



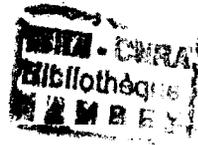
REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SECRETARIAT D'ETAT A LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

INSTITUT SENEGALAIS  
DE RECHERCHES AGRICOLES

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES  
AGRONOMIQUES  
BAMBEY



Collection : **ÉTUDES TECHNIQUES** DU C.N.R.A.

( DFM/KND )

DOCUMENT N. 82/106

NOVEMBRE 1982

*MISE AU POINT D'UN DISPOSITIF EXPERIMENTAL  
DE CRIBLAGE DE VARIETES DE MIL POUR LA  
RESISTANCE AU MILDIOU*

PAR

**D. F. MBAYE**

PHYTOPATHOLOGISTE ISRA-CNRA BAMBEY

CN0100863  
H220  
MBAYE

# MISE AU POINT D'UN DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE CRIBLAGE DE VARIETES DE MIL POUR LA RESISTANCE AU MILDIOU

## INTRODUCTION :

Le mildiou, dont l'agent **pathogène** est **Sclerosporagraminicola (Sacc)** Schroet, est une des contraintes majeures de la production du mil (**Pennisetum typhoides, Stapf and Hubb**) en Afrique et en Inde. Faute d'avoir des méthodes de lutte chimique **efficaces**, économique et rentables et **n'ayant** aucun risque pour toutes les composantes de la **biosphère d'une** part, et compte tenu du bas niveau de production du mil dans le monde rural **sénégalais**, d'autre part, ainsi la mise au point de méthode de lutte **génétique**, c'est-à-dire la **création de variétés résistantes au mildiou s'avère être une priorité**. Mais au préalable, il faut être capable d'identifier des sources de **résistance** et cela suppose la **maîtrise** de techniques permettant d'une part une **confrontation** adéquate de la **plante-hôte** et du **parasite**, d'autre part, d'avoir des résultats **fiables**, facilement reproductibles à tout moment voulu.

Plusieurs techniques de screening de la **résistance des variétés** de mil au mildiou ont été testées, parmi lesquelles la **technique de l'implantation du matériel biologique dans un "sick-plot"**. Mais cette dernière présentant plusieurs **inconvenients** (3).

Par ailleurs, le rôle prépondérant des **zoospores** dans l'épidémiologie du mildiou du mil n'est plus à démontrer. Mais selon Sing et Williams (1980), cette **épidémiologie** provoquée par les zoospores ne peut se faire que sous conditions de forte humidité.

Ainsi la mise au point de technique d'inoculation artificielle du mildiou utilisant autant que faire se peut le **pouvoir infectueux des zoospores**, garde en voie de nos jours une **importance** toute **actuelle**. A l'ICRISAT (en Inde) on a mis au point une technique d'inoculation artificielle basée sur le pouvoir infectueux de **zoospores**(3). Nous avons pensé reprendre cette technique en l'adaptant à nos conditions de travail et de milieu.

## I - PRINCIPES DE L'EXPERIMENTATION

Le principe consiste à cribler le **matériel végétal** en utilisant le pouvoir infectueux des **zoospores**. Pour cela on "importe" l'**inoculum** initial (en fructifiant des **zoospores** sur des variétés de mil très sensibles semées dans des **pots au laboratoire** ; ces pots sont transportés dans des parcelles d'essai pour favoriser le développement et la **propagation** uniforme de l'**inoculum** à travers les parcelles d'essai (en assurant une forte **humidité** par l'installation d'un système d'irrigation par les **brumisseurs**).

## II - MATERIEL ET METHODE

### 2.1. Infestateurs primaires

Les graines d'une **variété très sensible (72 TM)** sont **semées** dans des pots **contenant** de la terre. On **ajoute** de l'**inoculum dans** des **poquets** (feuilles **infestées** récoltées au champ, **séchées** et transformées en fine poudre), Deux semaines **après** l'inoculation, on obtient un **bon niveau d'infestation** par le mildiou et les pots **sont** transportés sur les **parcelles** d'essai.

### 2.2. Lignes infestantes

Des graines d'un **mélange** composé de **50 %** de **NHB-3** et de **50 %** de **IBV 8117 (72 TM)** sont semées **en** lignes infestantes. Quand les jeunes pousses émergent de la terre, les pots d'"**infestateurs primaires**" (cf. 2.1.) sont placés le long des lignes infestantes à **5 m** d'intervalle entre eux. Une irrigation avec les brumisseurs **effectuée** tard le **soir**, pendant **30 minutes tous les 2 jours**, assure une bonne **sporulation** des **zoospores** sur les "**infestateurs primaires**". Les sporocystes ( et leurs **zoospores**) ainsi produits envahissent les lignes infestantes et au bout de trois (**3**) semaines, **près de 40 %** des plantes sont attaquées par le mildiou . Les thalles **qui** ne sont pas **contaminés** sont **éliminés** afin d'augmenter le nombre de thalles **attaqués**. Les lignes infestantes sont **placées** de deux façons selon le dispositif : **parallèlement** et perpendiculairement aux lignes - tests.

### 2.3. Lignes-tests et lignes-témoins de sensibilité

Les lignes-tests (**matériel à cribler** pour la résistance au mildiou : 3 variétés : **IBV 8001, Souma III et 7042**) sont **semées** quand le développement de la maladie sur les lignes **infestantes** atteint **40 - 50 %**. En **même** temps que les lignes-tests, on sème aussi les lignes-témoins de sensibilité (**Tif 239 D<sub>2</sub> B<sub>2</sub>**) afin de matérialiser la manifestation **réelle** de la pression de l'inoculum dans les conditions **d'expérimentation**.

### 2.4. Irrigation

Deux formes d'irrigation ont **été établies** :

1°) Pour assurer l'humidité. **nécessaire** au développement du mil, on irrigue pendant **3 heures deux fois** par semaine jusqu'à la phase reproductive. **Pour** ne pas perturber la fécondation, **dès** la floraison femelle, on applique une seule forte dose. Cette irrigation s'effectue avec les **sprinklers**.

2°) Pour assurer le développement du mildiou, on irrigue **2-3 fois** par semaine avec un **système** d'irrigation avec les brumisseurs qui est **installé** à travers la **parcelle** de criblage et qui comprend des **rampes** en **polyéthylène** (**Ø 19 x 25**) sur lesquelles sont fixés des **brumisseurs espacés** entre eux d'un **mètre (1 m)**. L'**arrosage** s'effectue tard le soir pendant **1 heure**. Les **rampes** sont **espacées** entre elles d'un **mètre**.

### III - SITE ET CONDITIONS D'EXPERIMENTATION

Précédent **cultural** : jachère ; **fumure** : 150 kg/ha de 10-21-21 pendant la préparation du sol, 112 kg/ha de sulfate d'ammonium au **démarrage** ; 112 kg/ha de sulfate d'ammonium à la montaison ; **démariage** : 8 un plant/-poquet 10 jours après levée ; binage : à la demande ; écartement : 60 x 30 cm ; barrière de **résistance** : **Souna III semée** en temps que les lignes infestantes ; **localité** : Bambey (jardin botanique du CNRA de Bambey).

L'**expérience** a eu lieu pendant la contre saison (avril - juin) 1982. La **température** moyenne pendant cette période était de 27,78° C au mois d'avril, 28,19° C au moins de mai et 29,91° C au moins de juin. L'**humidité** relative moyenne de l'air était de 45,1 % et 54,2 % pour les mois de mai et de juin respectivement.

### IV - DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

#### 4.1 Dispositif A

Ici les lignes infestantes sont placées **parallèlement** aux lignes-tests. Ce dispositif permet de **créer** une pression de zoospores suffisante pour l'infection, **uniformément** répartie à travers toutes les parcelles.

##### 4.1.1. Articulation dans une répétition

Chaque **répétition** comprend 3 (trois) parcelles **élémentaires** (3 variétés : **Souna III**, **IBV 8001** et 7042). Chaque parcelle **élémentaire** est composée de 2 lignes-tests entre lesquelles est semée une **ligne-témoin** de **sensibilité**. **Parallèlement** aux lignes-tests, on sème des lignes infestantes (25 % de l'ensemble des lignes, soit au total 2 lignes infestantes **par** répétition].

##### 4.1.2. Articulation globale

L'essai comprend deux (2) **répétitions séparées** entre elles par une **allée**. L'essai est bordé tout au tour **par** une barrière de **résistance** (**Souna III**). L'essai est séparé de cette **barrière** par une allée

#### 4.2. Dispositif B

Ici les lignes infestantes sont placées perpendiculairement aux lignes-tests. Ce dispositif permet de **connaître** d'une part, le mode et la distance de propagation du mildiou et **d'autre** part, l'effet de la **variété** sur cette propagation.

##### 4.2.1. Articulation dans une répétition

Chaque **répétition** comprend 3 parcelles **élémentaires** (3 variétés de sensibilité **différente** vis-à-vis du mildiou : **Souna III**, 7042 et **XBV 8001**) semées en double ligne.

Ces parcelles **élémentaires** sont **séparées** entre elles par une **ligne-témoin** de sensibilité (Tif 239 **D<sub>2</sub> B<sub>2</sub>**). Perpendiculairement aux lignes-tests, du **côté** d'où souffre **généralement** le vent, on sème une bande **infestante** composée de **cinq** lignes sur **toute** la largeur de la **répétition**.

#### 4.2.2. Articulation globale

L'essai comprend 2 **répétitions** séparées entre elles par une **allée**. L'essai est bordé par une **barrière** protectrice **constituée** de Sounn III. L'essai est séparé de cette **barrière** par une allée

#### 5. Travaux effectués

Un suivi du comportement de la **plante-hôte** a été effectué durant toute la durée du cycle du mil. **Les hôtes précocement attaqués** sont **matérialisés** par un **piquet rouge** **apposé** au **30<sup>e</sup> jour après** semis pour **pouvoir** les comptabiliser dans la notation finale.

Des observations et notations ont été effectuées durant différentes phases de **développement** de la plante. Un suivi des autres maladies a **été** fait au cours de **végétation** du mil.

#### 6. Résultats et discussions

##### 6.1. Préliminaire

L'aptitude des **variétés à contrôler** le mildiou est **appréciée** par l'**incidence (I)** (pourcentage de plants malades quelque soit le degré de gravité de la maladie) et par la **sévérité (S)** (qui exprime la **gravité** de la maladie). Les relations permettant l'évaluation de ces paramètres sont les suivantes :

$$I = \frac{\text{Total des plants malades}}{\text{total des plants observés}} \times 100$$

$$S = \frac{\sum_{i=1}^6 (x_i - 1) \cdot x_{yi}}{\left[ E(x_i) - 1 \right]} \times 100$$

ou

$x_i$  désigne les **catégories** de l'échelle d'appréciation :  $x_i = 1, 2, \dots, 6$

$Y_i$  désigne le nombre de plants entrant dans la **catégorie**  $x_i$

$E(x_i)$  **désigne** l'étendue de l'échelle, soit 6 dans notre cas.

$N$  désigne le nombre total de plants **observés** (= sains + malades)

L'**échelle d'appréciation** de la **gravité** de la maladie au niveau d'un plant est consignée dans l'index.

##### 6.2. Expression numérique et discussion

###### 6.2.1. Expression numérique (cf. tableau 1, 2, 3)

###### 6.2.2. Discussion

Au moment de la première observation

très sensibles (7042 et Tif 239 d<sub>2</sub> b<sub>2</sub>) ont été attaquées, Les variétés comme le Souna II et IBV 8001 étaient indemnes à ce stade de développement du mil. Ce phénomène est observé quelque soit le dispositif expérimental considéré.

Pur ailleurs, on constate beaucoup plus de pieds malades chez la variété 7042 que chez le témoin de sensibilité (Tif 239 d<sub>2</sub> b<sub>2</sub>) et ce quelque soit le dispositif.

Par contre, à la deuxième observation (stade maturité), nous constatons que toutes les entrées ont été attaquées par le mildiou. Cependant les indices d'incidence (nombre de pieds) et de sévérité (niveau d'infestation) présentent des différences en fonction des entrées.

N'ayant pas eu le loisir de procéder à des recherches précises quant

**TABLEAU 1** : Incidence du mildiou au moment du tallage du mil (phase végétative).

**DISPOSITIF A**

Paramètres Variétés	Nbre de plantes observées	Nbre de plantes malades	Incidence (%)	
			Moyenne	Variation
Souna XII	87	0	0	..
IBV 8001	137	0	0	-
7042	83	48	57,83	37-83
TIF 239	164	79	48,17	13-91

**DISPOSITIF B**

Souna III	29	0	0	
IBV 8001	69	0	0	-
7042	25	3	20	0-100
TIF 239	46	1	2,17	0-10

**TARLEAU 2** : Incidence et **sévérité** du mildiou au stade montaison du mil (phase **végétative**).

## DISPOSITIF A

Paramètres Variétés	Nbre de plantes comptés	Incidence %		Sévérité %	
		Moyenne	Variation	Moyenne	Variation
SOUNA III	87	11,77	5-71	12,68	5-24
IBV 8001	137	11,77	8-18	2,18	1-4
7042	83	87,87	71-96	52,00	28-68
TIF 239d <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	164	99,42	96-100	49,57	34-78

## DISPOSITIF B

SOUNA III	29	19,17	0-40	4,67	0-8
IBV 8001	69	11,88	0-25	2,97	0-6
7042	25	54,45	51-100	43,40	25-80
TIF 239 d <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	46	67,5	40-100	33,28	12-58

TABLEAU 3 : Incidence et sévérité du mildiou au stade maturité du mil  
(phase reproductive),

## DISPOSITIF A

Paramètres Variétés	Nbre de plantes observés	Incidence (%)		Sévérité (%)	
		Moyenne	Variation	Moyenne	Variation
SOUNA III	84	13,33	0-38	8,48	0-22
IBV 8001	134	1,41	0-3	0,28	0-1
7042	83	63,01	29-78	27,6	7-47
TIF 239 d <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	160	73,52	44-100	43,21	19-75

## DISPOSITIF B

SOUNA III	25	16,58	10-29	4,15	2-7
IBV 8001	60	5,64	5-6	1,41	1-2
7042	25	33,33	33-50	15	10-20
TIF 239 d <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	45	53,60	29-92	19,6	10-31

aux mécanismes régissant ce retard **d'infestation**, nous nous bornerons à **émettre** quelques hypothèses **plausibles**,: le retard observé serait cause par soit que les **entrées** sont **infestées** à des phases **différentes**, soit que les zoospores produites sur les infesteurs primaires (**variétés** très sensibles) **n'étaient** pas en quantité suffisante au début de la végétation du mil, pour infester les hôtes moins sensibles. Cette dernière hypothèse est en accord avec les résultats obtenus par **SY** (1978) qui avait mis en évidence d'une part, que la teneur en oospores est plus élevée pour une poudre issue d'un **hôte** moyennement sensible, d'autre part qu'à concentration **égale**, l'**inoculum** oospore issue d'un hôte moyennement sensible **E 683 B** est plus efficace que celui provenant d'un **hôte** hautement sensible.

**Corrélativement** le **démarrage** ultérieur de l'infestation des **entrées** moins sensibles s'expliquerait par abstraction faite des autres mécanismes soit que ces dernières ont atteint leur phase de sensibilité, soit que **la** quantité de **zoospores** produites par les pieds malades (**en** nombre de plus en plus grands) a atteint des proportions optimales pour l'infestation des entrées moins sensibles, D'autre part, on remarque que la **sévérité** des attaques pour toutes les lignes, au cours du cycle du mil, est plus importante dans le dispositif A que dans le dispositif **B**. Le **phénomène** semble être **lié** à la concentration de l'inoculum dans la parcelle,

Pour les variétés **Souna III** et **IBV 8001**, **malgré** un nombre de chandelles attaquées plus grand dans le dispositif **B**, l'**indice** de **sévérité** est moins important que dans le dispositif A, Sans préjuger d'autres **explications possibles**, Le **phénomène** pourrait s'expliquer par cette **infestation** tardive des chandelles serait localisée, donc moins grave que celle **précoce** et systémique **observée** dans le dispositif A. Enfin, dans le dispositif B, on remarque que certains plants situés au bout des lignes étaient aussi sévèrement attaqués que ceux se situant près de la bande infestante, et ceci pour toutes les variétés. Etant incapables, pour le moment, d'empêcher une éventuelle attaque due aux oospores contenues dans le sol (**qui** semble **être** infesté naturellement en permanence (**2**) ou éventuellement dans les semences car ne disposant pas de produits chimiques capables d'éradiquer cette infection primaire, et **compte** tenu des risques de tomber dans des **considérations scientifique-**ment peu **rigoureuses**, nous nous en arrêterons à la constatation du phénomène.

Toutefois pour la compréhension des résultats obtenus dans les **essais**, il faudra tenir compte de l'**effet** tampon imputable à l'**inoculum** primaire **inhérent** au site **expérimental**, qui tend à masquer l'**effet** de l'infection par les **zoospores**. Cependant, cette considération est **peu** importante car ce qui nous importe est plus la réaction génétique de la **variété** (sensible ou non au mildiou) que la structure **contaminante** (oospores ou zoospores) qui provoque l'infection.

CONCLUSIONS :

Il ressort de cette étude que :

1) Cette technique d'inoculation artificielle,

**adaptée** à nos conditions agrobioclimatiques et financières, permet de faire aussi un criblage efficace des **différentes** variétés de mil vis-à-vis du mildiou. Cet outil inestimable pour les sélectionneurs **présente** beaucoup d'avantages par rapport aux autres **méthodes** de "screening" (voir travaux de WILLIAMS et SINGH, 1981). Cependant, l'efficacité de ce dispositif dépend de **l'exécution** correcte de **toutes** les opérations et surtout de l'irrigation avec les brumisseurs qui doit s'effectuer le plus souvent possible et tard le soir.

2) Le dispositif A est beaucoup plus efficace que le dispositif B car il permet une **pression d'inoculum** beaucoup plus forte et une meilleure répartition de cet **inoculum** à travers les parcelles d'essai ce qui permet d'avoir des **résultats** plus fiables.

3) **A l'avenir**, nous devrions étudier le **comportement** des différentes variétés vis-à-vis du mildiou dans les **différentes** phases de leur **développement** et ceci dans le but de mieux **circonscrire** des différences (si elles existent) de phase de sensibilité : de plus, il eut été aussi très enrichissant de **déterminer** la **ou les** doses optimales **pour** assurer l'infection adéquate du mil, Ces études fondamentales que nous devrions envisager de façon prospective, aideront **sûrement** à mieux maîtriser les différents facteurs dont **dépend l'infectation** du mildiou et **à améliorer** le présent dispositif.

4) L'installation de ce dispositif et la collecte des données fournies par ce dispositif **requièrent** un certain nombre de moyens **financiers** et humains sans lesquels, il est pratiquement impossible de faire quoi que ce soit. C'est **pourquoi** à l'avenir il faudra envisager l'acquisition de ces moyens.

REMARQUES : En attendant des améliorations possibles de ce dispositif de screening ce dernier peut être **déjà** mis au profit des sélectionneurs pour tester leurs **variétés** pendant la campagne agricole à venir,

BIBLIOGRAPHIE.

1. SINGH, S.D. and WILLIAMS R.J., 1980 - The role of sporangia in the epidemiology of pearl millet downy mildew *Phytopathology* 70 : 1183 - 1190.
2. SY, A.A., 1978 - Recherche sur le mildew du mil (*S. graminicola*) Résultats de la campagne agricole 1977. CNRA (ISRA)
3. WILLIAMS R.J., SINGH S.D., and PAWAR M.N., 1981 - An improved field screening technique for downy mildew resistance in pearl millet plant disease 65 : 239 -- 241.

## ANNEXES

ECHELLE DE NOTATION DE LA SEVERITE DU MILDIU (D'APRES SY A.A., 1978)

CATEGORIES	PHASE VEGETATIVE	PHASE REPRODUCTIVE
1	Absence de symptômes perceptibles	Absence de symptômes perceptibles
2	1 ou plusieurs talles axillaires attaquées	Une ou plusieurs chandelles axillaires attaquées
3	Talles principales attaquées dans une proportion inférieure ou égale à 5 %	Chandelles principales attaquées dans une proportion inférieure ou égale à 5 %
4	Talles principales attaquées dans une proportion supérieure à 5 % mais inférieure ou égale à 25 %	Chandelles principales attaquées dans une proportion supérieure à 5 % mais inférieure ou égale à 25 %
5	Talles principales attaquées dans une proportion supérieure à 25 % mais inférieure ou égale à 50 %	Chandelles principales attaquées dans une proportion supérieure à 25 % mais inférieure ou égale à 50 %
6	Talles principales attaquées dans une proportion supérieure à 50 % ou totalement détruites	Chandelles principales attaquées dans une proportion supérieure à 50 % ou totalement absentes