

1985(28)

SH/Dr

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTRE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

INSTITUT SENEGALAIS
DE
RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES PRODUCTIONS VEGETALES

CN0101091
H220
FLBA

COMPTE - RENDU DE VISITE A L'ICRISAT A HYDERABAD
(INDE) DU 18 JANVIER AU 18 MARS 1985

Par Demba Farba MBAYE

AVRIL 1985

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES DE BAMBEY

S O M M A I R E

	<u>PAGE</u>
I - INTRODUCTION.....	3
II - ICRISAT A PATANCHERU.....	3
II.1 - TRAVAUX SUR LES MALADIES DU MIL.....	3
11.1.1 - MILDIOU DU MIL (<i>SCLEROSPORA GRAMINICOLA</i> (SACC.) SCHROECT).....	3
II.1.1.1 - ETUDE DE LA PRODUCTION ET DE LA GERMINATION DES SPORANGES....	4
II.1.1.2 - TEST D'INFECTIVITE DES SPORANGES.....	77
II.1.1.3 - EFFET DE L'AGE DES PLANTULES SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA MALA- DIE.....	8
II.1.1.4 - SCREENING AU CHAMP POUR LA RESISTANCE AU MILDIOU.....	9
11.1.2 - CHARBON (<i>TOLYPOSPORIUM PENICILLARIAE</i> BREF).....	10
II.1.2.1 - OBSERVATION MICROSCOPIQUE DE <i>P. PENICILLARIAE</i> : MORPHOLOGIE, MENSURATIONS DES BALLE DE SPORES ET DES SPOFUDIES ET ETUDE DE LA GERMINATION DES BALLE DE SPORES.....	10
11.1.2.2 - PREPARATION DU MILIEU PA, CULTURE DU PATHOGENE, PREPARATION D'UNE SUSPENSION SPORIDIALE ET INOCULATION DES CHANDELLES DU MIL.....	16
II.1.3 - ERGOT (<i>CLAVICEPTS FUSIFORMIS</i> LOV.).....	18
II.1.3.1 - OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES DES SPORES DE <i>C. FUSIFORMIS</i> ET LEURS MENSURATIONS.....	18
II.1.3.2 - ETIJDES DE LA GERMINATION CONIDIALE.....	19
II.1.3.3 - GERMINATION DES GRAINES DE POLLEN DU MIL.....	19
II.1.3.4 - INOCULATION DES LIGNEES DU MIL AVEC UNE SUSPENSION CONIDIALE DE L'ERGOT ET NOTATION DE LA SEVERITE DE L'ERGOT.....	19
II.2 - RENCONTRE AVEC LES CHERCHEURS DE L'ICRISAT ET D'AILLEURS.....	24
II.3 - BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTATION.....	24
III - MYSORE.....	25
III.1 - PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT.....	25
1-III.2 - VISITE DES PARCELLES EXPERIMENTALES.....	26
III.3 - VISITE DES LABORATOIRES ET PRESENTATIONS DES PROGRAMMES.....	26
IV - COLLABORATION FUTURE.....	27
V - CONCLUSION.....	28
VI - ANNEXE - LISTE DE DOCUMENTS RAMENES DE MYSORE.....	

R E M E R C I E M E N T S

J'adresse mes sincères remerciements au Dr. SWINDALE Directeur Général de l'ICRISAT pour l'invitation qui m'a été faite pour visiter l'ICRISAT, au Dr. S.B. KING, Principal Pathologiste du sous-programme Pathologie du mil qui n'a ménagé aucun effort pour que cette visite se passe bien, aux chercheurs et techniciens du Laboratoire de Pathologie du mil qui ont su créer l'atmosphère nécessaire pour rendre mon séjour agréable et fructueux, aux autres chercheurs et personnel de l'ICRISAT pour leur collaboration chaleureuse.

Je remercie également Dr. H.S. SHETTY, Chef du Department of Applied Botany de l'université de Mysore et ses collaborateurs pour l'accueil chaleureux qui m'a été réservé lors de ma visite.

I - INTRODUCTION :

Cette visite a été possible grâce à l'invitation qui m'a été faite par l'ICRISAT (International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics) pour visiter le programme de pathologie du mil à Patancheru (Inde) du 18 janvier au 18 mars 1985. J'ai pu visiter aussi le Département de Botanique Appliquée (Department of Applied Botany) de l'Université Manasagangotri de Mysore.

II - ICRISAT A PATANCHERU :

A l'ICRISAT, l'essentiel de la visite s'est passé au laboratoire de Pathologie du mil. La composition de l'équipe actuelle du sous-programme Patho-mil est la suivante :

- Dr. S.B. KING, pathologiste principal
- Dr. S.D. SINGH, pathologiste du sous programme mildiou et rouille
- Dr. R.P. THAKUR, pathologiste du sous programme ergot et charbon
- Dr. Julia WILLINGALE, chercheur associé (Imperial College of Science and technology South Kensington, London, England) : Résistance à l'ergot.
- Dr. Sarah BAL, chercheur associé (Reading University, England) : Variabilité physiologique de *S. graminicola*.

Le programme de la visite à l'ICRISAT a été le suivant :

- 1 - Travaux sur les maladies du mil au champ, à la serre et au laboratoire.
- 2 - Contact avec les chercheurs et autorités de l'ICRISAT.
- 3 - Documentation et bibliographie.

II.1 - Travaux sur les maladies du mil :

Nos travaux ont plutôt concerné le mildiou (*Sclerospora graminicola*) le charbon (*Tolyposporium penicillariae*) et l'ergot (*Claviceps fusiformis*) qui sont les principales maladies du mil qu'on rencontre au Sénégal.

II.1.1 - Mildiou du mil (*Sclerospora graminicola* (Sacc) SCHROEET).

Les travaux sur le mildiou du mil sont articulés autour des axes suivants :

- * Etudes de la production et la germination des sporanges.

- * Test d'infectivité des sporanges.
- * Effet de l'âge des plantules sur l'incidence du mildiou.
- * Test d'infectivité des oospores.
- * Le système de technique de screening au champ (Inoculation des lignes infestantes, implantation des lignes-tests et évaluation).

II.1.1.1 - Etudes de la production et de la germination des sporanges.

II.1.1.1.1 - Production des sporanges.

Des feuilles infestées par le mildiou ont été récoltées à partir de la "Pépinière de maladie" (Disease Garden). Les feuilles ont été lavées sous l'eau courante du robinet avec du coton pour éliminer les vieux sporanges, ont ensuite été découpées en segments de 5-10 cm de long et mises en chambres humides. Ces segments étaient mis en chambres humides en incubation dans l'obscurité pendant 6h à 20°C. Les sporanges sont ensuite "récoltés" dans de l'eau glacée d'un béccher placé dans un bac contenant de la glace. La concentration de l'inoculum a été déterminée à l'aide d'un haemocytomètre.

II.1.1.1.2 - Germination des sporanges.

i) : Dix (10) ml d'inoculum placés dans un béccher sont portés à 20°C.

Après deux heures d'incubation, on y ajoute 3-4 gouttes de lactophénol dans l'inoculum pour tuer les sporanges. Dix (10) gouttes de ce mélange sont ensuite déposées sur des lames pour déterminer le pourcentage de germination des sporanges. On compte le nombre total de sporanges et le nombre de sporanges germés. Un sporange est considéré comme germé quand il s'est vidé de son contenu. Le tableau n° 1 donne les principaux résultats obtenus.

Tableau 2 : Effet de la période d'incubation sur la germination des sporanges :

N° de l'é- chantillon	Période d'incubation (H)											
	1		2		3		4		5		6	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	50	9	27	9	26	17	27	16	38	10	21	4
2	46	7	27	6	49	19	17	2	50	22	36	8
3	42	7	50	17	31	10	22	11	45	12	32	4
4	48	8	61	27	33	8	26	9	50	13	24	3
5	42	9	26	17	27	10	22	6	31	7	24	5
6	37	8	39	14	33	12	21	5	49	10	25	8
7	40	8	24	13	28	13	24	7	21	6	34	7
8	32	10	20	9	32	11	17	6	35	10	41	14
9	56	9	14	6	54	17	15	2	28	7	40	13
10	43	10	29	6	30	8	18	3	39	11	37	10
11	38	10	48	11	33	16	17	6	26	9	48	10
12	35	16	40	7	53	17	31	17	42	8	40	15
13	39	13	28	10	32	18	15	4	30	9	27	6
34	41	2	19	11	15	13	18	5	30	11	20	5
15	25	6	39	17	30	7	16	4	35	14	38	7
16	42	11	33	12	24	10	41	22	35	10	28	6
17	39	8	23	4	23	8	18	6	29	10	20	5
18	29	5	41	9	28	17	20	3	22	6	37	11
19	38	3	23	9	25	12	22	7	23	8	38	6
20	37	6	30	18	29	14	29	4	24	13	25	9
Total	797	166	641	232	602	257	436	145	692	206	635	190
% germi- nation	21.0		36.0		43.0		33.0		30.0		30.0	

A : Nombre total de sporanges

B : Nombre de sporanges germés.

II.1.1.2 - Test d'infectivité des sporanges.

II.1.1.2.1 - Matériels et Méthodes.

Des pots en plastique ont été remplis au 3/4 avec du mélange sol-fumier (3:1, V/V). Des graines superficiellement stérilisées de la variété 7042 ont été semées à égale distance les unes des autres dans des pots. Puis les graines ont été recouvertes avec une couche de sol. Les pots arrosés deux fois par jour ont été placés à 25-30°C dans la serre. Au bout de 48h, les jeunes pousses qui apparaissent sont prêtes à être inoculées.

Des sporanges fraîchement "récoltés" ont été mis en suspension dans de l'eau glacée stérile à une concentration initiale ajustée à 6×10^5 sporanges/ml à l'haemocytomètre. Les jeunes plantules sont inoculées avec cette suspension sporangiale. On place une goutte de l'inoculum sur le bout de chaque plantule à l'aide d'une seringue hypodermique. La goutte de l'inoculum descend le long de la plantule en la couvrant sur toute sa longueur. Les plantules inoculées sont identifiées, à l'aide de cure-dents plantés à proximité. Après inoculation, les pots sont recouverts de sacs en polyéthène humidifiés. Les inoculations ont été effectuées tard dans l'après midi et le lendemain, les sacs sont enlevés et les pots conservés sous serre à 25-30°C pour favoriser le développement de la maladie.

II.1.1.2.2 - Résultats.

Les premiers symptômes de la maladie sont apparus 3-4 jours après l'inoculation. Le comptage des pieds malades s'est fait les 8e, 12e, 16e et 20e jours après inoculation. Les pieds malades sont alors marqués par des cure-dents peints au rouge. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Incidence du mildiou sur les plantules de la variété 7042 inoculées avec les sporanges de *S. graminicola*.

Traitement	Nombre total de plantules	Nombre de plantules malades			
		7.2. '85	11.2. '85	15.2. '85	19.2. '85
inoculé	70	17 (24.3)	32 (32162)	28 (40.0)	37 (53.0)
témoin	33	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

Note : Les chiffres entre parenthèses désignent le pourcentage de plants

L'incidence de la maladie augmente avec le temps. Le témoin n'a présenté aucun symptôme.

II.1.1.3 - Effet de l'âge de la plantule sur le développement de la maladie.

L'objectif de cette expérimentation est de déterminer le meilleur stade pour l'inoculation.

11.1.1.3.1 - Matériels et méthodes.

Des plantules de la variété 7042 de différents stades de croissance (SS1-plantules 0,5 cm de long ; SS2-plantules > 0,5 mais < 1.0 cm de long ; SS3-plantules 1.0 cm de long ; SS4-plantules avec une première feuille ; SS5-plantules avec une deuxième feuille ; SS6-plantules avec une troisième feuille) ont été obtenues par semis étagé. Les différents groupes de plantules (cinq pots par série) ont été inoculés avec une suspension sporangiale viable (6×10^5 sporanges/ml) pendant les heures tardives de l'après midi. Cinq pots non inoculés ont été maintenus comme témoin. Les plantules inoculées ont été marquées par des cure-dents et les pots ont été couverts par des sacs en polyéthène humidifiés. Le lendemain, les sacs ont été enlevés et les pots ont été placés en serre à 25-30°C pour favoriser le développement de la maladie.

II.1.1.3.2 - Résultats et discussions.

Les résultats sont présentés dans le tableau n° 4 . Ils montrent clairement que l'incidence du mildiou est plus grande chez les plantules les plus jeunes (SS1 et SS2) que chez les autres plantules. Ainsi, pour obtenir une très bonne infection du mildiou, les plantules doivent être inoculées quand elles sont aux stades SS1 et SS2. Les témoins n'ont présenté aucun symptôme de la maladie.

Tableau 4 : Effet de l'âge des plantules de la variété 7042 sur l'incidence du mildiou.

Stade de croissance	Nombre de plantes	Incidence du mildiou						
		5 DAI**	6 DAI**	7 DAI**	8 DAI**	9 DAI**	12 DAI**	13 DAI**
SS1*	21	29	38	67	71	76	76	81
SS2	23	13	35	57	65	74	74	91
SS3	21	13	26	57	57	57	57	61
SS4	26	7	16	32	46	50	61	73
SS5	39	3	10	15	18	28	38	46
SS6	37	0	8	22	35	35	41	49
Témoin	43	0	0	0	0	0	0	0

* SS - Stade de croissance ; ** DAI - Date après inoculation.

II.1.1.4 - Screening au champ pour la résistance au mildiou.

On a utilisé le système des lignes infestantes mis au point à l'ICRISAT pour le criblage, pour la résistance à la maladie. Les notations ont été effectuées sur 21 (F4 (SR x DMR) descendances et deux témoins de sensibilité plantés dans la pépinière du mildiou à l'ICRISAT 27 jours après le semis.

Les réactions des différentes entrées au mildiou sont présentées dans le tableau n° 5. Sept entrées n'ont présenté aucun symptôme tandis que 10 entrées développent moins de 5% de mildiou. Le témoin de sensibilité, 7042 présente le taux de maladie le plus élevé (32.08%).

Tableau 5 : Incidence du mildiou sur 21 (F4 (SR x DMR) descendances plantées dans la pépinière du mildiou à l'ICRISAT pendant l'été 1985.

N° de l'entrée	Nombre total de plantes	Nombre de plantes malades	Incidence du mildiou
1	283	1	0.40
2	217	0	0.00
3	175	10	5.80
4	212	3	1.50
5	289	8	2.80
6	245	1	0.40
7	171	0	0.00
8	273	0	0.00
9	206	0	0.00
10	302	0	0.00
11	190	3	1.60
12	154	1	0.70
13	324	13	4.10
14	182	0	0.00
15	421	21	5.00
16	164	0	0.00
17	272	2	0.80
18	277	15	5.50
19	138	18	13.10
20	133	4	3.00
21	129	7	5.50
NHB-3 témoin	459	80	17.50
7042 témoin	323	103	31.90

II.1.2 - Charbon (*Tolyposporium penicillariae* Bref).

Les axes de travail du programme sur charbon sont :

Au laboratoire : * Observation microscopique des téliospores.

* Préparation du milieu de culture PA. (Pomme de terre-Agar).

* Isolement du pathogène et sa culture.

* Préparation de suspension conidiale et l'ajustement de la concentration.

* Observation microscopique des sporidies et leurs mensurations.

A la serre : * Inoculation des lignées sensibles.

* Notation des chandelles inoculées.

* Compilation des données et analyse.

II.1.2.1 - Observation microscopique de *T. penicillariae* : Morphologique, mensurations des balles de spores et des sporidies et étude de la germination des balles de spores..

II.1.2.1.1 - Matériels et méthodes.

Des sores matures et entières (non cassées) collectées des chandelles, infectées pendant la saison des pluies de 1984, ont été stérilisées en surface par une solution de 0,1% de chlorure mercurique pendant une minute, rincée deux fois avec de l'eau distillée stérile, puis écrasée sous conditions aseptiques avec un forceps stérile sur une boîte de pétri stérile pour obtenir des balles de spores. Les balles de spores ont été utilisées pour inoculer les boîtes de pétri contenant de l'agar et pour les études sur la germination.

Des balles de spores ont été placées entre lame et lamelle dans une goutte d'eau pour étudier la structure, les dimensions et les téliospores individuelles.

Des balles de spores ont été mises en suspension dans de l'eau stérile sur des lames à concavité (cinq lames). Ces lames ont été placées dans les chambres humides à 30°C pendant 16h pour incubation.

Des observations sur le nombre de balles de spores germées ont été effectuées sous deux champs microscopiques sur chaque lame.

II.1.2.1.2 - Résultats.

Les mensurations des balles de spores, téliospores et des sporidies et les résultats sur la germination des balles de spores sont consignés dans les tableaux 6, 7, 8 et 9 respectivement.

* Balles de spores : Elles sont de différentes couleurs (de noir à brun), différentes formes (de circulaire à presque polyhédrique) et mesurent 58.31 - 241.57 um x 50-125 um (moyenne : 121 x 82.8 um).

* Téliospores : Les téliospores sont brunes jaunâtres, globuleuses et mesurent 5-13 um de diamètre. Le nombre de téliospores-agrégées en balles de spores varie de 150 à 1200.

* Sporidies : Elles sont hyalines et unicellulaires, ayant la forme de fuseau. Elles mesurent 6 à 20 um de long.

* Germination des balles de spores (téliospores)

On observe trois types de germination des téliospores dans les balles de spores :

1°) Les balles de spores germent et produisent des *promycelia* typiques formés de 4 (quatre) cellules avec ou sans sporidies terminales ou latérales. Ce type de germination est le plus fréquent.

2°) Les balles de spores germent et produisent de très longs *promycelia* septés et branchés de 3 à 6 cellules sur lesquels quelque fois, par bourgeonnement, il se forme de chaînes branchées ou des grappes de sporidies.

3°) Les balles de spores germent en formant des chaînes branchées sans *promycelia*.

Tableau 6 : Dimension des balles de spores de *T. penicillariae* Bref.

N° de balles de spores	Dimensions des balles de spores (μm)	
	Longueur	Largeur
1	13 x 8.33	7 x 8.33
2	14 x 8.33	7 x 8.33
3	20 x 8.33	13 x 8.33
4	18 x 8.33	10 x 8.33
5	7 x 8.33	6 x 8.33
6	17 x 8.33	12 x 8.33
7	15 x 8.33	12 x 8.33
8	21 x 8.33	11 x 8.33
9	9 x 8.33	8 x 8.33
10	11 x 8.33	9 x 8.33
11	10 x 8.33	9 x 8.33
12	29 x 8.33	14 x 8.33
13	9 x 8.33	8 x 8.33
14	17 x 8.33	15 x 8.33
15	12 x 8.33	11 x 8.33
16	9 x 8.33	8 x 8.33
17	11 x 8.33	9 x 8.33
18	14 x 8.33	9 x 8.33
19	14 x 8.33	10 x 8.33
20	20 x 8.33	11 x 8.33
Total	290 x 8.33	1.99 x 8.33
Moyenne	121	82.8
Variation	58.31-241.6	50-125

Tableau 7 : Dimensions des téliospores *de T. penicillariae* Bref.

N° de l'échantil- lon	Dimensions (um)
1	11.65
2	8.32
3	9.99
4	9.30
5	10.66
6	6.66
7	13.32
8	9.99
9	9.99
10	11.65
11	8.32
12	6.66
13	11.65
14	9.99
15	4.99
16	9.99
17	6.66
18	6.66
19	8.32
20	8.32
Total	183.09
Moyenne	9.15
Variati	4.99 - 13.32

Tableau 8 : Dimensions des sporidies.

N° de l'échantillon	Dimensions (um)
1	10
2	20
3	10
4	8
5	6
6	16
7	12
8	10
9	8
10	12
11	14
12	8
13	12
14	14
15	10
16	12
17	10
18	14
19	8
20	18
Total	232
Moyenne	11.60
Variation	6 - 20

Tableau 9 : Germination des balles **de** spores de *T. penicillariae* incubées à 30°C pendant 16 h.

N° de l'échantillon	Nombre total de balles de spores	Nombre de balles de spores germées	% de germination
1	35	23	63
2	31	23	74
3	70	70	100
4	49	49	100
5	91	28	31
6	92	57	62
7	61	23	38
8	35	14	40
9	53	20	38
10	50	12	24
Total	587	419	
Moyenne	58.7	41.9	71.3
Variation	31 - 92	12 - 70	24 - 100

II.1.2.2 - Préparation du milieu pomme de terre - Agar (PA), culture du pathogène, préparation d'une suspension sporidiale et inoculation des chandelles du mil.

II.1.2.2.1 - Matériels et méthodes.

On pèle 200 g de pomme de terre, on les coupe en morceaux, on les fait bouillir et on recueille l'extrait en filtrant à travers un tissu en mousseline. On ajoute de l'eau distillée pour une quantité suffisante pour 1 l. Le Ph est alors ajusté à 6 et le milieu autoclavé. Après l'autoclavage, le milieu est coulé dans des boîtes de pétri dans des conditions aseptiques. Des balles de spores venant des sores stérilisées en surface sont utilisées pour inoculer le milieu dans des boîtes de pétri qui sont incubées à 35°C sous les lampes à fluorescence. Au bout de 10 jours, on obtient une bonne croissance du pathogène sur le milieu. C'est une croissance purement sporidiale.

Une suspension sporidiale préparée dans de l'eau stérile à partir d'une culture du champignon sur PA, vieille de 10 jours, à concentration ajustée à 1×10^6 sporidies/ml, est utilisée pour inoculer les plantes dans des pots dans la serre, au stade gonflement, à l'aide d'un atomiseur. Les chandelles inoculées sont recouvertes par des sacs en polyéthylène. Un haut niveau d'humidité est maintenu en irrigant avec des sprinklers (2-3 fois par jour). Après 6 jours, les sacs en polyéthylène sont changés et les chandelles sont recouvertes avec des sacs en papier. Les notations sur la sévérité du charbon sont faites 20 jours après l'inoculation en utilisant l'échelle de notation standard pour l'évaluation de la sévérité du charbon.

II.1.2.2.2 - Résultats.

Les résultats sont présentés dans le tableau n° 10. Toutes les chandelles inoculées ont présenté un haut niveau d'infection allant de 50 à 90%, ce qui prouve la fiabilité de cette technique qui peut être utilisée avec succès pour tester la résistance des lignées du mil au *T. penicillariae*.

Tableau 10 : La sévérité de l'infection des chandelles de la variété 5141 inoculées par pulvérisation de suspension sporidiale de *T. penicillariae*.

N° des chandelles	% de sévérité du charbon
1	60
2	50
3	80
4	90
5	85
6	75
7	70
sl	
8	85
Total,	595
Moyenne	74.4
Variation	50 - 90

II.1.3 - Ergot (*Claviceps fusiformis* LOV.) .

Les travaux réalisés sur l'ergot portent essentiellement sur :

Au laboratoire : * Observation microscopiques des spores de *C. fusiformis*.

* Mensurations des macro- et des micro-conidies.

* Etude de la germination conidiale.

* Etude de la germination du pollen.

Au champ : * Préparation de l'inoculum, suspension conidiale et l'ajustement de la concentration de spores.

* Inoculation des lignées sensibles et résistantes.

* Notation des lignées inoculées.

* Compilation des résultats et analyse.

II.1.3.1 - Observations microscopiques des spores de *C. fusiformis* et leurs mensurations.

Une suspension conidiale a été obtenue en secouant des chandelles contenant du miellat frais dans de l'eau. Une goutte de cette suspension est mise sur une lame et observée au microscope. Les mensurations des macro- et des micro-conidies ont été obtenues en utilisant un oculaire gradué.

Les macroconidies sont hyalines, unicellulaires, de forme fusiforme et mesurent $13.3 - 30.00 \times 3.30 - 10.00 \text{ } \mu\text{m}$ (moyenne de 25 conidies : $22.5 \times 6.22 \text{ } \mu\text{m}$) (tableau n° 11).

Les microconidies sont hyalines, unicellulaires, de forme globulaire à ovale. Elles mesurent $1.00 - 3.00 \text{ } \mu\text{m} \times 1.00 - 2.00 \text{ } \mu\text{m}$ (moyenne de 25 conidies : $1.64 \times 1.12 \text{ } \mu\text{m}$) (tableau n° 11). Initialement, le miellat frais contient plus de macroconidies que de microconidies.

Des sclérotés matures ont été obtenus à partir des inflorescences infectées collectées de la pépinière de l'ergot du centre de l'ICRISAT. Ils ont été examinés pour leur forme, leurs dimensions, leur couleur et leur compacité :

Les sclérotés de couleur brun-clair à brun-noir, de forme allongé à arrondi, de compacité dur à friable, mesurent $5,5 (4-7) \times 2,7 (1-4) \text{ mm}$ (tableau n° 12).

II.1.3.2 - Etudes de La germination conidiale.

Une suspension conidiale préparée à partir du miellat frais de chandelles infestées a été incubée sur lames à concavité en chambre humide à 25°C et observée après 16h.

Les conidies germent en produisant de 1 à 3 tubes germinatifs sur les bouts et/ou les côtés du corps conidial. Des macro-ou des microconidies sont produites au bout des tubes germinatifs. Le nombre de microconidies croît graduellement parce qu'elles sont produites en chaînes sur le sommet des tubes germinatifs.

Pour étudier la germination sclérotiale, des sclérotés germés et stockés au réfrigérateur ont été utilisés.

Les sclérotés germent en produisant des pédoncules (variables en nombres). Chaque pédoncule est terminé par un stroma (un capitulum globulaire de couleur brune). Des sections à travers le capitulum montrent plusieurs périthèces dans la région périphérique. Les périthèces contiennent des asques qui libèrent des ascospores à travers l'operculum. Les ascospores sont longues, hyalines et non-septées.

II.1.3.3 - Germination des graines de pollen du mil.

Les graines de pollen ont été placées dans des lames à concavité contenant une solution de saccharose à 10%. Les lames à concavité sont alors portées à 23-25°C en chambre humide pour 1h avant d'être observées au microscope. Plusieurs grains de pollen ont germé en produisant des tubes germinatifs prouvant ainsi^{que} le pollen germe plus rapidement que les conidies du champignon. (cf. à III.1.3.2).

II.1.3.4 - Inoxlation du mil avec une suspension conidiale de l'ergot.

Des chandelles de mil infestées contenant du miellat frais ont été agitées dans de l'eau. La suspension ainsi obtenue, filtrée et débarrassée des déchets est de concentration élevée ; elle est ensuite ajustée à une concentration conidiale de 10^{-6} .

Des inflorescences ont été recouvertes de sachets d'autofécondation au stade gonflement, pour éviter une pollinisation des chandelles. Au bout de 3-4 jours quand les inflorescences ont atteint le stade "Maximum Stigma", les chandelles sont inoculées par pulvérisation avec une suspension conidiale.

Les chandelles sont recouvertes de sachets d'autofécondation aussitôt après l'inoculation et un haut niveau d'humidité a été maintenu par l'irrigation avec des sprinklers. Les sachets d'autofécondation ont été enlevés au bout de 10 jours pour éviter le développement des moisissures sur les chandelles inoculées.

La notation de la sévérité de l'ergot a été effectuée 20 jours après l'inoculation en utilisant l'échelle standard d'évaluation de la sévérité de l'ergot. Les résultats sont présentés dans le tableau n° 13.

Toutes les lignées F5 ont eu un indice de sévérité inférieur à ICH-118 (témoin sensible) mais aucune n'a montré moins de 10% de sévérité d'ergot.

Les entrées test sont réparties dans les classes suivantes de sévérité d'ergot (%).

Sévérité de l'ergot	Nombre de lignées	Pourcent des lignées
0-5	0	0-0
6-10	1	14.3
11-20	2	28.6
21-30	3	42.8
30		14.3

Tableau 11 : Dimensions des conidies de *C. fusiformis* recueillies du miellat frais.

N° de l'échantillon	Macroconidies		Microconidies	
	Longueur (um)	Largeur (um)	Longueur (um)	Largeur (um)
1	8 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
2	7 x 3.33	1 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
3	6 x 3.33	1 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
4	7 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
5	7 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
6	7 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
7	7 x 3.33	1 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
8	6 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
9	6 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
10	7 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
11	7 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
12	7 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
13	8 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
14	6 x 3.33	3 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
15	7 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
16	6 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33
17	8 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
18	8 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
19	9 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33
20	8 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
21	7 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33	1 x 3.33
22	4 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
23	5 x 3.33	2 x 3.33	2 x 3.33	1 x 3.33
24	5 x 3.33	2 x 3.33	3 x 3.33	1 x 3.33
25	6 x 3.33	1 x 3.33	3 x 3.33	2 x 3.33
Total	169 x 3.13	47 x 3.33	41 x 3.33	28 x 3.33
Moyenne	22.51	6.26	5.46	3.73
Variation	13.30.30.0	3.33-10.0	3.33-9.99	3.33-6.66

Tableau 12 : Dimensions des sclérotos de l'ergot du mil collectés sur la variété ICH 206 (1985) au Centre de l'ICRISAT.

N°	Dimensions sclérotiales	
	Longueur (μm)	Largeur (μm)
1	7	3
2	5	2
3	5	2
4	6	3
5	5	4
6	4	1
7	6	3
8	6	3
9	5	3
10	5	3
11	7	3
12	4	3
13	6	2
14	5	3
15	6	3
16	6	4
17	7	3
18	5	2
19	5	2
20	5	2
Total	110	54
Moyenne	5	2.7
Variation	4-7	1-4

Tableau 13 : Sévérité de l'ergot. sur 7 lignées F5 et une lignée témoin sensible.

N° de l'entrée	Sévérité de l'ergot (%)	
	Moyenne *	Variation
1	30	0-80
2	10	0-50
3	19	0-70
4	25	0-80
5	48	5-90
6	27	1-50
7	15	0-25
ICH-1 8	52	20-100
TEMOIN		

* Moyenne de 10 inflorescences inoculées et ensachées.

II.1.4 - Conclusions.

Les travaux effectués sur le mildiou, le charbon et l'ergot sont importants à plus d'un titre : ils ont permis de mieux connaître la biologie et la morphologie des pathogènes d'une part, de comprendre les facteurs et les conditions d'obtention de l'inoculum d'autre part et enfin de maîtriser les techniques d'inoculation artificielle. Ces techniques permettent, autant que faire se peut, une bonne confrontation de l'hôte et du pathogène assurant ainsi une identification des sources de résistance. Cependant, ces techniques ne permettent pas de connaître la nature de la résistance manipulée et sa stabilité, d'où la nécessité de tests multilocaux et des recherches fondamentales sur la résistance.

II.2 - Rencontre avec les chercheurs de l'ICRISAT et d'ailleurs.

J'ai rencontré en plus des chercheurs du sous-programme mil, avec qui j'ai travaillé durant tout mon séjour à Hyderabad, d'autres chercheurs travaillant à Hyderabad ou dans le réseau ICRISAT en Afrique.

- Dr. K. Anand KUMAR, Principal Millet Breeder, SADOE, Niger.
- Dr. J.F. SCHEURING, Principal Cereals Breeder, Mali.
- Dr. J. WERDER, Millet Pathologist, SADOE, Niger.
- Dr. M.D. THOMAS, Sorghum Pathologist, SADOE, Niger.
- Dr. B.S. TALUKDAR, Millet Breeder, Hyderabad, India.
- Dr. K.K. LEE, Principal Cereal Microbiologist, Hyderabad, India.
- Dr. K.R. KRISHNA, Microbiologist, Hyderabad, India.
- Dr. L.K. MUGHOGHO, Principal Sorghum Pathologist, Hyderabad, India.
- Dr. F.R. BIDINGER, Principal Millet Physiologist, Hyderabad, India.
- Dr. Y.F. MOHAMED, Sorghum Pathologist, University of GEZIRA, Sudan.
- Mr. E.O. MOHAMED, Physiologist, GEZIRA Agric. Research Inst. Sudan.
- Mr. GELETU BEJIGA, Pulse Breeder, Ethiopia.
- Mr. Rigoberto RODRIGUEZ V. Ministerio Recursos Naturales, Choluteca - Honduras.
- Mr. P.M. NABILA, N.A.E.S. Tamale-Ghana.

II.3 - Bibliographie et Documentation.

Durant mon séjour à l'ICRISAT, j'ai pu collecter une importante documentation sur les céréales en général et sur la pathologie des cultures en particulier (cf. Les listes des documents ramenés de l'ICRISAT et de Mysore).

Ces travaux ont cernés plusieurs aspects de ces pathogènes : symptomatologie, morphologie, cycle de vie, épidémiologie, cytologie, distribution géographique, mesures de contrôle.

En outre, des résultats des investigations relatives aux caractères biochimiques de la plante malade et saine, à la qualité des semences, sélection pour la résistance, méthodologie de culture de tissus ont été présentés :

* Rencontre avec les chercheurs du Département.

J'ai rencontré différents chercheurs du Département et certains étudiants en Ph.D

- Dr. PRAKHAS H.S. - Ergot du mil.
- Dr. Vasanth KUMAR - Maladies des graines du maïs.
- Dr. A. GOPINATH - Moisissure du sorgho.
- Dr. Bhagyalakshmi PRASAD - Culture de tissus.
- Mr. Abul KHAIR - Pathologie des semences du riz.
- Mis Premila JANG - Pathologie des semences du radis.

Ces derniers m'ont exposé leurs programmes de recherche et donné des tirets-à-part sur leurs travaux.

IV - COLLABORATION FUTURE.

Au cours d'une réunion finale avec les chercheurs de pathologie du mil de l'ICRISAT, la volonté de poursuivre et même d'étendre la collaboration qui existe entre leur programme et celui de Bambey a été exprimée. En ce domaine, ils ont souhaité de pouvoir continuer à envoyer à Bambey leurs essais internationaux comme IPMDMN, IPMSN, IPMEN et en retour, ils sont prêts à accepter de mettre en place des essais pour le compte de SR/Patho-mil à l'ICRISAT. Dr. S.B. KING a souhaité pouvoir démarrer un essai coopératif en recevant des semences des variétés venant du Sénégal agronomiquement intéressantes, mais sensibles aux maladies, tels que IBV 8001, IBV 8004, 3/4 HB 78 etc.... pour essayer d'améliorer leur résistance à l'ICRISAT. Au cours d'une discussion entre le Dr. Y. WERDER, Pathologiste du mil à Sadoré Niamey et moi-même nous avons affirmé la volonté de collaborer plus étroitement.

Il a exprimé la volonté de pouvoir visiter notre programme. Nous avons exprimé la nécessité de pouvoir démarrer dès que possible des essais régionaux du genre IPMDN, IPMDSN, IPMEN etc... pour l'Afrique de l'Ouest qui renfermeront tout le matériel intéressant de cette zone pour la résistance aux maladies du mil.

Avec Dr. H.S. SHETTY et les chercheurs du Département de Botanique Appliquée de Mysore, la nécessité de maintenir le contact, d'échanger du matériel a été soulignée.

Dr. SCHEURING, sélectionneur de céréales de l'ICRISAT au Mali, voudrait créer une pépinière de mildiou au Mali et souhaiterait maintenir le contact avec le laboratoire de Pathologie du mil à Bambey et dans ce cadre, des visites des deux côtés seraient souhaitables.

V - CONCLUSIONS.

Dans l'ensemble, la visite s'est bien déroulée. Elle a permis de prendre contact avec les chercheurs travaillant sur la pathologie du mil de l'ICRISAT et du Département de Botanique Appliquée de l'Université de Mysore et de me familiariser avec leurs techniques de recherche, notamment les techniques de criblage du mil au mildiou, charbon et ergot d'une part, de compiler une documentation scientifique sur les céréales en général et sur les maladies du mil en particulier d'autre part et enfin d'établir les bases de collaboration future avec mes collègues de ces deux institutions.

VI - ANNEXE : LISTE DE DOCUMENTS RAMENES DE L'ICRISAT ET DE MYSORE.

1. - R.P. THAKUR, R.J. WILLIAMS and V.P. RAO, 1981 - Développement of resistance to ergot in Pearl millet. *Phytopath.* Vol. 72, N°4, pp. 406-408.
2. - R.P. THAKUR, R.J. WILLIAMS and V.P. RAO, 1983 - Control of ergot in pearl millet through pollen management. *Ann. Appl. Biol.* Vol. 103, pp. 31-36
3. - R.P. THAKUR, K.V. SUBBA RAO and R.J. WILLIAMS, 1983 - Evaluation of a new field screening technique for Smut Resistance in pearl millet. *Phyto.* Vol 73, N°9, pp. 1255-1258.
4. - R.P. THAKUR and R.J. WILLIAMS, 1979 - Pollination effects on Pearl Millet ergot. *Phyt.* Vol.7, N°2, pp. 80-84.
5. - K. SIVAPRAKASAM, 1971 - A note on the control of ergot disease of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S & H). *The Andhra Agric. J.* Vol. 18, N°5, pp. 213-215.
6. - K. SIVAPRAKASAM and Al, 1971 - Effect of Nitrogen on the incidence of ergot disease of pearl millet caused by *Claviceps microcephala*. *Madras Agric, Journal*, Vol. 58, N° 11, pp. 811-813.
7. - BARRY M. Cunfer and David MARSHALL, 1977 - Germination requirements of *Claviceps paspali Sclerotia*. *Mycologia*, vol. 69, pp. 1137-1141.
8. - K. SIVAPRAKASAM, G. CHINNADURAI, C.S. KRISHNAMURTY, Alkaloid Production by *Claviceps microcephala* on some variétés of pearl millets. *Madras Agric. J.* (SMIC-ICRISAT).
9. - U.S. NATARAJAN and Al, 1971 - Grain loss due to ergot disease in bajra hybrids. *Indian Phytopath.* Vol. XXVIII, pp. 254-256.
10. - H.S. PRAKASH, H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1983 - Germination and nuclear behaviour of sexual and asexual propaques of *Claviceps fusiformis*. *Trans. Br. mycol. Soc.* Vol. 81, N° 1, pp. 65-69.
11. - H.S. PRAKASH, H. SHEKHAR SHETTY, and K.M. SAFEEULLA, 1980 - Histology of car-pel Infection by *Claviceps fusiformis* in pearl millet. *Proc. Ind. Natl. Sci. Acad.* B 46, N°5, pp. 708-712.
12. - J. KANNAIYAN and G. ARJUNAN, 1975 - Ergot disease of Bajra and its control. *Tamil Nadu Agric. Univ. Coimbatore*, pp. 19-20.

13. - G.S. BRAR, J.N. CHAND and D.P. THAKUR, 1976 - Fungicidal control of ergot of bajra. Haryana agric. Univ. J. Res., Vol. VI, N°1, pp. 1-5.
14. - Satish Chandra PRABHU, K.M. SAFEEULLA and H. SHEKARA SHETTY, 1983 - Tissue culture technique to demonstrate the viability of downy mildew mycelium in pearl millet seeds. Current Science, vol. 52, N° 21, pp. 1027-1029.
15. - H.N. SINGH and Akhtar HUSSAIN, 1977 - Saprophytic production of ergot alkaloids by bajra ergot (*Claviceps fusiformis* LOV.). Ind J. Exp. Biol. Vol 15, pp. 585-586.
16. - M.S.C. PRABHU, P. VENKARASUBBAIAH and K.M. SAFEEULLA, 1984 - Changes in total phenolic contents of sorghum callus resistant and susceptible to downy mildew. Current Science, vol. 53, N°5, pp. 271-273.
17. - T.R. MOGLE and C.D. MAYEE ; 1979 - Evaluation of some biochemical processes of downy mildew resistant pearl millet lines. Res. Bull. Marath. Agric. Univ. 3 (3), pp. 40-42.
18. - R.P. THAKUR, V.P. RAO, and R.J. WILLIAMS, 1983 - The morphology and disease cycle of ergot caused by *Claviceps fusiformis* in pearl millet. Phytopath. vol. 74, N° 2, pp. 201-205.
19. - S.D. SINGH and Al, 1984 - Systemic remissive property of metalaxyl against downy mildew in pearl millet. Plant disease 68(8). 668-670.
20. - S.D. SINGH, R. GOPINATH and M.N. PAWAR, 1985 - Effects of environmental factors on asexual sporulation of pearl millet downy mildew. ICRISAT, Multi-graphié, pages 14.
21. - A. KUMAR and H.C. ARYA, 1978 - Estimation and identification of alkaloids produced by *Claviceps fusiformis* LOV. on some varieties of pearl millet. Current Sci. Vol. 47, N° 17, pp. 633-635.
22. - E.J. GUTHRIE ; 1983 - Report on technical visits during home leave 1983. ICRISAT, multigraphie, pages 5.
23. - E.J. GUTHRIE, 1983 - Annual report 1982 - Plant Pathology. ICRISAT, multigraphie, pages 7.
24. - J. WILLINGALE, 1985 -- Host infestation by *Claviceps fusiformis*. ICRISAT, multigraphie, page 1.

25. - K.V. SUBBA RAO and R.P. THAKUR - 1983 - *Tolysporium penicillariae*, the causal agent of pearl millet smut. Trans. Br. Mycol. Soc. 81 (3), pp. 597-603.
26. - M.N. PAWAR and R.J. WILLIAMS, 1979 - A rapid technique for the detection of fungal mycelium in pearl millet seeds. SMIC, ICRISAT Library.
27. - H.S. SHETTY, Paul NEERGAARD and S.B. MATHUR, 1977 - Demonstration of seed transmission of downy mildew or green ear disease *Sclerospora graminicola*, in pearl millet, *Pennisetum typhoides*. Proc. Ind. natn. Sci. Acad. Vol. 43, Part B, N° 6, pp. 201-206.
28. M.N. VENUGOPAL and K.M. SAF'EEULLA, 1978 - Chemical control of the downy mildews of pearl millet, sorghum and maize. Ind. J. Agric. Sci. 48(9) : 537-9.
29. - Rasheed AHMAD, SHETTY H.S. and SAF'EEULLA K.M. Agric - Existence of pathogenic races in *Sclerospora graminicola* (SACC.) Schroet. pearl millet (*P. typhoides* S. and H.). SMIC-ICRISAT, Library, page 1.
30. - D.P. THAKUR and Z.S. KANWAR, 1977 - Internal seed borne infection and heat therapy in relation to downy mildew of *Pennisetum typhoides* Stapf. and Hubb. Science and culture, vol. 43, N° 10, 432-434.
31. - H.S. SHETTY and Al., 1977 - Procedures for detecting seed-borne inoculum of *Sclerospora graminicola* in pearl millet (*Pennisetum typhoides*). Seed Sci. and Technol, 6, 9X-941.
32. - R.J. WILLIAMS, S.D. SINGH, and R.P. THAKUR, 1977 -- Rating scales and standard drawings for incidence and severity assessment of pearl millet diseases. 1. downy mildew, ergot and smut. SMIC-ICRISAT, Library, pages. 9.
33. - M.I. STEBLYUK, 1977 - Vitavax and benlate in the control of millet smut (uK). SMIC-ICRISAT, Library, pages 3.
34. - D.J. ANDREWS and R.J. WILLIAMS, 1976 - Progress in breeding resistance to downy mildew and ergot in pearl millet. SMIC-ICRISAT, Library, pages 20.
35. - M.R. SIDDIQUI and Ashok GAUR, 1977 - Role of seed, soil and oosporic material in the development of bajra downy mildew. Indian Phytop, vol. 31, pp. 409-414.
36. - B.B. MORE and Al. 1980 - Chemical control. of downy mildew of pearl millet. Pesticides, 14(11) : 18-19.

37. - S.P. YADAV, 1979 - Note on secondary infection of downy mildew in pearl millet. Current Science Vol. XLVIII, N°2, pp. 70-71.
38. - S.D. SINGH and R.J. WILLIAMS, 1979 - A study of the host range of *Sclerospora graminicola*. SMIC-ICRISAT Library.
39. - N.V. SUNDARAM and S.N. GURHA, 1977 - Note on a rapid method for germination of oospore of *Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHROET.). the causal agent of pearl millet downy mildew. Ind. J. Agric. Sci. 47(3) : 165-9.
40. - D.P. THAKUR and Z.S. KANWAR, 1977 - Reducing downy mildew (*Sclerospora graminicola*) of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) by fungicidal seed and soil treatments. Pesticides, vol. II, N°9, pp. 53-54.
41. - D.P. THAKUR, Z.S. KANWAR and S.K. MAHESHWARI, 1978 - Effects of downy mildew/ Green ear disease (*Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHROET.) on yield and other plant characters of bajra (*Pennisetum typhoides* S and H). Haryana hgric. J. Res. Vol. III, N° 2, pp. 82-85.
42. - S.P. WANI and P.V. RAI, 1979 - Nature of Sq-toxin (*S. graminicola*) and its role in symptom causation. Current Science vol. 48, N° 19, pp. 784-786.
43. - R.J. WILLIAMS, and S.D. SINGH, 1979 - West african pearl millet lines show stable resistant to *Sclerospora graminicola*. ICRISAT, SMIC, page 1.
44. - C. SUBBA REDDI, 1973 - A preliminary study of sporangial population of (*Sclerospora graminicola*) in the air over a bajra field. C.M. Bot. Rev. 23 : 157-159.
45. - hlaka PANDE, 1972 - Germination of oospores in *Sclerospora graminicola*. Mycologia, vol. 64, pp. 426-430.
46. - V.N. PATHAK and R.K. SHARMA, 1975 - Method of inoculation of *Pennisetum typhoides* with *Tolysposparium penicullariae* and evaluation of germplasm for smut resistance. S.K.N. College of hgric. Jobner (Raj.), pp.102.
47. - hsha KHANNA and Al,, 1971 - Teliospore morphology of some smut fungi. III. Ustilago nuda. Div. of Myc. and plant pathol. IARI. New. Dlhi-12, pp.482-486.
48. - V.N. PATHAK and S.C. GAUR, 1975 - Chemical control of pearl millet smut. Plant Disease, Reporter, vol.59, N°7, pp. 537-538.

49. - T.P. BHOWMIK and N.V. SUNDARAM, 1971 - Control of pearl millet smut with systemic fungicides. Plant Disease Reporter Vol. 55, N° 1, pp. 87-88.
50. - T.P. BHOWMIK, and Al., 1976 - Effect of nitrogen doses on the incidence of pearl millet smut. Indian J. Agric. Sci. 46 (11) : 528-530.
51. - B.L. MATHUR, G. SINGH and R.B.L. GUPTA, 1971 - Effect of fungicides on smut (*T. pennicillariae*) and seed mycoflora of pearl millet. Plant Pathology Lab. Durgapura (Rajasthan) vol. 14., N°1, pp. 14-16.
52. - RAJENDA K., GROVER and D. SURYANARAYANA - Effect of fungicidal treatments of microflora of seeds of bajra during storage. Depart. of Botany and Plant Pathol. Punjab Agric. Univ. Ludhiana/HISSAR, pp : 547-552.
53. - S.B. BHATTACHARYA and K.C. BASU CHAUDHARY, Seed mycoflora of bajra and their control. Indian Science Congress Association Proc. 58/3(10)7 : 779.
54. - D.P. THAKUR and Z.S. KANWAR, 1977 - Recent investigations on major disease of pearl millet in India. ICRISAT, pages 3.
55. - S.K. MATHUR and S. SINHA, 1978 - Effect of fungal metabolites on seed viability and seedling vigour of bajra (*Pennisetum typhoides*). Seed Research, vol.6 (2) pp. 181-187.
56. - R.J. WILLIAMS, 1979 - Position paper on seed transmission of some graminaceous downy mildews. Multigraphié pages 30.
57. - K.R. KRISHMA, 1985 - Différentes fiches techniques sur les mycorhises. multigraphié, pages 10.
58. - R.P. THAKUR, RAO and K.V.S. RAO, 1982 - Report of work on ergot and smut June 1981 to December 1982. ICRISAT, pages 105.
59. - S.D. SINGH, P.M. REDDY and R. GOPINATH, 1981 - Report of work on downy mildew and rust June 1980 to December 1981.
60. - ICRISAT (1984) - Report of the 1983 IPMSN. ICRISAT, Patancheru, pages 23.
61. - ICRISAT (1981) - Report of the 1980 pearl millet downy mildew differential trial. , RISAT, Patancheru, pages 13.
62. - ICRISAT (1983) - Millet Bibliography 1977-80. ICRISAT-Sorghum and millets info. cent. , pages 226.

63. - R.J. WILLIAMS, 1984 - Downy Mildews of Tropical Cereals. Adv. in Plant Pathology - Vol, pages 103.
64. - R.P. THAKUR, K.V. SUBBA RAO, R.J. WILLIAMS, 1983 - Effects of pollination on smut development in pearl millet. Plant Pathology, 32, 141-144.
65. - K.V. Subba RAO and R.P. THAKUR, 1983 - (*Tolysposporium penicillariae*) the causal agent of pearl millet smut. Trans. Br. mycol. Soc. 81 (3), 597-603.
66. - Department of Applied Botany (Mysore, India) - Research Highlights (Downy mildews and seed technology) 1976-1983. University of Mysore and Central Food Techn. Res. Inst, pages 60.
67. - ICRISAT (1982) - ICRISAT Research Highlights 1982.
68. - A. GOPINATH, H. SHEKAR SHETTY and K.M. SAFEEULLA - 1984 - Infection and establishment of *Fusarium moniliforme* in sorghum seedlings. Indian Phytopath., vol. 37, N°1, pp. 132-136.
69. - H.S. PRAKASH and H.S. SHETTY, 1981 - Influence of storage temperature on sclerotial germination of: *Claviceps fusiformis*. Current Science, vol 50, pp. 870-871.
70. - K.A. RAVEESHA, S. SUB RAMANYA and H.S. SHETTY, 1984 - Fungal infection of pearl seeds through colonisation of persistent antherbobs - a hitherts un-recorded aspect. Current Science vol. 53, N° 7, pp. 381-383.
71. S.S. BHAT and K.M. SAFEEULLA, 1980 - Growth of *Sclerospora graminicola* in host tissue cultures. Trans. Br. mycol. Soc. 75 (2) pp. 303-309.
72. - S. SUBRAMANYA, K.M. SAFEEULLA and H.S. SHETTY, 1980 - Carpel infection and establishment of downy mildew mycelium in pearl millet seeds. Proc. Indian Acad. Sci., vol. 90, pp. 99-106.
73. - A. GOPINATH and H.S. SHETTY, 1984 - A new method to detect *Fusarium* species in sorghum seeds. Current Science, vol. 53, N°10, pp. 534 - 535.
74. - H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1981 - Effect of some environmental factors on the asexual phase of *Peronosclerospora sorghi*. Proc. Indian Acad. Sci. vol. 90, N°1, pp. 45-51.
75. - M.N. VENUGOPAL and K.M. SAFEEULLA, 1978 - Chemical control of the downy mildews of pearl millet, sorghum and maize. Indian J. Agric. Sci : 48 (9) : 537-539.

76. ▪ H.S. SHETTY, S.B. MATHUR, Paul. NEERGAARD and K.M. SAFEEULLA, 1982 - Drechslera setariae in indian pearl millet seeds, its seed-borne nature, transmission and significance. Trans. Br. Myc. SOC. 78 (1).
77. ▪ C.R. RAMESH and K.M. SAFEEULLA, 1983 - Role of sporangia of Sclerospora graminicola in causing pearl millet flower infection. Indian J. Agric. Sci. 53 (12), pp. 1081-1084.
78. ▪ S. RAGHAVENDRA and K.M. SAFEEULLA, 1977 - oospore germination and viability studies in Sclerophthora macrospora. KAVAKA 5 : 65-67.
79. ▪ H.S. PRAKASH, H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1980 - Histology of carpel infection by Claviceps fusiformis in pearl millet. Proc. Indian natn. Sci.. Acad. B46, N°5, pp. 708-712.
80. - s. SUBRAMANYA, H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1983-Pearl millet downy mildew Biology of systemic infection by zoospores. Proc. Indian B49, pp.385-394.
81. ▪ S. SUBRAMANYA and Al, 1982 - Importance of sporangia in the epidemiology of downy mildew of pearl millet. Proc. Indian natn. Sci. Acad. N°6, pp. 824-833.
82. ▪ M.S.C. PRABHU and Al, 1984 - Detection of seed-borne inoculum of Peronosclerospora sorghi in sorghum. Phytopath. Z. 111, pp. 174-178.
83. - B. MURALIDHARA Rao, H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1984 - Production of Peronosclerospora sorghi on the seed-borne nature of the fungus. Indian Phytopath. 37 (2), pp. 278-283.
84. - H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1981 - Factors affecting infection by Peronosclerospora sorghi on sorghum. Proc. Indian Acad. Sci. (Plan Sci), vol, 90, Number 5., pp. 465-470.
85. - H.S. PRAKASH, H.S. SHETTY and K.M. SAFEEULLA, 1983 - Germination and nuclear behaviour of sexual and asexual propaules of Claviceps fusiformis. Trans. Br. mycol. Soc. 81 (1), pp. 65-69.
86. - BHAGYALAKSHMI PRASAD, M. SATISHCHANDRA PRABHU and C. SHANTLAMMA, 1984 - Regeneration of downy mildew resistant plants from infected tissues of pearl millet Pennisetum americanum cultured in vitro. Current Science 53, N° 15, pp. 816-817.

- 87 - G. ALAGARSWAMY, F.R. BIDINGER, 1984 - Nitrogen uptake and utilization by pearl millet (*P. americanum* (L) LECKE) - ICRISAT - pp. 1-9.
88. - N. SEETHARAMA and Al., 1984 - Response of sorghum and pearl millet to drought stress in semi-arid India. ICRISAT, pp. 159-173.
89. - P. SOMAN, J.M. PEACOCK and F.R. BIDINGER, 1984 - A field technique to screen seedling emergence of pearl millet and sorghum through soil crusts. Expl. Agric. Vol. 20, pp. 327-334.
90. - F.R. BIDINGER and Al., - Improvement of drought resistance in pearl millet. ICRISAT, pp. 17.