

Pascal MOYAL

Publication

M2 62629

2 F A 31882/2

17

LES MALADIES FONGIQUES FOLIAIRES DU MAIS EN COTE D'IVOIRE ET
LEUR IMPORTANCE EN DIVERSES CONDITIONS DE CULTURE

IDESSA
PROJET CEREALES FAO/PNUD
BP633
BOUAKE

ORSTOM
BP 1434
BOUAKE

Janvier 1991

Note technique
N 01-91/Cv IDESSA
Opération 3143

F31882

NOTE PRELIMINAIRE

La détermination des maladies et la mesure de leur sévérité a été réalisée par MM. S. SAVARY et F. BRISSOT, respectivement phytopathologiste et VSN à l'ORSTOM.

I- INTRODUCTION

Les études sur les maladies fongiques foliaires du maïs en Afrique de l'ouest ont connu un développement important au début des années 50 à la suite de l'introduction de la rouille américaine, *Puccinia polysora* Underwood. Observée pour la première fois en 1950 (SACCAS, 1955), la rouille fut à l'origine de pertes de récolte de 40 à 90% pendant les premières années suivant son introduction. Cette situation a conduit à la mise en oeuvre de nombreux travaux de sélection de variétés résistantes à cette maladie (DELASSUS, 1968; SENE, 1970). Par la suite, *P. polysora* a perdu de sa virulence et son impact sur la production a parfois été contesté; toutefois, LE CONTE (1964) a montré que les variétés sensibles à cette urédinale subissaient encore au début des années 60 une perte de récolte de l'ordre de 20% par rapport à des variétés tolérantes ou résistantes.

La mise au point de variétés résistantes a donc permis de combattre cette maladie qui n'a plus été considérée par la suite comme une source de pertes de récoltes importantes. D'autres maladies ont depuis été signalées en Afrique de l'ouest ou centrale comme pouvant être à l'origine de dégâts importants: ainsi, le charbon de la panicule, *Sphacelotheca reiliana* Clint. au Cameroun (DELASSUS, 1968), les Helminthosporioses en région humide (SENE, 1970) ou en altitude (TARDIEU et PRAQUIN, 1972), *Curvularia pallescens*

Boed., découverte au Nigéria en 1969 (FAJEMISIN et OKUYEMI, 1976), et le sorghum downy mildew dû à *Peronosclerospora sorghi* Shaw également au Nigéria (ANASO et al, 1989).

En Côte d'Ivoire, les seuls travaux réalisés ont consisté en la création de variétés résistantes à la rouille américaine, comme le CJB (Composite Jaune de Bouaké), mis au point en 1963 (ANONYME, 1971) et vulgarisé au cours des années 70. Par la suite, une simple estimation de la tolérance à cette maladie et à *Helminthosporium maydis* Nisik. a été réalisée lors de la création de nouvelles variétés, en particulier des hybrides (MARCHAND, 1983).

Aucune donnée sur les maladies nuisibles actuellement au maïs en Côte d'Ivoire n'est disponible. L'objet de cette étude préliminaire est de présenter un inventaire des maladies fongiques foliaires réalisé en quelques localités du pays, et de situer l'impact de ces maladies sur la production ainsi que leur importance en diverses conditions de culture.

II- MATERIEL ET METHODES

Un premier inventaire des maladies fongiques foliaires a été réalisé mi-octobre 1988 sur les parcelles témoins d'essais entomologiques dans la région des savanes (nord et centre de la Côte d'Ivoire) et à la limite de la région forestière (Figure 1). Les agents pathogènes ont été

déterminés au laboratoire (d'après ROGER, 1953, et SHURTLEFF, 1973) sans estimation de la sévérité: l'importance apparente plus ou moins grande des maladies en chaque lieu a simplement été précisée, la date de prélèvement étant proche de la fin du cycle de culture.

Au cours de l'année 1989, la sévérité des maladies rencontrées a été estimée sur deux types d'essais agronomiques en dispositif split-plot à 3 facteurs et 4 répétitions: Le premier groupe comparait diverses conditions de culture (culture de maïs pure ou associée à de l'arachide à divers niveaux de densité et fumure) (facteur 1), diverses conditions de sarclage (bon ou médiocre) (facteur 2) et une protection insecticide ou non (facteur 3); le deuxième groupe d'essais comparait 2 variétés (facteur 1) soumises à une protection insecticide ou non (facteur 2) et à une protection fongicide ou non (facteur 3). Les deux variétés de maïs étaient le composite CJB et l'hybride IRAT 83, dont les durées de cycle levée-récolte sont de l'ordre de 100 jours (IDESSA, 1982). La protection insecticide était réalisée tous les 15 jours par des traitements à la deltaméthrine à 15 grammes de matière active par hectare. Le fongicide utilisé était du Chlorothalonil (Nom commercial: Daconil 75%), épandu tous les 10 jours à la dose de 225 grammes de matière active par hectare avant l'apparition des panicules mâles et 375 grammes de matière active par hectare ensuite. Sur ce deuxième type d'essais, l'usage de fongicide a permis d'estimer les pertes de récolte imputables aux maladies.

La mesure de la sévérité a été réalisée au 80eme jour après levée sur la feuille de l'épi (située immédiatement sous l'épi) sur un échantillon de 5 plants par parcelle. Ces plants ont été prélevés au hasard sur les deux lignes entourant la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire de 100 m² (25m * 4m). Une estimation de la sévérité a également été réalisée sur les parcelles témoins d'un essai insecticide à Daoukro.

La sévérité a été déterminée visuellement selon une échelle allant de 0 à 4, puis, avant analyse, les chiffres obtenus ont été retraduits en pourcentage de surface foliaire colonisée. Des analyses de variance de ces pourcentages ont été réalisées après transformation angulaire, suivies du test de Newman-Keuls en cas de différences significatives au niveau de probabilité 0,05.



En ce qui concerne les analyses des récoltes seul l'impact du traitement fongicide est présenté ici; ces analyses ont été réalisées sans transformation.

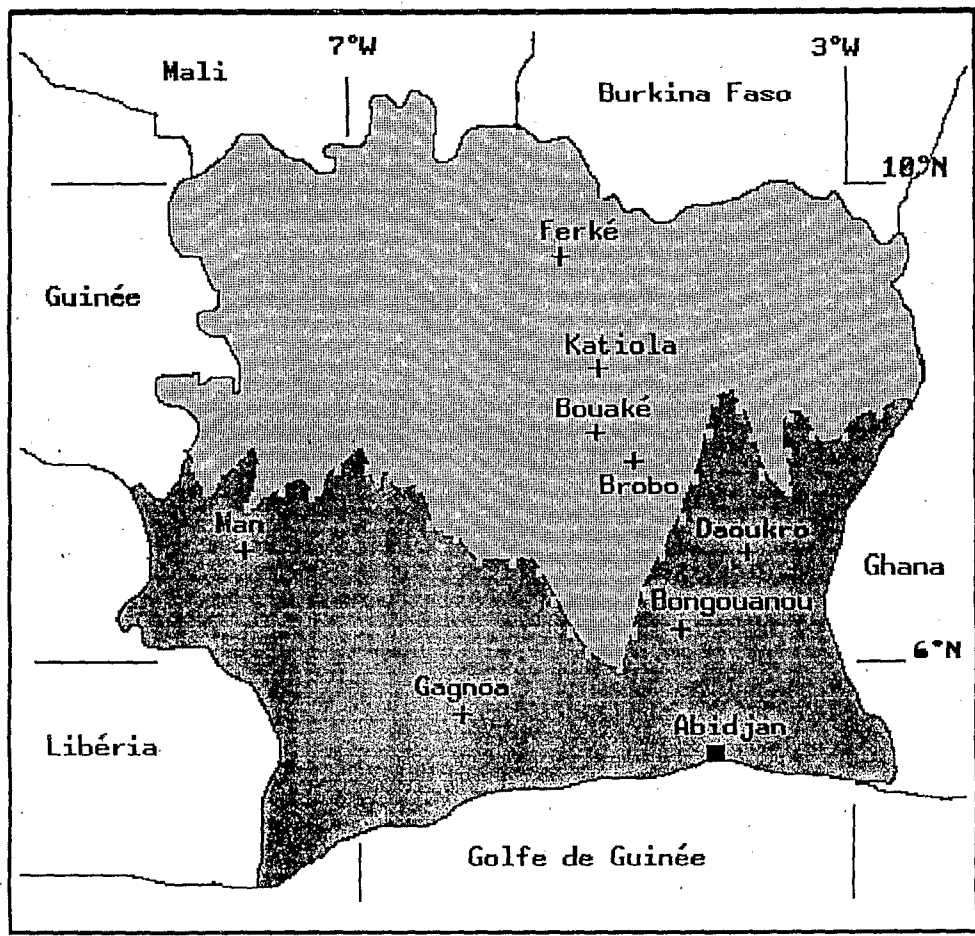
La localisation de ces essais est indiquée sur la figure 1.

Les essais ont tous été semés en juin (cycle unique) à l'exception d'un essai mis en place en septembre à Gagnoa (second cycle).

III- RESULTATS

Figure 1
Carte de la Côte d'Ivoire avec les villes échantillonnées

	Savane
	Forêt



A- Inventaire de 1988

Deux maladies principales ont été rencontrées: La rouille américaine à *P. polysora* et l'Helminthosporiose à *H. maydis* (Tableau I). La présence fréquente d'un hyperparasite de la rouille, *Darluca sp.*, qui est sans doute à l'origine d'une réduction importante des épidémies de rouille, a par ailleurs été observée.

La cercosporiose à *Cercospora sorghi var. maydis* Ell. & Ev. est apparue peu importante dans les localités visitées. En association avec les spores d'*Helminthosporium*, des spores de *Curvularia sp.* ont été fréquemment rencontrées.

Enfin, des fructifications de *Fusarium sp.* et *Nigrospora sp.* ont également été observées sur des tissus nécrosés, en association avec des spores d'*H. maydis*; il s'agit vraisemblablement de développements saprophytiques.

Tableau I.- Importance des principales maladies foliaires fongiques en diverses localités en 1988.

	Bouaké*		Brobo	Ferké	Katiola	Bongou- anou
Rouille	-	++	-	+	+	+++
(<i>Darluca sp.</i>)	-	++	-	-	++	+++
Helminthosporiose	++	+	+	+	+	++
Cercosporiose	-	-	-	-	+	+

* A Bouaké, deux échantillons ont été prélevés en deux localités de la périphérie de la ville. -: absence de symptômes; +: présence; ++: fréquent; +++: très fréquent.

B- Résultats des essais de 1989.

Dans les localités échantillonnées en 1989, deux espèces de pathogène seulement ont été observées: *H. maydis* et *Curvularia* sp.

B-1. Sévérités (Tableaux II à V).

Dans l'ensemble la sévérité des maladies observées apparaît faible puisque le maximum observé pour le total des maladies est de 3,11% de surface colonisée à Man. Les régions forestières (Gagnoa, Daoukro et Man) présentent des sévérités supérieures à celles des régions de savane.

Le traitement fongicide a un effet significatif à Man et Gagnoa sur les deux maladies et à Ferké sur la seule Helminthosporiose.

A Brobo, les parcelles de maïs pur D et E, recevant une forte fumure (300 Kg/ha de 10-18-18 puis 75 Kg/ha d'urée à l'apparition de la première fleur mâle) présentent un pourcentage de surface foliaire colonisée par *H. maydis* significativement supérieur à celui des autres modes de culture, les sévérités restant toutefois très faibles. On ne retrouve pas ce résultat à Gagnoa en cycle unique, mais les coefficients de variation sont dans ce cas très élevés, rendant l'analyse plus délicate. On observe également à Brobo

une interaction sarclage * insecticide qui semble indiquer qu'en l'absence de protection insecticide les parcelles mal sarclées sont plus attaquées par les maladies, ce qui n'est pas le cas avec une protection insecticide. Il s'agit de la seule interaction observée.

Tableau II.- Sévérité des maladies pour les divers facteurs étudiés: résultats des analyses de variance et des tests de Newman-Keuls.

	Ferké			Man			Gagnoa		
	C*	H*	T*	C	H	T	C	H	T
Variété									
CJB	0,15	0,27	0,42	1,30	0,48	1,78	0,42	0,16	0,58
IRAT 83	0,14	0,15	0,29	1,68	0,67	2,36	0,61	0,38	1,00
CV	31,1	26,3	23,7	79,7	29,1	62,8	41,6	83,8	52,8
Probalité F%	91	5,3	14	71	21	62	31	37	32
Insecticide									
Non traité	0,14	0,27	0,42	1,68	0,50	2,18	0,56	0,35	0,91
			a						
Traité	0,14	0,15	0,29	1,31	0,65	1,96	0,47	0,20	0,67
			b						
CV	33,9	33,4	17,5	32,3	32,4	30,7	27,1	47,5	24,9
Probalité F%	91	6,9	4,2	78	30	71	49	37	26
Fongicide									
Non traité	0,15	0,26	0,41	2,27	0,84	3,11	0,64	0,43	1,07
		a		a	a	a	a	a	a
traité	0,12	0,16	0,30	0,71	0,31	1,02	0,38	0,13	0,51
		b		b	b	b	b	b	b
CV	50,9	29,8	29,9	51,0	37,0	39,1	25,6	38,6	26,8
Probalité F%	72	3,2	9,4	1,1	0,5	0,3	1,1	0,3	0,3

* C: *Curvularia* sp.; H: *H. maydis*; T: Total des deux maladies.

Tableau III.- Sévérité des maladies à Brobo et Gagnoa en cycle unique pour les divers facteurs étudiés.

	BROBO			GAGNOA		
	C*	H*	T*	C	H	T
Mode de culture						
A*	0,07	0,20ab	0,27b	0,87	0,54	1,41
B*	0,07	0,17b	0,24b	1,00	0,22	1,22
C*	0,05	0,16b	0,21b	2,88	0,58	3,46
D*	0,08	0,26a	0,34a	2,65	0,31	2,96
E*	0,07	0,27a	0,34a			
CV	78,9	20,1	13,7	81,4	48,6	72,8
probabilité F %	69,6	0,6	0,09	21,2	18,2	28,0
Sarclage						
Bon sarclage	0,06	0,19	0,25	1,93	0,27	2,20
Mauvais sarclage	0,07	0,23	0,30	1,77	0,56	2,33
CV	64,5	28,0	22,3	48,7	91,5	46,9
probabilité F %	92,0	10,5	6,2	57,0	23,0	93,2
Insecticide						
Non traité	0,06	0,22	0,28	1,53	0,31	1,84
traité *	0,08	0,20	0,28	2,17	0,51	2,68
CV	67,2	28,1	22,6	52,1	60,0	46,8
probabilité F %	16,5	57,7	78,3	13,2	20,6	8,7

* C: *Curvularia* sp.; H: *H. maydis*; T: Total des deux maladies.
A: association maïs-arachide faible densité-fumure; B: association maïs-arachide forte densité-fumure (double de la précédente); C: maïs faible densité-fumure; D: maïs forte densité-fumure (double de la précédente); E: Maïs faible densité-forte fumure. Insecticide: 2 traitements à la deltaméthrine 15 g MA/ha à 20 et 40 jours après levée à Gagnoa, 1 de plus à 60 jours à Brobo.

Tableau IV.- Interaction sarclage-traitement insecticide pour le total des deux maladies à Brobo.

Sarclage	Insecticide	Sévérité totale
mauvais	Non traité	0,34 a
bon	traité	0,29 ab
mauvais	traité	0,27 ab
bon	Non traité	0,22 b
CV		22,6
Probabilité F%		1,3

Tableau V.- Moyenne des sévérités des parcelles ne recevant pas de traitement fongicide en 1989.

Lieu	<i>Curvularia</i>	<i>H. maydis</i>	Total maladies
BROBO	0,065	0,21	0,27
DAOUKRO	0,30	1,08	1,38
FERKE	0,13	0,26	0,41
GAGNOA cycle unique	1,85	0,41	2,26
MAN	2,27	0,84	3,11
GAGNOA 2eme cycle	0,64	0,42	1,07

B-2. Impact du traitement fongicide sur le rendement et ses composantes (Tableau VI).

Aucune interaction n'ayant été constatée lors de l'analyse, seul l'effet du fongicide est présenté ici.

Le traitement fongicide fournit des rendements significativement supérieurs à Man où les parcelles traitées produisent 900 Kg/ha de plus que les non-traitées soit un gain de rendement de 26,1%. A Gagnoa, les rendements très faibles obtenus en raison d'une forte sécheresse (211 mm de pluie durant tout le cycle) ne permettent pas de mettre en évidence d'éventuelles différences dues au fongicide. A Ferké, aucune différence de rendement n'est constatée.

L'examen des composantes du rendement montre qu'à Man les parcelles non protégées par un fongicide ont la même densité à la récolte que les parcelles protégées mais ont un nombre d'épis inférieur (12,8% de moins) et un poids de grain par épi inférieur de 15,8%. Le nombre de grains par épi est identique contrairement à Gagnoa où il est significativement supérieur sur les parcelles protégées.

Tableau VI.- Effet des traitements fongicides sur le rendement et ses composantes.

	FERKE		MAN		GAGNOA	
	Non traité	traité	Non traité	traité	Non traité	traité
Rendements (Kg/ha)	3395	3539	2588 b	3500 a	992	1044
CV	19,5		13,4		38,9	
Probabilité F %	56,0		0,00		71,0	
Nombre de plants total sur 20m	79	78	92	94	46	48
CV	4,9		4,2		25,5	
Probabilité F %	50,8		25,0		55,2	
Nombre de plants portant épi sur 20m	65	63	66 b	74 a	31	32
CV	13,1		11,9		29,2	
Probabilité F %	57,3		1,4		95,4	
Nombre d'épis sur 20m	67	66	66 b	76 a	32	33
CV	13,1		11,2		30,8	
Probabilité F %	91,8		0,5		80,3	
Nombre de grains par épi	356	343	339	318	320 b	385 a
CV	19,5		13,9		16,2	
Probabilité F %	61,0		22,3		0,7	
Poids de grain par épi (g)	81,7	84,5	62,4 b	74,1 a	51,8	53,0
CV	9,8		8,2		26,6	
Probabilité F %	35,0		0,1		80,3	

IV- DISCUSSION

Les principales maladies inventoriées sont donc celles les plus fréquemment citées dans la littérature: la rouille américaine à *P. polysora* et l'helminthosporiose à *H. maydis*. La cercosporiose est apparue rare alors que *Curvularia sp.* est fréquemment associée à *H. maydis* et la rouille souvent parasitée par *Darluca sp.*

Dans les essais entrepris en 1989, seules *H. maydis* et *Curvularia sp.* ont été rencontrées dans les localités échantillonnées. Les sévérités observées, quoique apparemment faibles évoluent dans le même sens que les pertes de récolte: pas de pertes à Ferké où la sévérité des maladies est très faible, pertes significatives à Man où la sévérité est plus importante. Toutefois il semble de prime abord difficile d'établir un lien direct entre les 26% de perte de récolte des parcelles ne recevant pas de protection fongicide à Man et la différence de sévérité entre ces parcelles et les parcelles protégées qui est de 2% (3% contre 1% de colonisation foliaire). Le fongicide ne semblant pas avoir d'effet stimulant particulier, puisque son utilisation n'entraîne pas d'impact sur le rendement à Ferké où il y a peu de maladies, comment peut-on expliquer cette contradiction apparente entre un niveau de maladie relativement faible et de fortes pertes de récolte?

Si l'on compare les résultats obtenus avec ceux

d'autres auteurs on constate que, bien que *Curvularia* sp. soit connue comme pouvant être à l'origine de dégâts importants (LEON, 1978), c'est toutefois à un niveau de sévérité élevé que cette maladie a un impact: ainsi FAJEMISIN et OKUYEMI (1976), après inoculation artificielle de plants de maïs avec des spores de *Curvularia pallescens*, obtiennent des gains de rendement de l'ordre de 30% mais avec des sévérités passant de 30 à 10% sur les parcelles recevant des traitements fongicides hebdomadaires (mesure de la sévérité en fin de cycle).

On pourrait penser que l'échantillon n'est pas représentatif du niveau de sévérité, en particulier que le choix de la feuille de l'épi ne soit pas le meilleur. Toutefois cette hypothèse est contredite par les résultats de HAMELINK et al (1988) qui, ayant examiné au Togo la répartition de diverses maladies sur les feuilles de maïs, ont constaté que la sévérité de la feuille de l'épi fournit une bonne approximation de la sévérité de la maladie sur l'ensemble de la plante et que cette feuille est le meilleur estimateur des pertes de récolte en période de surface foliaire maximum de la plante.

Une autre hypothèse pourrait être que la surface de maladie estimée serait bien inférieure à la surface effectivement colonisée: ainsi, pour *H. maydis* et *H. turcicum*, ANGRA et MANDAHAK (1985) ont montré que des îlots verts (green islands), qui sont des puits attirant les nutriments en faveur du pathogène et au détriment de la plante, sont produits sous des gouttelettes de suspension de spores sur des feuilles de

mais. Le pourcentage de surface foliaire colonisé peut donc être supérieur à celui qui est apparent; cette possibilité est à prendre en compte bien que les deux variétés utilisées sont considérées comme ayant une tolérance à *H. maydis* bonne pour IRAT 83 et correcte pour CJB (IDESSA, 1982; MARCHAND, 1983). C'est donc surtout *Curvularia* qui devrait influencer sur la récolte.

Si au lieu d'examiner la sévérité on étudie l'incidence (pourcentage de plants malades), ainsi que le font certains auteurs (ANASO et al, 1989; SHARMA et MISRA, 1983), les données obtenues (tableau VII) montrent une répartition très homogène des maladies sur l'ensemble des plants avec des différences souvent faibles entre parcelles protégées et témoins (par exemple aucune différence à Man pour *Curvularia sp.*); cette donnée ne semble donc pas à même d'expliquer les pertes de récolte.

Tableau VII.- Incidence des diverses maladies sur les parcelles recevant ou non un traitement fongicide.

	FERKE			MAN			GAGNOA		
	C*	H*	T*	C	H	T	C	H	T
Non traité	66,1	74,1	87,5	93,8	93,8	99,1	98,2	79,5	99,1
Traité	60,7	70,5	79,5	94,6	79,5	99,1	88,4	66,1	92,9

* C: *Curvularia sp.*; H: *H. maydis*; T: Total des deux maladies.

L'examen des composantes du rendement indique qu'il n'y a pas eu de fontes de semis (même densité de plants) mais que les maladies ont eu un impact assez tôt dans le cycle pour être à l'origine de stérilité des plants: les parcelles non protégées ont 12,8% d'épis en moins à Man. Un impact même modéré mais suffisamment précoce des maladies pourrait suffire pour entraîner des stérilités simplement en retardant la croissance des plants atteints: ces plants en retard sont par la suite très souvent stériles (AGPM, 1981). Un échantillonnage plus tôt dans le cycle, à la floraison mâle, permettrait de préciser ce point. Une partie importante de la perte de récolte est donc due à la stérilisation des plants; cette observation rejoint celle de PAYAK et SHARMA (1985) qui constatent que les pertes de récolte les plus fortes dues à *H. maydis* ont lieu lorsque la sévérité de la maladie est suffisamment grande pour empêcher la formation de l'épi. A Man, toutefois, les maladies ont eu également un impact important en fin de cycle, au moment du remplissage du grain, puisque, le nombre de grains par épi étant identique, on observe une perte du poids d'un grain de 15,8% sur les parcelles sans protection fongicide.

A Gagnoa par contre, l'interaction stress hydrique * maladie semble avoir eu un effet important sur le nombre de grains par épi: de fait, un stress hydrique à certains moments du cycle se traduit par une mauvaise fécondation des ovules et donc un nombre de grains réduit. Or il semble que la protection fongicide, en ayant réduit les maladies, ait permis

un meilleur approvisionnement hydrique de la plante puisque le nombre de grains par épi est significativement supérieur sur les parcelles protégées. Cette différence n'a cependant pas eu de répercussion au niveau du rendement en raison du stress hydrique de fin de cycle qui a perturbé le remplissage des grains.

L'étude de l'importance des maladies en fonction de divers types d'intensification montre, en particulier à Brobo, que des cultures pures de maïs à forte fumure favorisent le développement des maladies. Ceci a déjà été constaté dans le cas de la fumure azotée (WALLER, 1984). L'interaction traitement insecticide * sarclage, apparente malgré des niveaux de maladie réduits à Brobo (mais non à Gagnoa où les coefficients de variation sont très élevés), mérite confirmation.

Cette première étude des maladies fongiques foliaires du maïs en Côte d'Ivoire a donc révélé des pertes de production très importantes dans la région de Man en cycle unique. Il en va sans doute de même dans une grande partie de la région forestière où les niveaux de maladie sont apparus nettement supérieurs à ceux de la zone des savanes. Des études complémentaires concernant en particulier l'épidémiologie des divers agents pathogènes sont nécessaires pour préciser les causes exactes des pertes de récolte et déterminer les méthodes de lutte adéquates.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié d'un soutien financier du Ministère Français de la Recherche et de la Technologie.

BIBLIOGRAPHIE

AGPM (Association Générale des Producteurs de Maïs), 1981.- Encyclopédie pratique du maïs, Paris.

ANASO A.B., EMECHEBE A.M., TYAGI P.D., et MANZO S.K., 1989.- Assessment of loss in yield due to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) on maize in Nigerian guinea savanna. *Tropical Pest Management*, 35 (3): 301-303.

ANGRA R. & MANDAHAR C.L., 1985.- Pathogenesis of maize leaves by *Helminthosporium* spp.: production and possible significance of "green islands". *Research Bulletin (Science) of the Panjab University*, 36 (3-4): 239-243.

ANONYME, 1971.- Rapport annuel 1969 de l'IRAT. Bilan succinct des travaux réalisés depuis 1966. Le maïs. *L'Agronomie Tropicale*, 26 (1): 64-84.

CLAASSEN M.M. & SHAW R.H., 1970.- Water deficit on corn. II. Grain components. *Agronomy journal*, 62: 652-655.

DELASSUS M., 1968.- Principales maladies du maïs dans l'Ouest-Cameroun. *L'Agronomie Tropicale*, 23 (4): 429-434.

- FAJEMISIN J.M. & OKUYEMI O., 1976.- Fungicidal control of *Curvularia* leaf spot of maize. PANS, 22 (2): 234-238.
- HAMELINK J., HAU B. et KRANZ J., 1988.- Untersuchungen zur Entwicklung von Befalls/Verlust-Relationen bei Schaderreger-Komplexen an Einzelpflanzen des Mais. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 95 (3): 258-269.
- IDESSA (Institut des Savanes), 1982.- Variétés de maïs recommandées en Côte d'Ivoire. Ministère de la Recherche Scientifique. Multigraphié, Bouaké: 11 pp.
- LE CONTE J., 1964.- Résistance et tolérance du maïs vis à vis de la rouille américaine (*Puccinia polysora*). Leur incidence sur les rendements et leur conséquence sur le plan de la vulgarisation semencière. L'Agronomie Tropicale, 19 (4): 318-321.
- LEON C. de, 1978.- Maladies du maïs. Un guide pour les identifier sur le terrain. Bulletin d'information n 11. CIMMYT, Mexico: 95 pp.
- MARCHAND J.L., 1983.- Création d'hybrides complexes de maïs en Côte d'Ivoire. L'Agronomie Tropicale, 38 (2): 123-131.
- PAYAK M.M. & SHARMA R.C., 1985.- Maize diseases and approaches to their management in India. Tropical pest Management, 31 (4): 302-310.
- ROGER L., 1953.- Phytopathologie des pays chauds. Tome 2. Editions P. Lechevalier. Paris.
- SACCAS A.M., 1955.- La rouille américaine du maïs (*Zea mays* L.) due à *Puccinia polysora* Underw. au Cameroun et en Afrique Equatoriale Française. L'Agronomie Tropicale, 10 (4): 499-522.

- SENE D., 1970.- Recherches concernant les céréales de culture sèche dans les pays d'Afrique où s'exerce l'action de l'IRAT. L'Agronomie Tropicale, 25 (10-11): 915-931.
- SHARMA J.P. & MISRA A.P., 1983.- Relationship between turcicum and maydis leaf blights in respect of grain yield in maize. Indian Phytopath. 36 (2): 255-256.
- SHURTLEFF M.C., 1973.- A compendium of corn diseases. University of Illinois: 64 pp.
- TARDIEU M. & PRAQUIN J.Y, 1972.- L'amélioration du maïs dans les zones d'altitude du Cameroun. L'Agronomie Tropicale, 27 (4): 473-487.
- WALLER J.M., 1984.- The influence of agricultural development on crop diseases. Tropical pest Management, 30 (1): 86-93.