

## Adaptation d'un système d'avertissement à la lutte contre la Cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET) en plantations de banane plantain au Panama.

E. BUREAU\*

ADAPTATION OF A FORECASTING SYSTEM TO CONTROL BLACK SIGATOKA (*MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET) IN PLANTAIN PLANTATIONS OF PANAMA.

E. BUREAU.

*Fruits*, Jul.-Aug. 1990, vol. 45, n° 4, p. 329-338.

ABSTRACT - The appearance and the generalized development of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), in Panama as in the other Central American countries constitutes an important handicap for the plantain production (Musa AAB). Strategies actually used in these regions to control the parasites on bananas (Type Cavendish AAA) are not convenient to plantain production. The costs of control are incompatible with the plantain cultivation specificity which yields are much lower. The finality of this crop, before exportation, is the production of basic food for the dietary supplies of these countries. In this context, and in the framework of two plantations with different socio-economical structures, is studied the adaptation of a bio-climatical forecast destined to control the disease in a rational and economical way.

### INTRODUCTION

Au Panama, comme dans les autres pays d'Amérique centrale, l'apparition de la Cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis*) a contribué à une baisse générale de la production de plantains (Musa AAB).

Pour la seule production panaméenne, la production annuelle de plantain est ainsi passée de 100 910 tonnes en 1979 à 31 134 tonnes en 1984, ce qui représente une réduction de 69 % de volume de production sur la période considérée (DIAZ, 1986).

Les effets ont été sensibles sur l'approvisionnement des marchés intérieurs et les prix ont fortement augmenté

ADAPTATION D'UN SYSTEME D'AVERTISSEMENT A LA LUTTE CONTRE LA CERCOSPORIOSE NOIRE (*MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET) EN PLANTATIONS DE BANANE PLANTAIN AU PANAMA.

E. BUREAU.

*Fruits*, Jul.-Aug. 1990, vol. 45, n° 4, p. 329-338.

RESUME - L'apparition et le développement généralisé de la Cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET) au Panama comme dans le reste de l'Amérique centrale constituent un lourd handicap pour la production de plantains (Musa AAB). Les stratégies de lutte actuellement employées dans ces régions pour combattre le parasite sur bananiers type dessert (Cavendish AAA) sont inadaptées aux productions de plantains. Les coûts de la lutte sont en effet incompatibles avec les caractéristiques de la culture du plantain dont les rendements sont beaucoup plus faibles. La finalité de cette culture, avant l'exportation, est la production d'un aliment de base pour les populations villageoises et l'approvisionnement interne des centres urbains. C'est dans ce contexte, et dans le cadre de deux plantations à structures socio-économiques différentes, qu'est étudiée l'adaptation d'un système d'avertissement bioclimatique destiné à combattre la maladie de façon rationnelle et économique.

(jusqu'à 50 %).

La détérioration notoire de la qualité interdit par ailleurs toute exportation alors que ce type d'échange commercial connaissait une expansion progressive (durant la période 1980-1982, les exportations ont progressé de 661 à 2 338 tonnes pour une valeur FOB s'élevant de 147 000 à 567 000 dollars).

La grande sensibilité du bananier plantain à la Cercosporiose noire et son extension généralisée à toutes les zones productrices d'Amérique centrale, nécessite l'étude de méthodes de traitements rapidement applicables en milieu paysan, en attendant l'obtention de variétés résistantes ou tolérantes au Champignon ; problème sur lequel un programme international d'amélioration génétique est orienté depuis plusieurs années.

\* - Convention UPEB/IRFA-CIRAD - c/o UPEB - Apdo. 4273 PANAMA 5, Panamá

Le champignon sévit également sur bananiers doux (*Musa Cavendish AAA*) très cultivés dans ces régions ; mais l'organisation industrielle, les rendements et la valeur ajoutée de ce produit d'exportation rendent plus facile et plus rationnelle la lutte chimique contre celui-ci.

Il était donc intéressant de mettre à profit l'expérience acquise en culture bananière et étudier l'adaptation du système d'avertissement mis au point par GANRY et MEYER (1972-1973) pour lutter contre la Cercosporiose jaunè (*Mycosphaerella musicola*) aux Antilles françaises et plus récemment adapté au contrôle de la Cercosporiose noire au Cameroun (FOURE, 1988), aux conditions de la culture du bananier plantain au Panama.

Un avertissement, pratiqué dans le cadre d'une lutte phytosanitaire, telle que la lutte contre la Cercosporiose, est destiné à minimiser le nombre d'applications tout en maintenant un état sanitaire satisfaisant de la culture.

L'analyse en continu d'un certain nombre de descripteurs climatiques et biologiques permet de suivre l'évolution de la maladie zone par zone et ainsi de n'effectuer les traitements qu'à bon escient, c'est-à-dire aux moments les plus propices à une efficacité maximum pour le coût minimum.

L'avertissement pratiqué dans le cadre de la lutte intégrée contre la Cercosporiose ne pourra être correctement utilisé que si les traitements sont généralisés sur l'ensemble du bassin de production (GANRY et LAVILLE, 1983).

Cette notion implique obligatoirement qu'une organisation socio-professionnelle réunissant l'ensemble des producteurs concernés prenne en charge la logistique des traitements généralisés.

Dans le cas de la production platanière, une telle structure socio-professionnelle n'existe pas à l'heure actuelle au Panama, à l'image de la plupart des pays d'Amérique centrale.

La culture du plantain au Panama étant caractérisée par deux types d'unités de production - la petite parcelle paysanne de 4 à 5 hectares en moyenne, à faible technicité et bénéficiant d'un volant de main-d'oeuvre familiale, et l'exploitation de 10 à 30 hectares et plus (DIAZ, 1986), de niveau technique moyen, plus productive et nécessitant une main d'oeuvre salariée - il était intéressant d'étudier l'adaptation d'un système d'avertissement à la lutte contre la Cercosporiose noire dans le cadre de chacun de ces systèmes d'exploitation.

Nous avons choisi deux plantations situées sur des sites distincts quoique dans la même région (plaine côtière pacifique de la province du Chiriqui).

L'ensemble du bassin de production constitue environ 4 000 hectares. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 2 500 mm, avec une époque sèche très marquée s'étendant normalement de décembre à avril.

Le contexte socio-économique de ces deux plantations est très différent, la première est une plantation traditionnelle de type paysan dans laquelle on n'apporte que très

peu d'intrants ; tandis que la seconde est totalement technicisée et fait l'objet d'une utilisation relativement importante d'intrants.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal.

#### ● Plantation Paysanne (Madre Vieja).

La mise en place de la plantation a été réalisée en août-septembre 1987, en lignes simples, à la densité de 1700 plants/hectare. Le cultivar utilisé est le «faux-corne» (triploïde AAB du sous groupe plantain), couramment cultivé dans la région. La superficie de la plantation est de 5 hectares. Les pratiques culturales sont très réduites et leur exécution irrégulière dans le temps. (Amendement à la plantation, application unique d'urée à l'année, contrôle de l'enherbement manuel ou chimique de façon irrégulière, traitements insecticides inexistant).

#### ● Plantation Technicisée (Cuervito).

La mise en place de la plantation a été effectuée en mai 1989.

La densité de population est de 1 500 plantes à l'hectare. Le cultivar utilisé est également le «faux-corne». La superficie de la plantation est de 7 ha.

La plantation a été réalisée au trou. Un apport d'engrais ternaire 12-24-12 accompagné d'urée a été fait à la plantation.

Un apport mensuel est ensuite réalisé sous forme d'urée en alternance avec un apport d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque. Six mois après plantation, ces apports font place à un engrais potassique.

Le contrôle de l'enherbement est réalisé avant plantation par un mélange Gramoxone + Karmex ; puis toutes les 4 à 6 semaines par une application de Gramoxone.

Un traitement insecticide à la plantation, puis en début et en fin de saison des pluies.

### Dispositif expérimental.

#### ● Plantation paysanne.

La plantation est divisée en deux blocs, représentant chacun un traitement.

**Traitement T 1 :** (Traitement Avertissement). Applications déclenchées en fonction de l'avertissement biologique.

**Traitement T 2 :** (Traitement Traditionnel). Applications déclenchées, selon l'usage courant, en fonction d'un calendrier établi par le propriétaire de l'exploitation.

Dans les deux cas, les traitements sont réalisés à bas volume (19 l/ha) par voie terrestre à l'aide d'un atomiseur porté à dos d'homme.

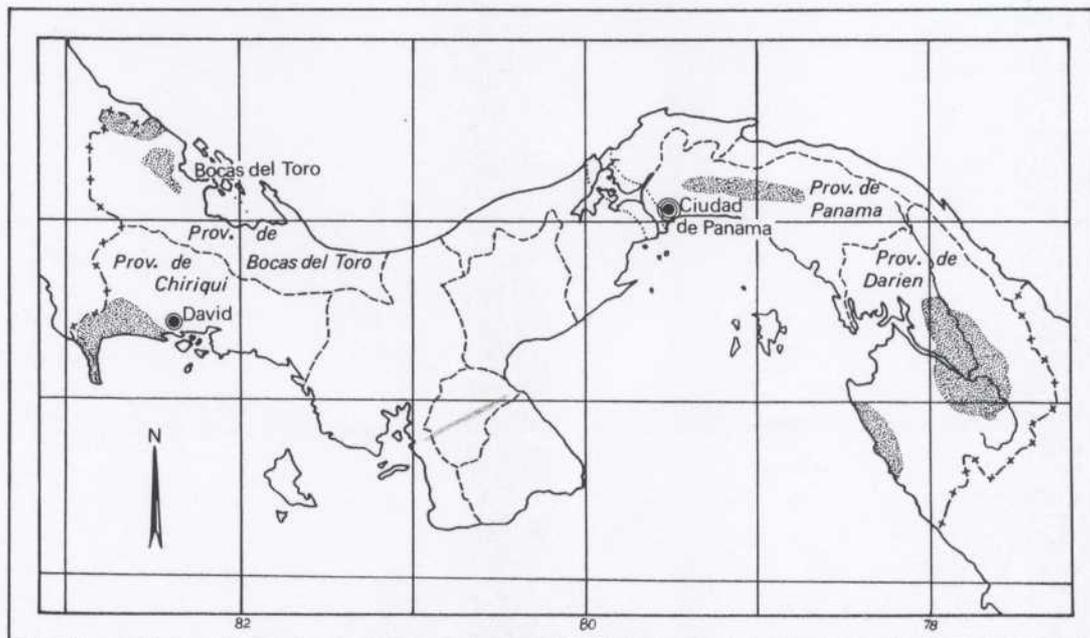


FIGURE 1 • LES ZONES PLATANIERES DU PANAMA

**Témoin :** le traitement T 2, habituellement en usage dans la région, sert de référence pour le traitement T 1.

**Fongicides utilisés :** divers fongicides, ayant des modes d'action différents sur le champignon, ont été utilisés afin d'éviter, par la pression de sélection intense que représente l'utilisation répétitive d'un même type de fongicide sur le champignon, de favoriser l'apparition de races résistantes (tableau 1).

#### Périodicité des traitements.

Les applications de fongicides sont déclenchées sur avertissement, en fonction des résultats obtenus lors des observations hebdomadaires sur la parcelle avertissement, et en fonction d'un calendrier établi par le propriétaire de l'exploitation sur la parcelle traditionnelle.

TABLEAU 1 - Plantation paysanne. Fongicides utilisés.

N° de semaine	Traitement Avertissement	Traitement traditionnel
11	Punch	Dithane
12		
19	Benlate	Dithane
23	Benlate	
27		Afungil
28	Punch	
31		Afungil
32	Punch	
35		Dithane
36	Afugan	
37		Calixine
40	Afugan	Calixine

Le traitement Benlate à la semaine 19 dans la parcelle avertissement a été sans effet à cause d'une mauvaise application.

Les traitements Afugan, Benlate et Punch ont été réalisés en mélange huileux (19 litres d'huile/ha).

Le traitement Afungil de la semaine 27 a été réalisé en émulsion à la dose de 5 litres d'huile + 18 litres d'eau à l'hectare.

Le traitement Afungil de la semaine 31 a été réalisé en mélange aqueux (23 litres/ha).

Les traitements Calixine ont été réalisés en émulsion à la dose de 5 litres d'huile + 18 litres d'eau à l'hectare.

Les traitements Dithane ont été réalisés en mélange aqueux (23 litres/ha).

#### Méthodes d'observation et de notation.

La méthode utilisée est celle de l'état d'évolution initialement mise au point aux Antilles en 1972 par GANRY et MEYER pour suivre l'évolution de la Cercosporiose jaune ; adaptée par la suite à la Cercosporiose noire en tenant compte des observations effectuées sur l'évolution de cette maladie au Gabon puis au Cameroun (FOURE, 1982 ; LASSOUDIÈRE et PEFOURA, 1984) ; et enfin modifiée par TERNISIEN en 1985.

Les observations sont effectuées sur les feuilles 2, 3 et 4 et consistent à noter et à quantifier le stade le plus évolué de la maladie sur chaque feuille observée (tableau 3) ; le nombre total de feuilles émises et le stade cigare pour chaque bananier.

Le couple numéro de feuille-stade Cercospora se traduit par un coefficient de base qui caractérise la vitesse d'évolution de la maladie en fonction du temps.

TABLEAU 2 - Caractéristiques des fongicides utilisés.

Nom commercial	Firme	Nom chimique	Famille chimique	Concentration M.A. (en p. 100)	Dose d'utilisation (M.A.) (g/ha)	Volume ou quantité de produit commercial correspondant	Prix (1) unitaires (en dollars US)	Coûts/ha (en dollars US)
Afugan	Hoechst	Pyrazophos	Organo phosphorés	30	525	1.75 l	8 / l	14
Afungil		Benomyl	Benzimidazoles	50	140	0,280 kg	18/kg	5.04
Benlate	Dupont	Benomyl	Benzimidazoles	50	140	0.280 kg	17.50/kg	4.90
Calixine	BASF	Tridemorphe	Morpholines	75	450	0.61	17/l	10.20
Dithane M-45	Rohm and Haas	Mancozèbe	Dithiocarbamates	80	160 g	2 kg	3.25/kg	6.50
Punch	Dupont	Flusilazole	Triazoles	40	100 g	0.25 l	68.55/l	17.14
Spraytex	Texaco		Huiles de pétrole		15 l/ha	15 l (3)	0.90/l	13.50
					19 l/ha	19 l (4)	0.90/l	17.10
Tilt	Ciba-Geigy	Propiconazole	Triazoles	25	100 g	0.41	42.85/l	17.14

1. Prix CIF (charge, insurance and freight).

2. Prix détaillant

3. volume d'huile utilisé en application aérienne sur la plantation technicisée

4. volume d'huile utilisé en application terrestre sur la plantation traditionnelle

De plus, afin de quantifier l'état sanitaire des parcelles, sont notées la plus jeune feuille à tirets (PJFT) et la plus jeune feuille nécrosée (PJFN).

Trente plantes par parcelle sont ainsi observées chaque semaine.

#### Seuil de traitement.

Aucun seuil critique n'a été retenu pour déterminer le rythme d'application des traitements fongicides. L'étude de la courbe d'évolution de la maladie permet de déclencher l'application des produits. Toute augmentation de la valeur de l'état d'évolution dans les semaines qui suivent une application de fongicide nécessite la réalisation d'un nouveau traitement.

TABLEAU 3 - Grille des coefficients de base à appliquer par le calcul de la somme d'évolution par feuille (TERNISIEN, 1985).

Stade	Quantification de l'attaque	II	III	IV
1	-	60	40	20
	+	80	60	40
2	-	100	80	60
	+	120	100	80
3	-	140	120	100
	+	160	140	120
4	-		160	140
	+			160
5	-			
	+			
6	-			
	+			

#### Plantation technicisée.

Les applications fongicides sont réalisées à bas volume (15 l/ha) par voie aérienne à l'aide d'un hélicoptère équipé de 44 buses. Une expérimentation comparative - traitement avertissement-traitement traditionnel n'était pas envisageable, compte tenu de la taille réduite de la plantation.

Cependant, il était intéressant de confronter les résultats économiques obtenus en utilisant l'avertissement dans les deux systèmes de plantation.

#### Fongicides utilisés :

Pour les mêmes raisons que dans la plantation de type paysan, divers fongicides ont été utilisés (tableau 4).

#### Périodicité des traitements :

Les applications sont déclenchées sur avertissement.

#### Méthodes d'observation et de notation :

La méthode de l'Etat d'évolution, précédemment décrite, est utilisée pour suivre le développement de la maladie. De même, aucun seuil de traitement n'a été retenu.

L'observation de la PJFT et de la PJFN est également réalisée.

## RESULTATS

#### Plantation paysanne.

Les résultats détaillés des observations sont présentés sur le tableau 5 et les figures 2 et 3.

A nombre égal d'applications fongicides, une différence importante a pu être observée entre les traitements T 1 et T 2.

TABLEAU 4 - Plantation technicisée. Fongicides utilisés.

N° de semaine	Fongicide
32/1988	Til Tilt
38	Tilt
46	Benlate
51	Calixine
6/1989	Benlate

L'état d'évolution (EE) a ainsi été constamment maintenu (excepté les 8 premières semaines de l'essai où l'on ne disposait pas de fongicides) à un niveau permettant un contrôle efficace du champignon dans le traitement T 1 (1 223 en moyenne sur l'ensemble de l'essai).

Par contre, sur le traitement T 2, l'état d'évolution a été constamment très élevé, de sorte qu'il n'a pas permis un contrôle adéquat de la maladie (2 102 en moyenne sur l'ensemble de l'essai).

L'état sanitaire des deux traitements a logiquement été très différent. Sur l'ensemble de l'essai, la plus jeune feuille nécrosée a été en moyenne de 9,6 pour le traitement T 1 contre 6,2 pour le traitement T 2.

Relation observée entre l'évolution du champignon  
et les facteurs climatiques  
dans le traitement Avertissement (T 1)

Le développement de *Mycosphaerella musicola* étant

TABLEAU 5 - Plantation paysanne - Observations biologiques Madre Vieja - Panama, 1988.

Semaine	AVERTISSEMENT			TRADITIONNEL			EP
	EE	PJFN	TT	EE	PJFN	TT	
4		6.9					
5	1906	7.5			7.3		
6	1807	8.2		2400	8.0		
7	1427	7.4		2665	7.3		
8	2157	8.2		1784	7.3		
9	1583	9.4		1870	7.0		
10	1842	8.9		1960	7.5		
11	2107	7.6	P	2474	6.8		
12	2482	8.3		2589	6.7	D	
13	2084	8.3		2255	6.4		
14	392	9.4		1618	5.9		37.0
15	416	9.8		1656	6.1		32.0
16	734	10.3		1224	5.7		27.8
17	395	10.5		1522	5.3		33.7
18	489	10.2		1669	5.5		30.1
19	731	11.1	B	1894	5.2	D	27.8
20	1743	11.0		2021	5.6		22.8
21	1425	11.6		1991	6.1		21.7
22	1543	11.4		2525	5.9		21.5
23	1567	11.6	B	3130	5.0		23.5
24	1137	12.0		3241	4.9		23.6
25	950	12.0		2900	5.0		18.7
26	798	11.9		2669	5.3		16.3
27	1482	11.7		2815	5.0	A	15.9
28	1824	11.6	P	2300	5.5		16.4
29	1346	11.8		1861	6.0		14.0
30	933	11.7		1505	6.1		14.1
31	401	11.4		2262	5.5	A	13.4
32	1568	10.9	P	2884	6.3		13.5
33	1705	7.5		2027	7.1		12.8
34	822	7.2		1415	6.8		13.8
35	761	8.1		2100	7.3	D	12.7
36	1545	8.8	AF	2507	7.4		12.1
37	2003	8.5		2186	7.0	C	12.7
38	1695	9.1		2486	6.5		10.3
39	1160	8.2		2197	7.4		12.2
40	2165	8.7	AF	2228	8.2	C	12.3
41	1084	8.9		2902	8.1		11.8
42	1942	8.7		2381	7.8		10.2

EE : Etat d'évolution ; PJFN : Plus jeune feuille nécrosée ; EP : Evaporation pondérée ;  
TT : traitement ; P : traitement huile+ PUNCH ; B : traitement huile+ BENLATE ;  
AF : traitement huile+ AFUGAN ; D : traitement eau+ DITHANE ; A : traitement AFUNGIL  
en émulsion ; C : traitement CALIXINE en émulsion.

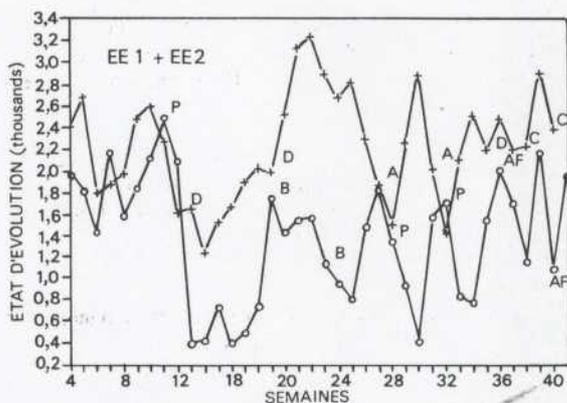


FIGURE 2 - MADRE VIEJA 1988. ETAT D'EVOLUTION (EE).  
 □ EE 1 : Etat d'évolution T1 (avertissement)  
 + EE 2 : Etat d'évolution T2 (traditionnel).

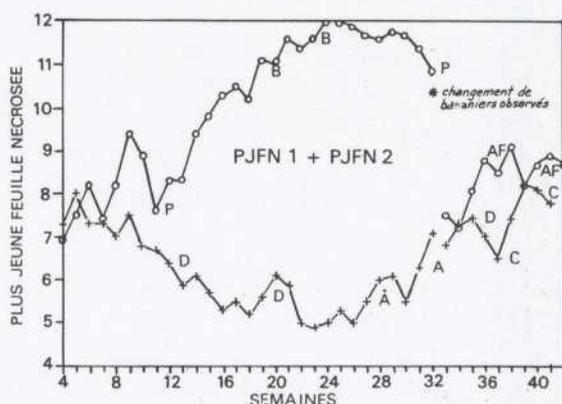


FIGURE 3 - MADRE VIEJA 1988-1989. PLUS JEUNE FEUILLE NECROSEE (PJFN).  
 □ PJFN 1 : Plus jeune feuille nécrosée T1 (avertissement)  
 + PJFN 2 : Plus jeune feuille nécrosée T2 (traditionnel)

étroitement lié à l'évolution de facteurs climatiques ambiants tels l'humidité et la température (BRUN, 1963), il était intéressant d'étudier les relations climat-parasite pour *Mycosphaerella fijiensis*.

N'ayant pu disposer que d'une série limitée d'enregistrements de températures au cours de l'étude, il n'a pas été possible d'étudier cette relation.

Il apparaît néanmoins, au vu des enregistrements réalisés et par rapport aux observations effectuées précédemment en ce domaine (FOURE, 1987, communication personnelle), que les moyennes journalières de températures soient tout à fait propices au développement de la maladie.

Les données d'évaporation PICHE enregistrées sous AMPS ayant pu être collectées à partir de la semaine 14, il était intéressant d'étudier la relation existante entre ce paramètre et le développement du parasite suivi par la méthode de l'état d'évolution.

Pour ce faire, nous avons analysé la relation entre la durée d'efficacité constatée d'une application (D), (intervalle entre une application et le début de la remontée de la courbe d'état d'évolution), et l'évaporation PICHE sous

AMPS, pendant la même période, en prenant en compte l'évaporation pondérée (Ep) (figure 4).

L'évaporomètre de PICHE intègre un certain nombre de paramètres qui interviennent au niveau de la couche limite de la feuille (vent, déficit de saturation de l'air, température), reflétant assez bien le statut hygrométrique du parasite sur la surface hôte.

Il a précédemment été démontré (GANRY et MEYER, 1972), que l'évaporation PICHE mesurée sous AMPS permettait une bonne interprétation de l'évolution du parasite dans une situation de températures non limitantes.

#### Discussion.

On observe une relation étroite entre D et Ep tout au long de l'expérimentation, quels que soit la saison et le mode d'action des différents types de fongicides (Triazoles, Benzimidazoles, Organo-phosphorés) utilisés en mélange huileux.

Cette constatation n'est pas surprenante si l'on se réfère aux observations précédemment effectuées sur le comportement de la maladie (GANRY et MEYER, 1973) selon lesquelles le comportement de celle-ci après traitement dépendait de deux éléments :

- le niveau de la maladie (infestation-évolution) au moment du traitement,
- la qualité du traitement (surtout conditions météorologiques : pluies, ascendance thermique, également obstacles naturels, etc.).

Après une période de deux à trois semaines et dans le cas d'un traitement réalisé dans de bonnes conditions, l'efficacité du produit semble liée aux conditions climatiques.

La durée d'efficacité sera d'autant plus longue que les conditions climatiques seront moins favorables. Toute pointe climatique favorable aura d'autant plus de poids sur l'évolution de la maladie, qu'elle se situera en période de baisse d'efficacité du produit (diminution de la concentration dans les feuilles).

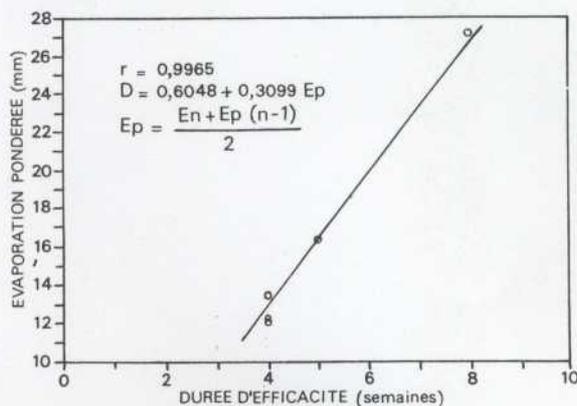


FIGURE 4 - MADRE VIEJA 1988. PLANTATION PAYSANNE. Relation entre moyenne pondérée de l'évaporation hebdomadaire depuis le dernier traitement (Ep) et durée d'efficacité du cycle de traitement (D).

La méthode d'observation utilisée permettant une détection précoce des attaques, dès l'apparition des premiers stades de la maladie, le niveau de celle-ci est en réalité relativement faible lorsque la décision du traitement est prise (absence de nécroses ou de lésions irréversibles), de sorte que chacun des fongicides systémiques sélectionnés peut endiguer le développement de ces premiers stades.

Il est de la sorte logique que la relation entre conditions climatiques et durée d'efficacité ne soit pas dans ces circonstances notablement modifiée par l'action intrinsèque de ces produits pendant la période suivant le traitement, et qu'elle le soit d'autant moins par la suite lorsque ce sont les conditions climatiques qui deviennent le facteur prépondérant.

#### Conclusion.

L'utilisation du système d'avertissement permet, de par son caractère préventif, un contrôle efficace et rationnel de la Cercosporiose en agissant très tôt sur les premiers symptômes visibles de la maladie. Dans ce contexte, cette caractéristique paraît plus importante que la spécificité d'action des différents fongicides systémiques, à condition bien sûr, que l'activité intrinsèque de ceux-ci ne soit pas affaiblie par la présence de souches résistantes du champignon.

#### Résultats économiques

Les résultats détaillés sont présentés sur les tableaux 6 et 7.

#### Discussion.

On note une différence marquée entre les résultats des deux traitements.

Le traitement T 1 permet un gain de 16 p. 100 dans le poids des régimes par rapport au traitement T 2, et un gain de 55 p. 100 du revenu en incluant le coût du traitement.

#### Conclusion.

La stratégie d'avertissement, avec laquelle les fongicides systémiques sont utilisés de façon raisonnée, permet d'augmenter significativement la productivité de ce type d'exploitation agricole et d'alléger sensiblement la menace pesant sur cette production vivrière.

#### Plantation technicisée - Résultats.

Les résultats détaillés des observations de la maladie sont présentés sur le tableau 6 et les figures 5 et 6.

Un contrôle très efficace de la maladie a été obtenu sur l'ensemble de l'expérimentation, malgré des retards importants dans la réalisation des traitements, à mettre à l'actif de la société propriétaire de l'hélicoptère. La valeur moyenne de l'Etat d'Evolution a été de 1 167 tandis que le rang de la Plus Jeune Feuille Nécrosée a été en moyenne de 9.7.

#### Relation observée entre l'évolution du champignon et les facteurs climatiques

Tout comme en plantation paysanne, on a analysé la relation entre la durée d'efficacité constatée d'une applica-

TABLEAU 6 - Coût des différents traitements en plantation paysanne (en dollars/ha)

Traitement avertissement (T 1)		
Afugan x 2	= 14	x 2 = 28,00
Benlate x 2	= 4,90	x 2 = 9,80
Punch x 2	= 17,14	x 3 = 51,40
Spraytex x 7	= 17,10	x 7 = 119,70
Utilisation atomiseur	= 3	x 7 = 21,00
m.o. application	= 2,5	x 7 = 17,50
m.o. mélangeur	= 2	x 7 = 14,00
<b>Total</b>		<b>261,40</b>
Traitement traditionnel (T 2)		
Afungil x 2	= 5,04	x 2 = 10,08
Calixine x 2	= 10,20	x 2 = 20,40
Dithane x 3	= 6,50	x 3 = 19,50
Spraytex (15 l. x .90)		= 13,50
Utilisation atomiseur	= 3	x 7 = 21,00
m.o. application	= 2,5	x 7 = 12,50
m.o. mélangeur	= 2	x 7 = 14,00
<b>Total</b>		<b>115,98</b>

TABLEAU 7 - Résultats économiques obtenus en fonction des deux traitements en plantation paysanne.

Traitements	T 1 (avertissement)	T 2 (traditionnel)
Poids moyen des régimes (en/lbs)	23.06	19.87
Revenu brut/régime (en dollars US)	1.58	0.99
Revenu brut/ha (en dollars US)	2686	1683
Coût du traitement/ha (en dollars US)	261.40	115.98
Revenu brut après traitements/ha (en dollars US)	2424.60	1567.02

tion (D) et l'évaporation Piche sous AMPS (Ep) pendant la période équivalente (figure 7).

#### Discussion.

On observe également dans ce cas une relation étroite

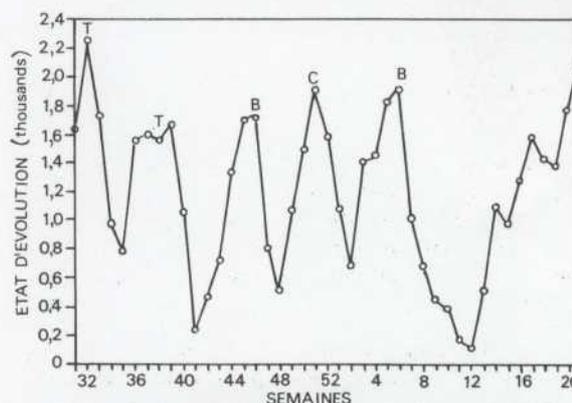


FIGURE 5 - CUERVITO 1988-1989. ETAT D'EVOLUTION (EE).

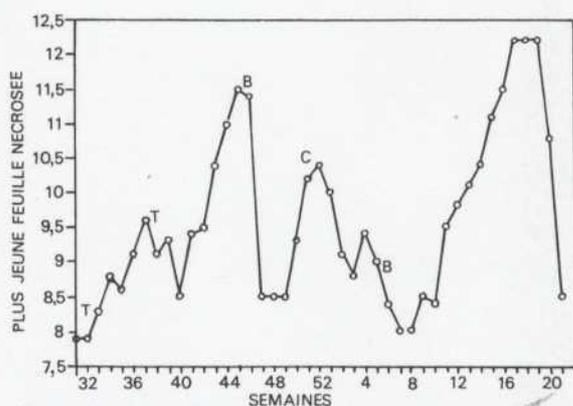


FIGURE 6 - CUERVITO 1988-1989. PLUS JEUNE FEUILLE NECROSEE (PJFN).

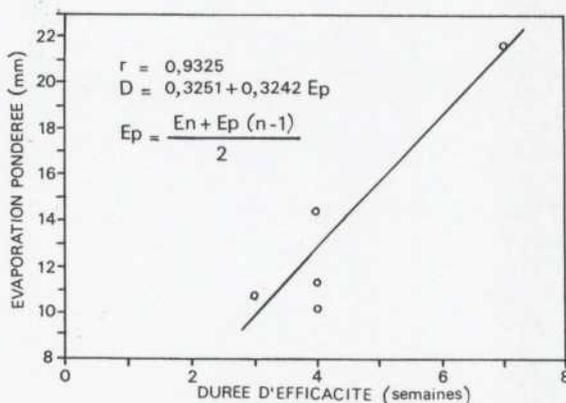


FIGURE 7 - CUERVITO 1988-1989. PLANTATION TECHNICISEE. Relation entre moyenne pondérée de l'évaporation hebdomadaire depuis le dernier traitement ( $E_p$ ) et durée d'efficacité du cycle de traitement ( $D$ ).

entre  $D$  et  $E_p$  tout au long de l'expérimentation, en utilisant divers types de fongicides systémiques (Triazoles, Benzimidazoles, Morpholines) en mélange huileux.

#### Conclusion.

Dans ce cas également le caractère préventif de l'avertissement a permis un contrôle efficace et rationnel de la Cercosporiose en agissant très vite sur les premiers symptômes de la maladie.

#### Résultats économiques.

Les résultats détaillés sont présentés sur les tableaux 8 et 9.

#### Discussion.

D'une façon générale, l'exécution des traitements par voie aérienne pilotés par l'avertissement a permis d'abaisser le coût de ce poste de production par rapport aux traitements terrestres (traitement avertissement en plantation paysanne).

Pour une période d'observation équivalente (environ 40 semaines), 7 traitements ont été nécessaires en plantation paysanne contre 5 en plantation technicisée alors que les conditions climatiques ont été dans l'ensemble davanta-

ge favorables au développement de la maladie sur cette plantation (Evaporation pondérée moyenne 15.1 mm) par rapport à la plantation traditionnelle (18.1 mm), sur la période étudiée, confirmant ainsi la meilleure efficacité de l'épandage terrestre sur ce type de culture.

Le coût de la lutte a représenté 9,7 p. 100 du revenu brut en plantation paysanne pour une population de 1 700 pieds à l'hectare contre 7,6 p. 100 en plantation technicisée pour une population de 1 500 pieds à l'hectare.

#### Conclusion.

L'efficacité des traitements aériens en plantations plantanières, associée à celle de l'avertissement permet, d'avantage encore que dans le cas des traitements terrestres, d'augmenter la productivité de cette culture en abaissant le coût lié à ce poste de production.

#### DISCUSSION GENERALE

La mise en place d'un dispositif expérimental précis dans le cadre de deux plantations plantanières à structures socio-économiques et à technicité différentes permet de constater qu'il est possible d'assurer rationnellement la lutte contre la Cercosporiose noire à partir de l'avertissement biologique tel qu'il est actuellement pratiqué en culture bananière au Cameroun et tel qu'il est en train d'être adopté en culture bananière au Costa Rica et en Equateur, pour prétendre à l'obtention d'une production de qualité. Il apparaît de plus possible d'envisager le contrôle préven-

TABLEAU 9 - Coût du traitement en plantation technicisée \* (en dollars/ha).

Tilt x 2	34.38
Benlate x 2	9.80
Calixine x 1	10.20
Hélicoptère x 5	75.00
Huile x 5	67.50
<b>Total</b>	<b>196.78</b>

\* - sur une période de 12 mois, de la plantation en mai 1988, à la récolte en mai 1989.

TABLEAU 10 - Résultats économiques obtenus en plantation technicisée.

(1) Revenu brut/régime (dollars US)	1.76
(2) Revenu brut/hectare (dollars US)	2588.00
(3) Coût de la lutte contre la cercosporiose/ha (dollars US)	196.78
p. 100 du revenu brut correspondant à la lutte contre la cercosporiose	7.60
Revenu brut après traitements/ha (dollars US)	2391.88

(1) - valeur moyenne obtenue de la vente du plantain, à raison de 5.50 dollars US pour 100 doigts.

(2) - d'après la densité de 1500 plantes/ha, moins 2 p. 100 de pertes dues à des chutes, pour la récolte du premier cycle.

(3) - incluant le coût d'application pour les 5 traitements, pour une période de 12 mois (de la plantation à la récolte, voir tableau 8).

TABLEAU 8 - Plantation technicisée - Observations biologiques - Cuervito - Panama, 1988-1989.

N° semaine	TT	SB	EE	PJFN	EP
31		1140	1639	7.9	
32	T	1353	2255	7.9	12.7
33		1020	1734	8.3	14.2
34		553	968	8.8	13.8
35		473	782	8.6	12.2
36		887	1561	9.1	11.4
37		906	1607	9.6	11.9
38	T	927	1568	9.1	10.5
39		993	1674	9.3	12.4
40		673	1061	8.5	11.8
41		173	237	9.4	11.1
42		327	471	9.5	10.2
43		540	723	10.4	8.8
44		1093	1338	11.0	9.9
45		1240	1708	11.5	11.6
46	B	1360	1731	11.4	10.6
47		630	809	8.5	9.9
48		360	515	8.5	11.9
49		720	1082	8.5	10.8
50		970	1506	9.3	12.0
51	C	1190	1916	10.2	12.0
52		1030	1600	10.4	12.8
1		650	1088	10.0	12.6
2		460	685	9.1	13.1
3		990	1423	8.8	14.4
4		960	1472	9.4	15.5
5		1240	1833	9.0	15.6
6	B	1400	1923	8.4	18.7
7		920	1011	8.0	21.7
8		730	684	8.0	24.5
9		500	456	8.5	24.6
10		480	394	8.4	24.2
11		180	173	9.5	21.9
12		120	118	9.8	23.3
13		500	520	10.1	21.7
14		1000	1096	10.4	21.9
15		870	977	11.1	18.8
16		1060	1290	11.5	18.6
17		1230	1603	12.2	18.5
18		1220	1448	12.2	15.8
19		1180	1401	12.2	14.9
20		1520	1800	10.8	14.9
21		1860	2122	8.5	13.1

SB : somme brute ; EE : état d'évolution ; PJFN : plus jeune feuille nécrosée ; EP : évaporation pondérée ; TT : traitements ; T : traitement huile+ TILT ; B : traitement huile+ BENLATE ; C : traitement huile+ CALIXINE.

tif de la maladie à partir de l'interprétation de données climatiques, sur un modèle s'inspirant de celui utilisé aux Antilles françaises.

#### CONCLUSION

L'apport technique que constitue l'adoption du système d'avertissement pour lutter contre la Cercosporiose noire en plantations de plantains au Panama, peut, à nouveau, faire de cette culture un enjeu économique non négligeable, autant sur le marché national qu'à l'exportation.

Il reste que pour être opérationnel à grande échelle, celui-ci doit être intégré au sein d'une organisation à même de fournir la logistique adéquate à l'interaction des différents éléments scientifiques, techniques et humains permettant de généraliser son emploi sur l'ensemble du bassin de production.

#### REMERCIEMENTS

*Je remercie le Consejo Nacional del Banano (CONAB) pour sa contribution à cette étude dans le cadre de la convention UPEB/IRFA-CIRAD.*

Je remercie particulièrement Monsieur Euclides DIAZ, secrétaire général du CONAB ainsi que Monsieur Henri TOMASINI, attaché culturel et de coopération de l'ambassade de France au Panama pour l'intérêt qu'ils ont constamment manifesté au cours de cette étude.

Je tiens également à remercier Monsieur Gregorio SANCHEZ, Ingénieur de l'Association Bananière Pana-méenne (ABAP) pour sa précieuse collaboration ainsi que

les propriétaires des exploitations sur lesquelles se sont déroulées ces expérimentations, pour leur accueil et leur coopération.

J'exprime enfin tous mes remerciements au personnel de l'Union des Pays Exportateurs de Bananes (UPEB) ayant contribué à l'élaboration de ce document, ainsi qu'aux firmes commerciales BASF, Du Pont de Nemours, CIBA-GEIGY et HOECHST, pour la mise à notre disposition des fongicides utilisés au cours des expérimentations.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BRUN (J.). 1963.  
La Cercosporiose du bananier en Guinée.  
Etude de la phase ascosporee du *Mycosphaerella musicola* LEACH.  
Thèse de Doctorat, Université Paris Orsay, 1963, 196 p.
- BUREAU (E.). 1984.  
L'avertissement climatique dans le cadre d'une stratégie nouvelle de traitement contre la Cercosporiose du bananier de Guadeloupe.  
*Fruits*, 39 (7-8), 441-447.
- BUREAU (E.). 1989.  
Adaptación de un sistema de preaviso para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET) en plantación de plátano de pequeño agricultor.  
*Informe Mensual UPEB* N° 87, Sep. 88-Enero 89, p. 18-26.
- BUREAU (E.) and GANRY (J.). 1987.  
A climatic forecasting system to control banana Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*), using sterol-biosynthesis inhibiting fungicides.  
*Fruits*, 42 (4), 199-205.
- DIAZ (E.). 1986.  
Una alternativa de solución al problema de la Sigatoka negra en la producción de plátanos en Panamá.  
*Carta Bananera*, No. 2-3, mayo-diciembre 1986, p. 29-32.
- FOURE (E.). 1982.  
Les cercosporioses du bananier et leurs traitements.  
Comportement des variétés.  
Etude de la sensibilité variétale des bananiers et des plantains à *Mycosphaerella fijiensis* MORELET au Gabon.  
I.- Incubation et évolution de la maladie.  
II.- Etude de quelques paramètres.  
*Fruits*, 37 (12), 749-759.
- FOURE (E.). 1988.  
Stratégies de lutte contre la Cercosporiose noire des bananiers et plantains provoquée par *Mycosphaerella fijiensis* MORELET.  
L'avertissement biologique au Cameroun.  
Evaluation des possibilités d'amélioration.  
*Fruits*, 43 (5), 269-274.
- GANRY (J.) et LAVILLE (E.). 1983.  
Les Cercosporioses du bananier et leurs traitements.  
Evolution des méthodes de traitement.  
1.- Traitements fongicides.  
2.- Avertissement.  
*Fruits*, 38 (1), 3-20.
- GANRY (J.) et MEYER (J.P.). 1972, 1973.  
La lutte contrôlée contre la Cercosporiose aux Antilles.  
- Bases climatiques de l'avertissement.  
*Fruits*, 27 (10), 665-676.  
- Techniques d'observations et de numération de la maladie.  
*Fruits*, 27 (11), 767-774.  
- Application de techniques d'observation et de numération de la maladie.  
Bilan de trois années de traitement à cycle long.  
*Fruits*, 28 (10), 671-680.
- LASSOUDIERE (A.) et PEFOURA (A.). 1984.  
Mise au point d'une méthode d'observation-avertissement de *Mycosphaerella fijiensis* MORELET, agent causal de la cercosporiose noire sur banane dessert au Cameroun.  
*Document IRA Nyombé, Cameroun*.
- STOVER (R.H.). 1987.  
Producción de plátano en presencia de la Sigatoka negra.  
*Informe mensual UPEB* N° 82, mayo-junio 1987, p. 50-56.
- TERNISIEN (E.). 1985.  
Les cercosporioses des bananiers et plantains.  
Méthodes de lutte.  
Avertissement, perspectives au Cameroun.  
*ENITH, Mémoire de fin d'études, Septembre 1985*.

#### ADAPTACION DE UN SISTEMA DE PREAVISO PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET) EN PLANTACIONES DE PLÁTANO EN PANAMA.

E. BUREAU.

*Fruits*, Jul.-aug. 1990, vol. 45, n° 4, p. 329-338.

RESUMEN - La aparición y el desarrollo generalizado de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET) en América Central, Panamá y otros países latinoamericanos, constituye un grave problema para la producción de plátano (*Musa*, grupo AAB, subgrupo plantain). Las estrategias de control actualmente utilizadas en estas regiones para combatir el parásito sobre bananos (grupo AAA, subgrupo Cavendish) resultan ser inconvenientes a las producciones de plátanos. Los costos de control son en efecto incompatibles con las particularidades del cultivo del plátano cuyos rendimientos son mucho más bajos. La finalidad de este cultivo, antes de exportar, es la producción de un alimento básico para la población de estos países. En este contexto, y en el marco de dos plantaciones con estructuras socio-económicas diferentes, es estudiada la adaptación de un sistema de preaviso bio-climático destinado a controlar la enfermedad en una forma racional y económica.

