quand la sensibilité augmente.

Or, au vu des résultats présentés sur les tableaux 9 et 10 nous sommes en mesure d'affirmer que la durée d'incubation n'est pas un critère suffisamment fiable pour déterminer la sensibilité d'une variété. Il n'y a pas de corrélation entre incubation et sensibilité.

Des variétés telles que Yangambi et Figue sucrée présentent généralement et surtout en période favorable à la maladie des valeurs d'incubation plus courtes compara-

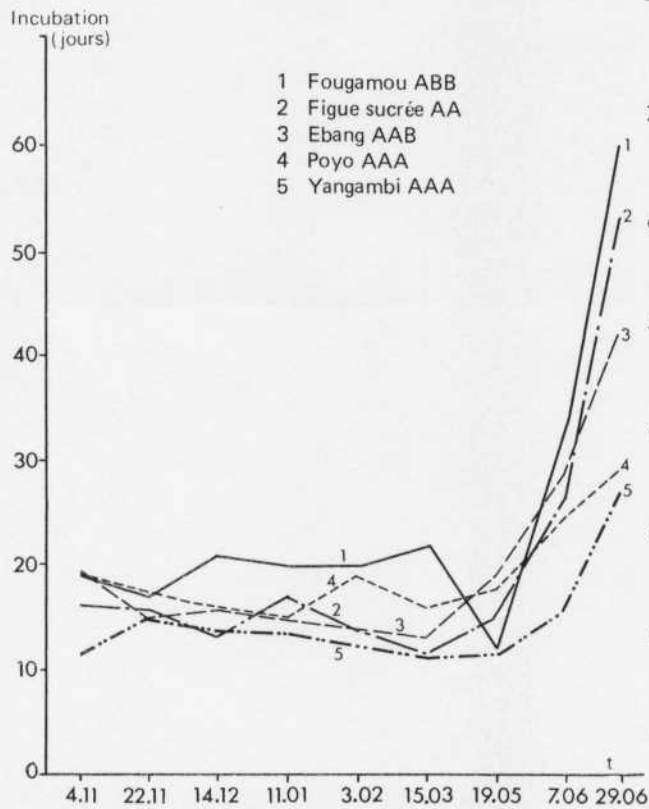


Figure 2 - VARIATIONS DE DUREE MOYENNE DE L'INCUBATION MAXIMALE.

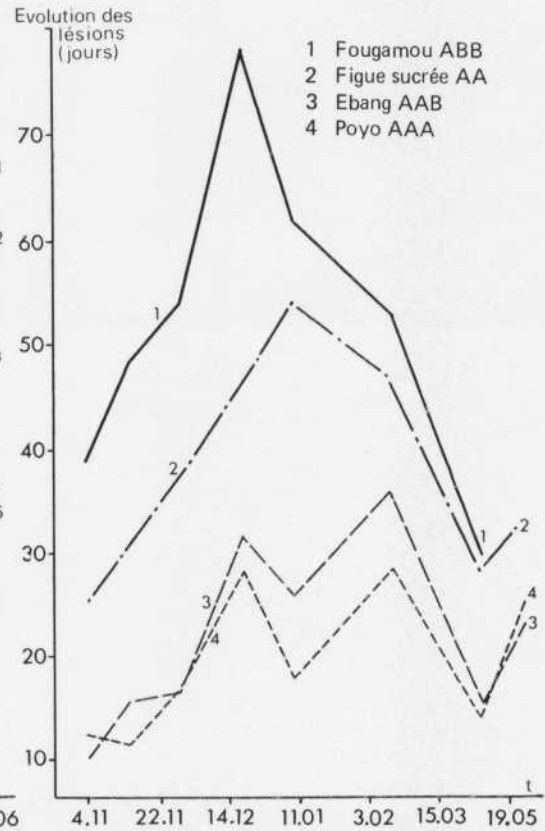


Figure 3 - VARIATIONS DE DUREE MOYENNE DE L'ÉVOLUTION DES LÉSIONS. INFLUENCE DU FACTEUR VARIÉTAL.

tivement aux autres variétés et paradoxalement l'évolution des lésions est ensuite soit bloquée au stade 2 (Yangambi, pas de nécroses, de manière identique à la variété N'Toum 1 - FOURE, 1982 a) soit très lente (Figue sucrée).

Par contre, la durée d'évolution qui conditionne le nombre de feuilles fonctionnelles à la récolte est un critère de détermination de la sensibilité d'une variété.

L'influence des facteurs climatiques est très marquée sur la durée d'évolution des lésions qui peut ainsi passer de 10,6 jours à 35,8 jours avec la variété Ebang (entre novembre 1982 et mars 1983), de 78 jours à 29,9 jours (entre janvier et mai avec la variété Fougamou (tableau 12).

D'une manière générale, mis à part la résistance très prononcée de la variété Yangambi, ce sont les groupes, ABB représenté par la variété Fougamou et AA représenté par Figue sucrée, qui présentent le plus de résistance à la maladie des raies noires.

Il est d'autre part intéressant de constater qu'il peut y avoir des différences importantes entre variétés d'un même groupe génétique. C'est par exemple le cas des variétés Poyo (AAA) et N'Toum 1 (AAA) (FOURE, 1982), Ebang (AAA) et Yangambi Km 5 (AAA).

Il est imprudent d'établir une classification de sensibilité variétale en tenant compte d'une seule série de mesures effectuées à une période climatique bien déterminée. Les recherches effectuées au Gabon ont montré qu'il n'était pas possible d'obtenir des classes bien définies comme celles de MEREDITH (1970) (classement de la variété Gros Michel dans la tranche des 40-50 jours d'évolution, Petite Naine dans celle des 30-40 jours) ou de FIRMAN (1972) qui, lui, ne considère pas la durée d'évolution comme un critère de classification (inférieure à 20 jours sur toutes les variétés testées).

Les chiffres sont tout au long de l'année en perpétuelle évolution, dépendant de l'influence des facteurs climatiques et de la quantité d'inoculum et ne sont donc pas auto-

TABLEAU 7 - Transport latéral d'ascospores.

		A								
Date		23.04.82			29.04.82			7.05.82		
Feuille		F8	F9	F10	F8	F9	F10	F8	F9	F10
1	GA	19	15	5	10	10	5	0	0	0
	DA	20	19	10	15	10	5	0	0	0
2	GA	19	10	5	15	10	5	5	10	0
	DA	19	10	5	15	10	0	5	10	0
3	GA	19	15	10	10	15	5	5	5	5
	DA	19	19	10	10	15	5	5	5	5
4	GA	15	15	0	10	10	10	5	0	0
	DA	19	15	0	10	15	10	5	0	0
5	GA	19	15	10	10	10	0	10	0	0
	DA	19	15	10	10	10	0	10	0	0

		B								
n		15	15	15	15	15	15	15	15	15
G		219	183	75	167	130	75	75	35	10
D		241	196	90	180	169	70	80	40	10
G/D		0.91	0.93	0.83	0.93	0.79	1.07	0.94	0.88	1

		C	
$\sum n$		135	
$\sum G$		969	
$\sum D$		1076	
\bar{X} G/D		0.92	

A : exemple de feuille de notations pour 5 bananiers cv. French sombre
 B : résultats pour la période du 23.04 au 7.05. Calculs effectués sur 15 bananiers
 C : résultats globaux pour la période du 10.04 au 7.05

TABLEAU 8 - Transport latéral d'ascospores.

Période d'observations	$\sum n$	$\sum G$	$\sum D$	\bar{X} G/D
24.12.81 - 22.1.82	30	472	502	0.94
2.02.82 - 18.02	35	777	834	0.91
26.02.82 - 26.03	110	1732	1922	0.90
10.04.82 - 07.05	173	1148	1600	0.91
20.05.82 - 10.06	180	524	637	0.82

matiquement reproductibles d'une année sur l'autre.

CONCLUSION

La lutte génétique contre les cercosporioses est encore peu avancée à cause de la génétique mal connue du genre *Musa*. De plus, la stérilité totale des groupes Cavendish et Plantain corne et presque totale des plantains French rend très minces les espoirs d'amélioration de ces variétés dans

un proche avenir.

Cependant, les sous-espèces *Musa acuminata malaccensis* et *M. acuminata burmanica* constituent des sources de résistance à la maladie de Sigatoka intéressantes ; la création d'hybrides qui passe nécessairement par l'utilisation d'un parent mâle diploïde présentant les caractères recherchés a d'ailleurs permis d'obtenir quelques cultivars intéressants comme Boddles Altafort et IC₂. De plus, ROWE et RICHARDSON (1975) rapportent que certains

TABLEAU 9 - Variations de durée moyenne de l'incubation maximale. Influence du facteur variétal plants non traités.

Date	Variété		Ebang (AAB)		Fougamou (ABB)		Figue sucrée (AA)		Poyo (AAA)		Yangambi Km 5 (AAA)	
	PJFT	I	PJFT	I	PJFT	I	PJFT	I	PJFT	I	PJFT	I
* 4.11 82	3.94	19.4 **	3.70	19	3.06	16.2	3.14	19	2.08	11.4		
22.11	2.84	15	2.94	17	2.42	15.4	2.90	17	2.48	15		
14.12	2.9	15.78	3.74	20.8	2.48	13	3	16	1.98	13		
11.01.83	2.04	14.8	2.84	20	2.24	16.5	2	15.1	1.8	13		
3.02	2.18	14.2	2.84	20	2	14	2.22	18.9	-	-		
15.03	-	13	-	22	-	11	-	16	-	11		
	changement de bananiers											
19.05	2.6	18.9	1.96	12	2	15	2.20	17.8	1.8	11.8		
7.06	2.64	28.8	3.40	33.4	2.48	26.4	2.66	24.9	1.8	15.7		
29.06	3.70	42.5	-	59.4	-	53.75	2.50	29	1.96	27.1		
25.07	chiffres non obtenus au moment de la rédaction de cet article											
	2.50	37.6					2.12	32.5				

* - date de marquage des cigares au stade A du déroulement

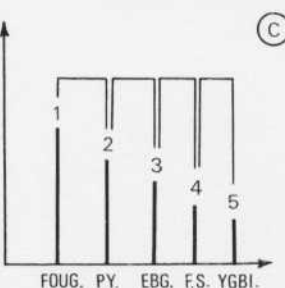
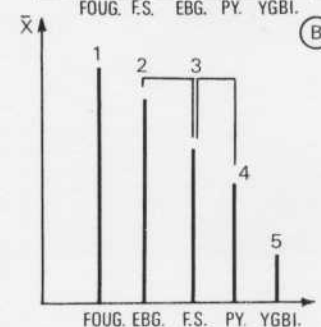
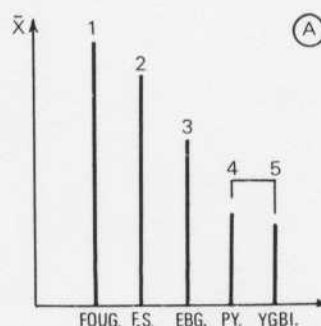
** - valeur moyenne de la durée d'incubation obtenue sur 10 bananiers non traités.

TABLEAU 10 - Variations de durée moyenne de l'incubation maximale. Comparaison variétale (test t de STUDENT-FISHER) Plants non traités.

	1	2	3	4	5
FOUG	F.S.	EBG	PY	YGBI	
\bar{X} 59.4	4.275*	*	*	*	
	53.75	7.095 *	*	*	
		42.5	18.02 *	20.56 *	
			29	N.S.	
marquage du 29.06			\bar{X}	27.1	

	FOUG	EBG	F.S.	PY	YGBI
\bar{X} 33.4	5.001*	4.082*	*	*	
	28.8	1.515 NS	*	*	
		26.4	NS	*	
marquage du 7.06			24.9	*	
			\bar{X}	15.7	

	FOUG	PY	EBG	F.S.	YGBI
\bar{X} 19.8	2.98 NS	3.39*	*	*	
	17.1	NS	3.52 *	*	
		15.9	NS	3.112 *	
marquages du 4.11 au 19.05			14.4	NS	
			\bar{X}	12.5	



□ différences non significatives

FOUG : Fougamou

PY : Poyo

EBG : Ebang

F.S. : Figue sucrée

YGBI : Yangambi Km 5

TABLEAU 11 - Variations de durée moyenne de l'incubation maximale.
 Comparaison variétale (test t de STUDENT-FISHER).
 Plants traités (marquages du 4.11 au 19.05).

1	2	3	4	5
Fougamou	Ebang	Poyo	Figue sucrée	Yangambi Km 5
1 \bar{X} 30.2	1.82 NS	3.22 **	3.99 **	4.55 **
	2 \bar{X} 22.6	1.37 NS	2.30 *	3.02 **
		3 \bar{X} 18.9	1.63 NS	3.12 **
			4 \bar{X} 16.2	1.01 NS
				5 \bar{X} 14.4

t 5 p. 100 : 2.145
 t 1 p. 100 : 2.977
 NS : non significatif

TABLEAU 12 - Variations de durée moyenne de l'évolution des lésions. Influence du facteur variétal.
 plants non traités.

Date	Variété		Ebang (AAB)		Fougamou (ABB)		Figue sucrée (AA)		Poyo (AAA)		Yangambi (AAA)	
	PJFN	E	PJFN	E	PJFN	E	PJFN	E	PJFN	E	PJFN	E
* 4.11.82	5.64	10.6 **	10.22	39	7.18	25.2	5.24	12.8	pas de nécroses			
22.11	5.14	15.78	10.68	48.43	7.54	30.6	4.88	11.8	"			
14.12	6.13	23.25	11	54.29	7.32	37.5	5.52	16.9	"			
11.01.83	6.68	32	13.4	78	8.48	46.5	5.30	28.3	"			
3.02	5.58	26.2	11.6	6.2	9.40	54	4.64	17.67	"			
15.03	5.03	35.8	8.5	53	7.80	47	3.80	28.4	"			
	changement de bananiers											
19.05	3.80	15.4	4.4	29.9	4.2	28.1	3.8	13.8	"			
7.06	5.02	23.4		> 60	4.46	32.3	4.98	25.3	"			

* - date de marquage des cigares au stade A du déroulement

** - valeur moyenne de la durée d'évolution des lésions obtenue sur 10 bananiers non traités.

TABLEAU 13 - Variations de durée moyenne de l'évolution des lésions.
 Comparaison variétale (test t de STUDENT-FISHER)
 Plants non traités.

1	2	3	4	5
Yangambi Km 5	Fougamou	Figue sucrée	Ebang	Poyo
1 pas de nécroses	-	-	-	-
	2 \bar{X} (jours) 52.3	2.33 *	4.97 **	5.82 **
		3 \bar{X} 37.65	3.11 **	4.13 **
			4 \bar{X} 22.8	0.84 NS
				5 \bar{X} 19.55

t 5 p. 100 : 2.145 *
 t 1 p. 100 : 2.977 **
 NS : non significatif

cultivars résistants à *M. musicola* se révèlent aussi résistants à *M. fijiensis* au Honduras et aux Philippines.

La sélection des variétés intéressantes est une opération longue car elles doivent nécessairement être testées dans des conditions écologiques très diverses. La mise au point de techniques de laboratoire permettant de tester ces

variétés (techniques cytochimiques) permettrait de faire progresser la sélection plus rapidement.

La grande diversité du comportement des cultivars, vis-à-vis de *M. fijiensis* et la découverte au Gabon de variétés présentant de bonnes qualités de résistance autorise l'optimisme en ce domaine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUN (J.). 1963.
La Cercosporiose du bananier en Guinée. Etude de la phase ascosporee du *Mycosphaerella musicola* LEACH.
Thèse de Docteur es-Sciences, Paris, Orsay.
- FIRMAN (I.D.). 1972.
Susceptibility of banana cultivars to fungus leaf diseases in Fiji.
Trop. Agric. Trin., 49 (3), 189-196.
- FIRMAN (I.D.) et HOSKIN (P.). 1970.
Spraying bananas in Fiji to control black leaf streak disease.
Ann. Appl. Biol., 66, 293-300.
- FOURE (E.). 1982 a.
Les Cercosporioses du bananier et leurs traitements. Comportement des variétés. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* MORELET au Gabon (maladie des raies noires).
I.- Incubation et évolution de la maladie.
Fruits, 37 (12), 749-759.
1982 b.
II.- Etude de quelques paramètres.
Fruits, 37 (12), 760-766.
- FOURE (E.). 1983.
Les Cercosporioses du bananier et leurs traitements. Sélection de molécules fongicides nouvelles. Activités comparées de différentes molécules fongicides sur *Mycosphaerella fijiensis* MORELET, agent de la «maladie des raies noires» des bananiers et plantains du Gabon.
Fruits, 38 (1), 21-34.
- FROSSARD (P.). 1980.
Apparition d'une nouvelle et grave maladie foliaire des bananiers et plantains au Gabon, la maladie des raies noires *Mycosphaerella fijiensis* MORELET.
Fruits, 35 (9), 519-527.
- GRAHAM (K.M.). 1968.
A simple way to distinguish black leaf streak from Sigatoka disease on bananas.
(unpublished manuscript).
- LEACH (R.). 1946.
Banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*) on the Gros Michel variety in Jamaica., Kingston, Jamaica.
(Government printer).
- LONG (P.G.). 1971.
Control of black leaf streak disease of bananas with benomyl.
Pl. Dis. Repr., 55, 50-53.
- LONG (P.G.). 1973.
Control of black leaf streak disease in Western Samoa.
Trop. Agric. Trin., 50, 75-84.
- LONG (P.G.). 1979.
Banana black leaf streak disease (*Mycosphaerella fijiensis*) in Western Samoa.
Trans. Br. Mycol. Soc., 72 (2), 299-310.
- MEREDITH (D.S.) et LAWRENCE (J.S.). 1969.
Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*) : Symptoms of disease in Hawaii and notes on the conidial state of the causal fungus.
Trans. Br. Mycol. Soc., 52 (3), 459-476.
- MEREDITH (D.S.) et LAWRENCE (J.S.). 1970.
Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*) susceptibility of cultivars.
Trop. Agric. Trin., 47, 275-287.
- MORELET (M.). 1969.
Micromycètes du Var et d'ailleurs (2e note).
Annales de la Société des Sciences naturelles et archéologiques de Toulon et du Var, 21, 104-108.
- MULDER (J.L.) et STOVER (R.H.). 1976.
Mycosphaerella causing banana leaf spot.
Trans. Brit. Mycol. Soc., 67, 77-82.
- RAEMAEKERS (R.). 1975.
Black leaf streak like disease in Zambia.
PANS, 21, 396-400.
- RHODES (P.L.). 1964.
A new banana disease in Fiji.
Commonwealth Phytopathological News, 10, 38-41. Abstr. in RAM.
- ROWE (P.R.) et RICHARDSON (D.L.). 1975.
Breeding bananas for disease resistance, fruit quality and yield.
Tropical Agriculture Research Services (SIATSA), La Lima, Honduras, 41 p.
- SIMMONDS (J.H.). 1939.
Influence of seasonal conditions on the development of *Cercospora* leaf spot of the banana, with special reference to the control programme.
Qd Agric. J., 52, 633-647.
- STAHEL (G.). 1937.
Notes on *Cercospora* leaf spot of bananas (*Cercospora musae*).
Trop. Agric. Trin., 14, 257-264.
- STOVER (R.H.). 1976.
Distribution and cultural characteristics of the pathogene causing banana leaf spot.
Trop. Agric. Trin., 53, 111-114.

