

# Développement de *Mycosphaerella musicola* (maladie de Sigatoka) et *M. fijiensis* (maladie des raies noires) sur les bananiers et plantains.

## Etude du cas particulier des productions d'altitude.

A. MOULIOM PEFOURA et X. MOURICHON\*

DEVELOPMENT OF *MYCOSPHAERELLA MUSICOLA* (YELLOW SIGATOKA) AND *M. FIJIENSIS* (BLACK SIGATOKA) ON BANANAS AND PLANTAINS.

Study of the special case of highland production.

A. MOULIOM PEFOURA and X. MOURICHON.

*Fruits*, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p. 17-24.

**ABSTRACT** - Highland banana and plantain zones differ from the traditional lowland production areas and display special features as regards leaf spot diseases. The species *Mycosphaerella fijiensis* (*Cercospora fijiensis*), known for its high parasitic activity, is still not found, and only the species *M. musicola* (*Cercospora musae*) grows in highland areas on hosts (plantains) which are normally resistant at a lower altitude. Low temperatures may be a factor in this parasitic behaviour. The development of *M. musicola* on plantain does not appear to result from genetic drift of the species.

DEVELOPPEMENT DE *MYCOSPHAERELLA MUSICOLA* (MALADIE DE SIGATOKA) ET *M. FIJIENSIS* (MALADIE DES RAIES NOIRES) SUR LES BANANIERES ET PLANTAINS. Etude de cas particuliers des productions d'altitude.

A. MOULIOM PEFOURA et X. MOURICHON.

*Fruits*, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p. 17-24

**RÉSUMÉ** - Les zones productrices de bananiers et plantains situées en altitude se distinguent des zones de production traditionnelles de basse altitude en constituant une situation parasitaire particulière dans le domaine des Cercosporioses. L'espèce *Mycosphaerella fijiensis* (*Cercospora fijiensis*) connue pourtant pour sa haute activité parasitaire, y est toujours absente et seule l'espèce *M. musicola* (*Cercospora musae*) s'y développe, sur des hôtes (plantains) qui lui sont habituellement résistants en région de basse altitude. Les basses températures peuvent être l'un des facteurs de ce comportement parasitaire particulier. Le développement de *M. musicola* sur plantain ne semble pas résulter d'une dérive génétique de l'espèce.

### INTRODUCTION

Les Cercosporioses des bananiers et plantains sont des maladies fongiques qui se manifestent par une sénescence plus ou moins importante du système foliaire de la plante. Elles sont provoquées par les champignons du genre *Mycosphaerella*.

La maladie de Sigatoka causée par *Mycosphaerella musicola* LEACH (*Cercospora musae*), découverte au début du siècle aux îles Fidji (ZIMMERMAN, 1902) est actuellement présente dans la quasi-totalité des régions productrices.

Quant à la maladie des raies noires causée par *M. fijiensis* MORELET (*Cercospora fijiensis*), identifiée plus tard en 1963 également aux îles Fidji (RHODES, 1964), elle est aujourd'hui en pleine extension dans la plupart des régions productrices. En Afrique, elle est signalée pour la première fois en Zambie (RAEMAEEKERS, 1975), puis au Gabon en 1978 (FROSSARD, 1980). D'autres pays d'Afrique centrale en sont atteints (Congo. Guinée équatoriale, Nigéria, Cameroun).

Apparu au Cameroun en 1980 dans la région de Kribi, *M. fijiensis* a atteint les régions bananières du Mounjo en 1983. Sa répartition était alors encore hétérogène, certaines plantations étant principalement infestées par *M. musicola*, ce qui, pour chaque plantation, imposait une stratégie de lutte particulière en fonction de l'espèce prédominante (MOULIOM PEFOURA, 1984). Son développement est aujourd'hui généralisé sur l'ensemble des plantations et grâce à une activité parasitaire très supérieure, il s'est progressivement substitué à *M. musicola*.

Sa progression vers d'autres régions productrices semble néanmoins bloquée depuis 1985 à une altitude d'environ 700 m (FOURE et LESCOT, 1988). Des situations analogues caractérisent d'autres zones de production comme la Colombie (MOURICHON, 1988), le Costa Rica, Porto Rico et Saint Domingue où là encore le développement de *M. fijiensis* reste limité aux régions de basses altitudes.

En altitude (1 000 - 1 500 m), l'espèce *M. musicola* paraît, seule, pouvoir se développer avec des niveaux d'infestation particulièrement élevés sur bananiers «dessert» (AAA), mais également sur des cultivars du sous-groupe «plantain» (AAB). Compte tenu des travaux réalisés sur la sensibilité variétale à *M. musicola*, cette dernière observa-

\* - Laboratoire de Pathologie végétale - IRFA/CIRAD - B.P. 5035 34032 MONTPELLIER CEDEX 01 - France

tion caractérise une interaction hôte-parasite «atypique». En effet, les différentes études sur le comportement variétal effectuées il est vrai en zone de basse altitude s'accordent toutes à reconnaître à *M. musicola* une activité pathogène réduite à un étroit spectre d'hôtes. Son développement en particulier sur le sous-groupe plantain et autres bananes à cuire (AAB, ABB) est nul ou très faible, contrairement à *M. fijiensis* qui peut s'attaquer à une gamme d'hôtes beaucoup plus large (BRUN, 1963 ; VAKILI, 1968 ; MEREDITH et LAWRENCE, 1970 ; FIRMAN, 1972 ; STOVER, 1972 ; WARDLAW, 1972 ; LAVILLE, 1983 ; MOULIOM PEFOURA, 1983 ; FOURE, 1985 ; TEZENAS DU MONT-CEL, 1989).

Cette étude se propose d'apporter des éléments d'explication sur l'interaction «atypique» entre *M. musicola* et les plantains en condition d'altitude. Les populations de *M. musicola* isolées sur plantains en altitude se différencient-elles des souches habituellement rencontrées sur les cultivars de bananiers «dessert» (AAA) en basse altitude ? Ce comportement peut-il résulter d'une perte de résistance des plantains à *M. musicola* ?

Ce travail tente également d'expliquer l'absence de *M. fijiensis* en zones d'altitude sur des hôtes qui lui sont habituellement sensibles.

## MATERIELS ET METHODES

### Matériel végétal.

Deux cultivars ont été utilisés appartenant à 2 groupes génétiques différents :

- le bananier cv Petite Naine du groupe Cavendish (AAA), très sensible aux deux espèces pathogènes ;
- le cv French sombre du sous-groupe plantain (AAB), sensible à *M. fijiensis* et habituellement résistant à *M. musicola* en zone de basse altitude.

Ces deux cultivars se prêtent bien à l'étude du pouvoir pathogène des deux espèces pathogènes.

Le matériel utilisé est issu de vitroplants obtenus à partir d'oeilletons, en provenance du Cameroun (collection du Centre de Recherches de Nyombé) pour le cv French sombre, et de Guadeloupe (Station de Recherches de Neufchâteau) pour la Petite Naine. Les techniques de culture *in vitro* employées ont été décrites précédemment (ESCALANT, 1987). Toutes les plantes hôtes sont obtenues après les phases de multiplication et de croissance *in vitro*.

Le sevrage des vitroplants est réalisé dans une cellule climatisée après transfert sur terreau en pots. Après quatre semaines, les plantules sont acclimatées en serre pendant deux semaines avant utilisation.

### Les agents pathogènes.

- Les isolats :

Neuf isolats ont été utilisés provenant d'origines géographiques différentes et comprenant :

- 4 isolats de *M. musicola* isolés sur bananiers Cavendish,
- 3 isolats de *M. musicola* isolés sur plantains en altitude,
- 2 isolats de *M. fijiensis* isolés sur banane.

TABLEAU 1 - Caractéristiques des isolats utilisés.

Isolats	Hôtes	Origine géographique	Altitude (m)	Code
<i>M. musicola</i>	Banane AAA	Côte d'Ivoire	(1)	31
"	"	Cameroun Dschang	1 300	62
"	"	Cameroun Ekona	(1)	100
"	"	Martinique	(1)	103
"	Plantain AAB	Cameroun Yaoundé	800	60
"	"	Cameroun Dschang	1 300	61
"	"	Colombie	1 300	90
<i>M. fijiensis</i>	Banane AAA	Cameroun	(1)	85
"	"	Equateur	(1)	91

(1) - niveau de la mer.

TABLEAU 2 - Les différents travaux réalisés (+) ou non (-) avec chaque isolat.

Code isolat	Action de la température	Etude de l'activité parasitaire
31	+	-
62	+	+
100	-	+
103	+	+
60	+	+
61	+	+
90	+	+
85	+	+
91	+	-

Leurs caractéristiques sont présentées sur le tableau 1. Les travaux réalisés avec chaque isolat sont résumés sur le tableau 2.

#### ● Isolement et clonage

L'isolement s'est fait à partir d'échantillons foliaires de bananier et de plantain nécrosés présentant des périthèces ayant atteint leur stade de maturité. Ces échantillons proviennent de différentes origines (voir tableau 1). Les différentes souches sont clonées de la façon suivante :

- séchage des échantillons à température ambiante pendant 4 jours ;
- immersion des échantillons dans de l'eau stérile pendant 30 mn ;
- disposition des échantillons dans des boîtes de Pétri. L'éclatement des périthèces a lieu dans les heures qui suivent et les ascospores sont projetées sur milieu eau gélosée (3 p. 100) disposée au-dessus des échantillons ;
- prélèvement, au bout de 24 h sous loupe binoculaire, des ascospores germées et transfert sur milieu nutritif.

Toutes les souches clonées monoascospores sont conservées sur milieu PDA à 22°C.

#### ● Sporulation conidienne :

La technique utilisée a été décrite précédemment (MOURICHON *et al.*, 1987). Elle permet d'obtenir des suspensions conidiennes titrant de  $10^4$  à  $10^6$  conidies/ml.

#### Action de la température sur la germination des conidies et la croissance des tubes germinatifs.

0,03 ml de chaque suspension conidienne titrant  $5.10^3$  conidies/ml sont déposés sur deux types de support : eau gélosée (2 p. 100) et «disques foliaires». Le substrat «disques foliaires» est constitué par des rondelles de feuilles de bananier cv Petite Naine (AAA) réalisées avec un emporte-pièce de 1 cm de diamètre et déposées dans des boîtes de Pétri faces supérieures sur du papier filtre imbibé d'eau stérile.

Les cultures réalisées sont incubées à l'obscurité sous différents régimes thermiques : 17-20-22-25-28-31 et 35°C pendant 48 h (eau gélosée) ou 72 h (disques foliaires). A l'issue de ces différentes périodes d'incubation, des observations sont effectuées pour évaluer d'une part le pourcentage des conidies germées (300 conidies sont observées par isolat et par température) et d'autre part la longueur des tubes germinatifs (30 conidies sont observées par souche et par température, et seul le plus long tube germinatif est mesuré par conidie).

#### Etude du pouvoir pathogène.

##### ● Préparation des inoculums.

Les inoculums sont constitués par des broyats mycéliens obtenus à partir des cultures réalisées sur disques de cellophane sur milieu PDA. Le mycélium âgé de 21 jours est

prélevé et broyé modérément avec un homogénéiseur à couteaux dans de l'eau gélatinée à 2 p. 100 à raison de 1 g de poids frais de mycélium pour 10 cc d'eau. Les broyats sont ensuite filtrés sur de la gaze avant leur utilisation.

##### ● Inoculation et conditions d'incubation.

Les inoculations sont réalisées selon la technique précédemment décrite (MOURICHON *et al.*, 1987) par étalement au pinceau, des suspensions mycéliennes sur les faces inférieures des deux dernières feuilles formées de chaque plant (1 cc de suspension mycélienne pour 150 à 200 cm<sup>2</sup> environ). pour chaque isolat, elles sont réalisées dans un cas sur l'ensemble de la surface foliaire (6 plants/cultivar/isolat) et dans l'autre cas sur des secteurs foliaires bien délimités (6 isolats sont inoculés sur une même feuille).

Les plantules inoculées sont soumises à une humidité saturante pendant 72 h (maintien d'un film d'eau sur les faces inférieures des feuilles), puis disposées dans des chambres de cultures dans lesquelles on procède à des alternances d'hygrométrie : 50-70 p. 100 HR pour 9 h de jour, 100 p. 100 HR pour 15 h de nuit. La température est maintenue à 25-27°C pendant la durée de l'expérimentation.

##### ● Evaluation des niveaux d'infestation.

La notation des symptômes tient compte des stades d'évolution de la maladie décrite sur des plants adultes en plein champ. On distingue 5 stades :

Stade 1 : ponctuation jaunâtre très petite d'un diamètre inférieur à 0,5 mm juste visible à l'oeil nu.

Stade 2 : tîret brun rouille ou jaune d'environ 4 mm de largeur.

Stade 3 : allongement et élargissement du stade 2.

Stade 4 : tache brun-noir elliptique ou ovale.

Stade 5 : tache brun-noir entourée d'une zone chlorotique jaune ou halo avec le centre bien desséché.

## RESULTATS

#### Action de la température sur la germination des conidies et la croissance des tubes germinatifs.

La gamme de températures retenue tient compte d'une part des températures mensuelles enregistrées dans deux zones de production (figure 1) : Cameroun (basse côte et altitude) et Colombie, et d'autre part des températures optimales et maximales de germination des conidies et ascospores et de croissance des tubes germinatifs cités dans la littérature (BRUN, 1963 ; CALPOUZOS, 1955 ; STOVER, 1965, 1970, 1983).

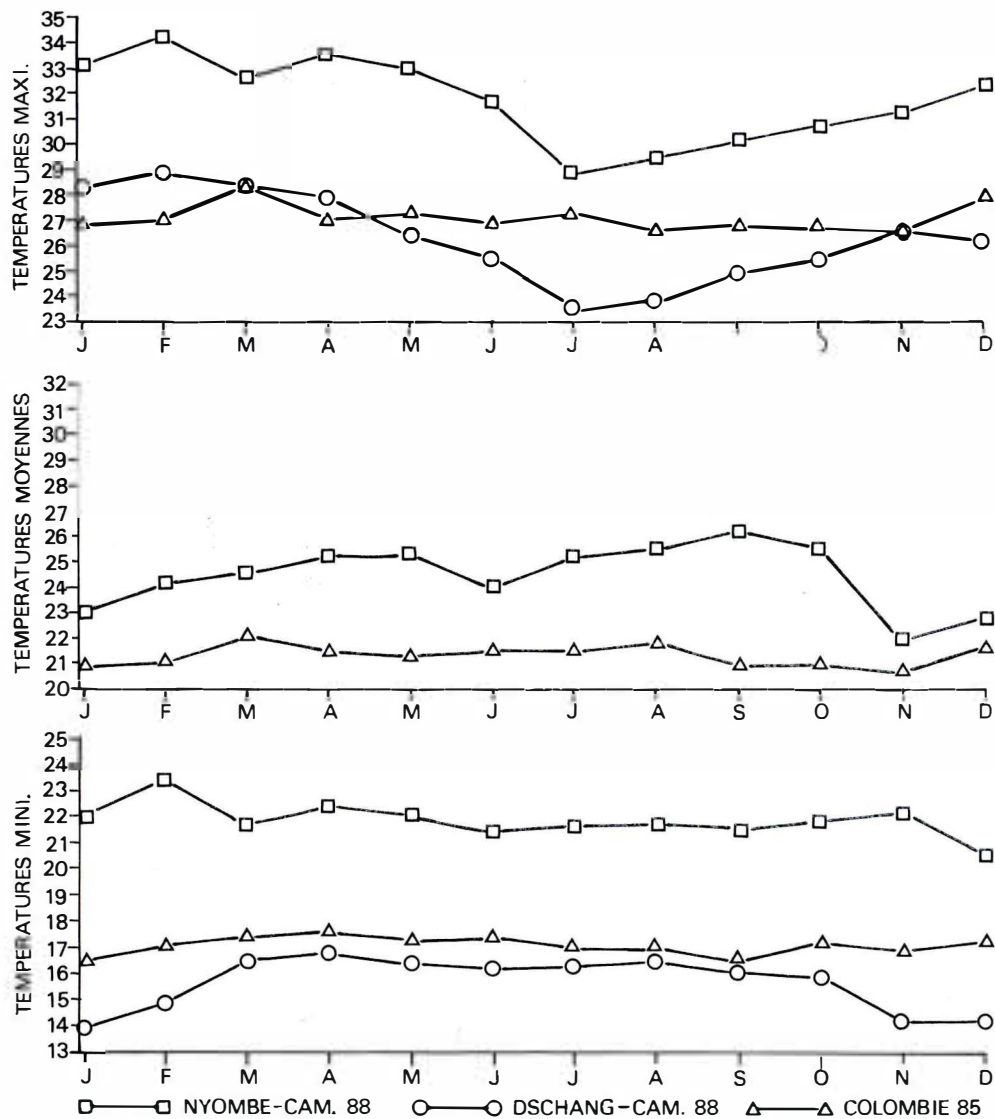


Fig. 1 \* EVOLUTION DES TEMPERATURES (MOYENNES MENSUELLES) MINIMUMS, MOYENNES ET MAXIMUMS ENREGISTREES DANS DIFFERENTES ZONES DE PRODUCTION DE BASSE COTE (NYOMBE-CAMEROUN) ET D'ALTITUDE (DSCHANG-CAMEROUN ET ARMENIA COLOMBIE).

● Action de la température sur la germination des conidies.

Lors d'une étude préliminaire, il a été étudié l'action d'une gamme complète de température (17-35°C) sur la germination des conidies (figure 2 A). Pour tous les isolats, l'optimum thermique se situe autour de 28°C. Par contre des différences notables apparaissent pour des températures inférieures et notamment pour celle que nous avons retenue comme température minimale. L'espèce *M. fijiensis* se distingue nettement des 5 isolats de *M. musicola* par son très bas pourcentage de germination à 17°C. Toutefois à cette température, des différences marquées sont également observées parmi les isolats de *M. musicola*. On enregistre en effet une variation importante du taux de germination parmi ceux-ci, mais le classement obtenu des isolats semble indépendant de leurs zones d'origine (altitude ou basse côte).

Au cours d'une deuxième série d'expérimentations avec les 3 plus basses températures, un deuxième isolat de *M. fijiensis* (91) et un sixième isolat de *M. musicola* (31) ont été observés en complément des autres retenus précédemment. Les résultats obtenus et les analyses statistiques (tableau 3) confirment les premières observations, à savoir une plus faible tolérance de l'espèce *M. fijiensis* à la plus basse température de 17°C. La différence avec les isolats de *M. musicola* apparaît toutefois moins marquée que précédemment.

● Action de la température sur la croissance des tubes germinatifs.

Pour tous les isolats étudiés, la croissance est optimale à 25°C (figure 2 B). Comme précédemment observée pour la germination, une différence de comportement entre les



deux espèces apparaît également ici aux basses températures (tableau 4). Cette différence est encore plus nette à 17°C entre les isolats de l'espèce *M. fijiensis*, à croissance très réduite, et les autres isolats de l'espèce *M. musicola*. Là encore, les souches de *M. musicola* isolées sur plantation en zone d'altitude n'apparaissent pas plus tolérantes aux basses températures que les autres souches isolées sur bananiers en région de basse côte.

**Etude du pouvoir pathogène par inoculations expérimentales.**

La figure 3 indique l'évolution des symptômes 60 jours après l'inoculation des deux cultivars par cinq isolats de *M. musicola* (2 isolés sur Cavendish et 3 isolés sur plantain en altitude) et un isolat de *M. fijiensis*. Les valeurs indiquées représentent les moyennes des différents stades observés sur 12 feuilles inoculées (2 feuilles inoculées par plant, 6 plants inoculés par cultivar et par isolat). Dans toutes les séries, la période d'incubation de la maladie a été très voisine et l'apparition des premiers symptômes (stade 1) se situe environ 15-17 jours après inoculation quels que soient les isolats retenus et les hôtes inoculés.

On constate un comportement très homogène des 5 isolats de *M. musicola* après leur inoculation sur plantains. La vitesse des symptômes engendrés par chacun d'eux est très lente à tel point que l'évolution de la maladie apparaît même bloquée dès 30 jours après l'inoculation en présentant un faciès tout à fait caractéristique. L'inoculation avec *M. fijiensis* (isolat 85) a conduit quant à elle à une évolution normale des symptômes jusqu'au stade nécrotique.

Sur bananiers (cv Petite Naine), l'évolution des symptômes est nettement plus rapide et la plupart des feuilles inoculées présentaient des stades «nécroses» au moment de l'arrêt des observations.

Des résultats analogues sont obtenus quand les inoculations intéressent non plus les feuilles entières comme précédemment, mais des secteurs permettant d'étudier plusieurs isolats sur une même feuille et réduisant ainsi certains facteurs de variation pouvant perturber le déroulement d'une telle étude.

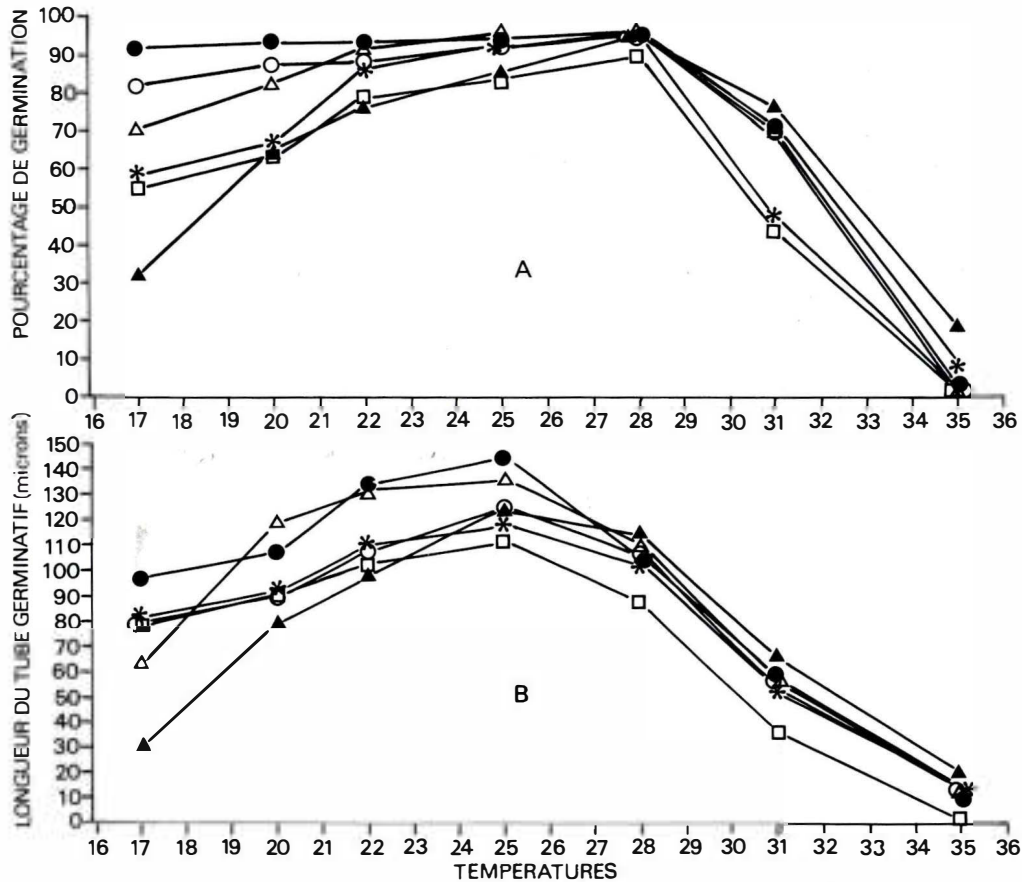


Fig. 2 \* ACTION DE LA TEMPERATURE SUR LE POURCENTAGE DE GERMINATION DES CONIDIAS (A) ET LA CROISSANCE DES TUBES GERMINATIFS (B) APRES 48 HEURES D'INCUBATION SUR EAU GELOSEE.

- 60 *M. musicola* plantains - Cameroun Altitude
- 61 *M. musicola* plantains - Cameroun Altitude
- \* 62 *M. musicola* banane - Cameroun
- 90 *M. musicola* plantains - Colombie Altitude
- △ 103 *M. musicola* banane - Martinique
- ▲ 85 *M. fijiensis* banane - Cameroun

**TABLEAU 3 - Action des basses températures sur le pourcentage de germination des conidies de différents isolats sur eau gélosée (A) après 48 h et sur disques foliaires (B) après 72 h d'incubation à 17, 20 et 22°C. Test de Newman-Keuls 5 p. 100; 300 conidies sont observées dans chaque cas.**

Isolats	17°C	20°C	22°C
<b>A</b>			
<i>M. fijiensis</i> 85	36,01 a	61,71 a	67,95 a
<i>M. fijiensis</i> 91	46,51 b	74,86 c	87,01 c
<i>M. musicola</i> 60 (2)	50,78 b	68,15 b	77,90 b
62 (1)	54,70 b	71,89 b c	79,32 b
61 (2)	57,24 b	80,35 d	85,59 c
103 (1)	78,08 c	90,00 e	96,78 d
31 (1)	79,95 c	81,20 d	83,14 b c
90 (2)	91,78 d	93,34 e	96,76 d
<b>B</b>			
<i>M. fijiensis</i> 85	12,30 a	21,20 a	23,50 a
91	18,35 b	29,21 a	34,19 c d
<i>M. musicola</i> 60 (2)	20,48 b c	27,50 a	30,70 b
61 (2)	21,82 c	31,10 b	33,15 c
103 (1)	28,40 d	32,66 b	35,76 c
31 (1)	31,54 e	32,34 b	32,55 c
90 (2)	36,27 f	37,27 c	38,35 d

(1) - isolé de banane AAA

(2) - isolé de plantain AAB en zone d'altitude

#### DISCUSSION – CONCLUSION

Les températures optimales pour la germination des conidies et la croissance des filaments germinatifs obtenues dans cette étude sont très proches de celles décrites par STOVER (1965) pour les ascospores. Les travaux déjà

décrits dans ce domaine dans la littérature font très peu mention de l'action des basses températures sur le développement *in vitro* de ces champignons (CALPOUZOS, 1955 ; BRUN, 1963 ; WARDLAW, 1972) et seul STOVER (1983) décrit une loi d'action de la température simultanément sur les deux espèces *M. musicola* et *M. fijiensis in vitro*.

**TABLEAU 4 - Action des basses températures sur la croissance moyenne des tubes germinatifs ( $\mu\text{m}$ ) de différents isolats sur eau gélosée (A) après 48 h et sur disques foliaires (B) après 72 h d'incubation à 17-20 et 22°C.**

Test de Newman-Keuls 5 p. 100; 30 conidies sont observées dans chaque cas.

Isolats	17°C	20°C	22°C
<b>A</b>			
<i>M. fijiensis</i> 91	17,80 a	31,00 a	40,13 a
85	18,53 a	30,37 a	38,03 a
<i>M. musicola</i> 62 (1)	25,80 b	37,63 b	51,07 b
61 (2)	28,37 b	42,53 b c	56,73 b
60 (2)	28,70 b	39,57 b	53,20 b
31 (1)	35,93 c	47,20 c	58,73 b
90 (2)	44,30 d	74,17 d	87,43 c
103 (1)	46,73 d	78,20 d	91,23 c
<b>B</b>			
<i>M. fijiensis</i> 85	5,83 a	11,33 a	13,63 a
91	6,30 a	11,87 a	14,63 a
<i>M. musicola</i> 61 (2)	9,93 b	16,53 b	22,43 c
60 (2)	10,13 b	14,37 b	19,60 b
31 (1)	13,80 c	16,13 b	26,23 d
90 (2)	16,07 d	26,13 c	32,93 e
103 (1)	17,43 d	28,07 c	31,33 e

(1) - isolé de banane AAA

(2) - isolé de plantain AAB en zone d'altitude

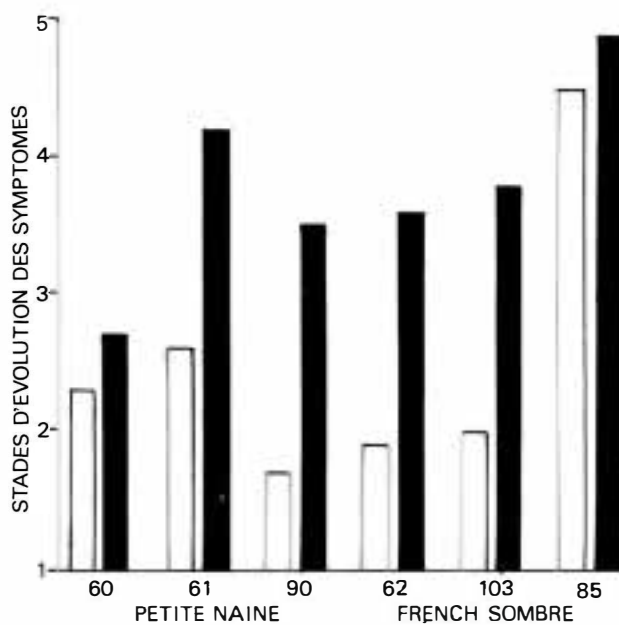


Fig. 3 \* EVOLUTION DE LA MALADIE SUR LES 2 CULTIVARS PETITE NAINE ET FRENCH SOMBRE 60 JOURS APRES INOCULATION PAR DIFFERENTS ISOLATS DE *M. MUSICOLA* (60-61-62-90-103) ET D'UN ISOLAT DE *M. FIJIENSIS* (85).

60 *M. musicola* plantains-Cameroun Altitude  
 61 *M. musicola* plantains-Cameroun Altitude  
 62 *M. musicola* banane - Cameroun  
 90 *M. musicola* plantains-Colombie Altitude  
 103 *M. musicola* banane - Martinique  
 85 *M. fijiensis* banane - Cameroun

Dans ce travail, l'auteur décrit le comportement, vis-à-vis d'une gamme de températures, d'un seul isolat par espèce et ne note apparemment pas de différence interspécifique de comportement aux basses températures.

Cette observation apparaît en contradiction avec les résultats que nous avons obtenus. En effet, tous les isolats de *M. musicola* retenus dans notre étude apparaissent nettement plus tolérants que l'espèce *M. fijiensis* aux faibles températures. Ce facteur ou un autre qui lui serait lié pourrait donc expliquer l'absence ou le développement réduit de l'espèce *M. fijiensis* dans les régions productrices d'altitude.

Les résultats obtenus dans l'évaluation du pouvoir pathogène par inoculation expérimentale dans des conditions standard en laboratoire sont tout à fait conformes aux interactions habituellement observées dans la nature.

Le développement normal des différents isolats sur les bananiers Cavendish et les résultats obtenus avec l'isolat de *M. fijiensis* indiquent que les principales conditions expérimentales étaient réunies pour une bonne interprétation des données (efficacité des inoculums, bon état physiologique des plants ...).

Dans ces conditions de laboratoire, aucune différence intraspécifique n'est mise en évidence parmi les différents isolats de *M. musicola*. Tous présentent une activité pathogène très réduite sur le cv French sombre du sous-groupe plantain. Si cette interaction entre *M. musicola* et le plantain n'apparaît pas liée au parasite lui-même (ce qui reste à confirmer), il est possible qu'elle soit liée à un comportement particulier de cet hôte sous certaines conditions abiotiques (facteurs climatiques, nutritionnels ...) rencontrés en régions d'altitude (perte de certaines composantes de la résistance de nature physiologique ... ?). Les travaux se poursuivent sur ce thème qui mérite une attention toute particulière car, concernant le Cameroun, le développement de *M. musicola* sur plantains dans des régions encore indemnes de *M. fijiensis* constitue une grave menace pour cette plante. En effet, le système de production de plantains (en touffes ou en associations avec d'autres cultures vivrières ou pérennes) ne permet pas de lutter contre la maladie de manière aussi efficace qu'en plantations industrielles de banane dessert. La lutte chimique, qui pour l'instant donnerait des résultats satisfaisants (MOULIOM PEFOURA et FOURE, 1988) serait onéreuse. Il impose de signaler que ces régions d'altitude restent pour le cas du Cameroun, les zones où est produite la majeure partie des plantains (Anonyme, 1984) autoconsommés et quelquefois exportés vers les pays limitrophes (Gabon, République Centrafricaine).

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME. 1984.  
 Recensement agricole. Estimation statistique.  
 Ministère de l'Agriculture, Yaoundé-Cameroun, p. 105.
- BRUN (J.). 1963.  
 La cercosporiose du bananier en Guinée.  
 Etude de la phase ascosporee de *Mycosphaerella musicola* LEACH.  
 Thèse Docteur es Science, Fac. des Sciences, Univ. Paris Sud,  
 Orsay, 196 p.
- CALPOUZOS (L.). 1955.  
 Effect of temperature.  
 in : Studies on Sigatoka disease of bananas and its fungus pathogens.  
 Atkins Garden and Research Laboratory. Cienfuegos, Cuba, 40-45.
- ESCALANT (J.V.). 1987.  
 Les bananiers diploïdes en culture *in vitro* (*M. acuminata* et  
*M. balbisiana*).  
 Etude du comportement et recherche de variabilité.  
 Thèse Docteur 3e cycle, USTL Montpellier, 174 p.
- FIRMAN (I.D.). 1972.  
 Susceptibility of banana cultivars to fungus leaf diseases in Fidji.  
 Trop. Agric., 49 (3), 189-196.
- FOURE (E.). 1985.  
 Les cercosporioses du bananier et leurs traitements.

- 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), 749-771.
- FOURE (E.) et LESCOT (Th.). 1988.  
Variabilité génétique des *Mycosphaerella* inféodés au genre *Musa*.  
Mise en évidence de la présence au Cameroun sur bananiers et plantains d'une cercosporiose (*Mycosphaerella musicola*) au comportement pathogène atypique.  
*Fruits*, 43 (7-8), 407-415.
- FOURE (E.) et MOULIOM PEFOURA (A.). 1988.  
La cercosporiose noire des bananiers et plantains au Cameroun (*Mycosphaerella fijiensis*).  
Contribution à l'étude des premières phases de l'infection parasitaire.  
Mise au point de tests précoces d'inoculation sur plants issus de vitro culture.  
*Fruits*, 43 (6), 339-348.
- 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.
- LAVILLE (E.). 1983.  
Les cercosporioses des bananiers et leurs traitements.  
Comportement des variétés. Généralités.  
*Fruits*, 38 (3), 147-151.
- MEREDITH (D.S.) and LAWRENCE (J.S.). 1970.  
Black leaf streak disease of banana (*Mycosphaerella fijiensis*) : susceptibility of cultivars.  
*Trop. Agric. Trinidad*, 47, 275-287.
- MOULIOM PEFOURA (A.). 1983.  
Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à la cercosporiose jaune causée par *Mycosphaerella musicola* LEACH.  
*Mémoire fin d'études, ENSA-Yaoundé*, 76 p.
- MOULIOM PEFOURA (A.). 1984.  
Distribution et incidence potentielle de la cercosporiose noire causée par *Mycosphaerella fijiensis* MORELET sur banane dessert et plantain dans le département du Mounjo (Cameroun).  
Situation en mai 1984.  
*Rev. Sci. et Tech. Ser. Agro.*, 1 (1), 9-13.
- MOULIOM PEFOURA (A.) et FOURE (E.). 1988.  
Efficacités comparées de différentes formulations de Triadiménol appliquées au sol sur *Mycosphaerella fijiensis*, agent de la maladie des raies noires des plantains au Cameroun.  
Evaluation des possibilités de lutte en milieu paysan.  
*Fruits*, 43 (4), 201-210.
- MOURICHON (X.). 1988.  
Rapport de mission en Amérique du Sud.  
*Doc. interne IRFA/CIRAD*, non publié, 3 p.
- MOURICHON (X.), PETER (D.) et ZAPATER (Marie-Françoise). 1987.  
Inoculation expérimentale de *Mycosphaerella fijiensis* MORELET sur de jeunes plantules de bananiers issues de culture *in vitro*.  
*Fruits*, 42 (4), 195-198.
- RAEMAEEKERS (R.). 1975.  
Black leaf streak like disease in Zambia.  
*Pans*, 21, 396-400.
- RHODES (P.L.). 1964.  
A new banana disease in Fidji.  
*Commonwealth Phytopath. News*, 10 (3), 38-41.
- STOVER (R.H.). 1965.  
Leaf spot of bananas caused by *Mycosphaerella musicola*.  
Effect of temperature on germination, hyphal growth, and conidia production.  
*Trop. Agric. Trinidad*, 42, 351-360.
- STOVER (R.H.). 1970.  
Leaf spot of bananas caused by *Mycosphaerella musicola*.  
Role of conidia in epidemiology.  
*Phytopathology*, 60, 856-860.
- STOVER (R.H.). 1972.  
Banana plantains and Abaca diseases.  
*Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England*, 316 p.
- STOVER (R.H.). 1983.  
The effect of temperature on ascospores germ tube growth of *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis* var. *diformis*.  
*Fruits*, 38 (9), 621-628.
- TEZENAS DU MONTCEL (H.). 1989.  
The susceptibility of various cultivated bananas to Sigatoka diseases.  
*Workshop on Sigatoka leaf spot diseases, San José - Costa Rica, mars 1989*, 7 p.
- VAKILI (N.G.). 1968.  
Responses of *Musa acuminata* species and edible cultivars to infection by *Mycosphaerella musicola*.  
*Trop. Agric. Trinidad*, 45, 13-22.
- WARDLAW (W.). 1972.  
Banana diseases including plantains and Abaca.  
*C. loxes, W. and Sons, Longman, London*, 878 p.
- ZIMMERMAN (A.). 1902.  
Uver einije tropischer kul turpflanzen beobachtete Pilze.  
*Central f. Bakter*, 2 (8), 219 p.

DESARROLLO DE *MYCOSPHAERELLA MUSICOLA* (SIGATOKA AMARILLA) Y *M. FIJENSIS* (SIGATOKA NEGRA) EN LOS BANANOS Y PLATANOS.

Estudio de casos particulares de las producciones de altitud.

A. MOULIOM PEFOURA y X. MOURICHON.

*Fruits*, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, nº 1, p. 17-24.

RESUMEN - Las zonas productoras de bananos y plátanos situadas en altitud se distinguen de las zonas de producción tradicionales de baja altitud constituyendo una situación parasitaria particular en el dominio de las cercosporiosis. La especie *Mycosphaerella fijiensis* (*Cercospora fijiensis*) conocida, sin embargo, por su elevada actividad parasitaria, sigue estando ausente y sólo la especie *M. musicola* (*Cercospora musae*) se desarrolla allí, sobre huéspedes (plátanos) que le son habitualmente resistentes en regiones de baja altitud. Las bajas temperaturas pueden ser uno de los factores de este comportamiento parasitario particular. El desarrollo de *M. musicola* sobre plátano no parece resultar de una deriva genética de la especie.

