



INSTITUT SENEGALAIS  
DE  
RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHES  
SUR  
LES PRODUCTIONS VEGETALES

CN0101159  
H220  
TLBA

Ref .

Objet :

**RECHERCHES SUR LA RESISTANCE VARIETALE DU MIL AUX  
MALADIES AU SENEGAL**

par

Demba Farba MBAYE

Phytopathologiste ISRA-CNRA de Bambey

*(Rapport présenté à l'Atelier International du mil  
à Hyderabad, Inde du 7 au 11 Avril 1986)*

MARS 1986

## INTRODUCTION

Le mil est une des céréales les plus importantes en Afrique de l'Ouest et aux Indes. Au Sénégal, sa culture occupe généralement le 1/4 des surfaces cultivées et est répartie dans pratiquement toutes les zones climatiques du pays. Mais les rendements à l'hectare restent faibles. Parmi les causes de ce faible rendement, il faut citer les dégâts causés par les maladies.

Au Sénégal, les trois principales maladies du mil sont : le mildiou (Sclerospora graminicola (Sacc.) Schroet), le charbon (Tolyposporium penicillariae Bref) et l'ergot (Claviceps fusiformis Lov.). Les autres maladies comme la rouille, la pyriculariose, les tâches zonées, etc... ne semblent causer que des dégâts limités. C'est pour cette raison, que seules les recherches sur les trois principales maladies ont retenu notre attention.

Du côté du bas niveau de productivité d.u mil en champ paysan d'une part et faute d'avoir une méthode de lutte économiquement rentable, et ne présentant aucun risque aux composantes de la biosphère d'autre part, le programme de la Pathologie du mil. est actuellement orienté vers la création ou amélioration variétales pour la résistance aux maladies comme méthode prioritaire de lutte.

A cet effet, la stratégie globale suivie a été définie comme suit :

- 1°) identification des sources de résistance ;
- 2°) analyse de la nature des résistances ;
- 3°) étude du (ou des) mécanismes régissant les résistances ;
- 4°) étude de la stabilité des résistances ;
- 5°) utilisation des résistances en sélection ;
- 6°) étude des problèmes techniques et économiques posés par l'application de cette méthode.

Cependant, nous restons convaincus que pour avoir un système de protection du mil fiable, il faut un système intégré, associant plusieurs méthodes de lutte judicieusement choisies.

Dans le cadre des recherches sur la résistance variétale du mil aux maladies depuis 1983, les axes de recherche suivants ont été menés :

- 1°) études sur la biologie et épidémiologie des pathogènes ;
- 2°) mise au point de techniques d'inoculation ;
- 3°) identification des sources de résistance.

## 1 - MILDIOL

Plusieurs techniques de screening de la résistance des variétés de mil au mildiou ont été testées. A l'ICRI SAT (en Inde), on a mis au point une technique d'inoculation artificielle en grande échelle, basée sur le pouvoir infectieux des zoospores et nous avons retenu cette technique en l'adaptant à nos conditions de travail et de milieu. Mais auparavant, nous avons effectué quelques expérimentations qui nous ont permis de mieux maîtriser cette technique. Ces travaux ont porté sur la biologie et l'épidémiologie de l'agent pathogène. Les résultats ont montré que :

1°) Les températures comprises entre 10° et 35°C sont celles qui permettent la sporulation (15-35°C), l'infection (10-35°C) et le développement du mildiou (15-30°C). Ces températures correspondent à celles nocturnes pendant l'hivernage à Bambej ;

2°) L'humidité, par contre, doit être élevée (90-100 %) pour permettre l'achèvement de la phase externe de la sporulation (production de sporangiophores et des sporanges à travers les stomates) ;

3°) La lumière n'inhibe pas la sporulation et l'infection de S. graminicola, contrairement aux résultats de Yeston, W.H. Jr. (1924).

4°) Plus les plantules sont jeunes (plantules de longueur comprise entre 0,5 et 1 cm), plus elles sont sensibles au mildiou.

Donc, dans les conditions climatiques de Bambej, où les températures du jour peuvent atteindre 40°C et les vents soufflent constamment provoquant l'évaporation de l'eau en quelques heures, pour obtenir des conditions optimales pour une bonne production de sporanges et une bonne infection des plants, il faut, aux jours non pluvieux, irriguer la nuit, surtout quand les plantules sont en phase sensible (Emergence).

Nous avons utilisé le dispositif de criblage pendant 3 ans : 1983, 1984 et 1985 pour tester le matériel des sélectionneurs. En 1983,

nous avons testé 223 entrées appartenant à 8 actions de recherche en 1984, 250 entrées appartenant à 9 actions de recherche et en 1985, 1718 entrées. Les tests ont été effectués dans des conditions climatiques, financières et humaines fort difficiles. Cependant, ils nous ont permis de mettre en évidence un certain matériel fort intéressant du point de vue de résistance au mildiou :

- en 1983, 512 entrées se sont révélées résistantes
- en 1984, 1981 entrées se sont bien comportées
- en 1985, 894 entrées soit 52 % du matériel testé se sont montrés résistants.

## II - CHARBON :

### II-1 - Mise au point de techniques d'inoculation

#### II-1-1 - Etudes préliminaires

Des études sur la biologie et l'obtention de la culture du pathogène ont donné les résultats suivants :

1°) des balles de spores incubées à 30°C sur des lames à concavité placées dans des chambres humides, germent en produisant des promycelia ;

2°) on obtient facilement la culture du pathogène sur le milieu PA (boue de terre-Agar) dans des boîtes de Pétri incubées à 35°C pendant 10 jours.

#### II-1-2 - Test de différentes techniques d'inoculation

Nous avons testé trois techniques d'inoculation du charbon :

1°) Inoculation avec une suspension sporidiale obtenue à partir d'une culture du pathogène sur du P.A.

2°) Inoculation avec une suspension de balles de spores trempées dans de l'eau pendant 24 h.

3°) l'usage de sachets d'autofécondation au stade gonflement.

Les résultats montrent que la première méthode est la meilleure. Mais en fonction de nos possibilités matérielles, financières et humaines, nous avons utilisé l'une ou l'autre méthode durant ces 3 années.

## II-2 - Trialage des variétés du mil vis-à-vis du charbon

Toutes les entrées qui ont été testées vis-à-vis du mildiou, l'ont été aussi vis-à-vis de charbon.

- En 1983, la plupart des entrées des projets des sélectionneurs ont montré des niveaux d'infestation très élevés. Cependant, on a pu isoler quelques entrées intéressantes (ayant moins de 10 % de sévérité) : 91 entrées dans le projet Amélioration de Souma 3, 97 dans le projet Amélioration de IBV 8004 et 4 dans IPMDMN.

- En 1984, 971 entrées parmi 3500 ont montré des indices de sévérité inférieurs ou égaux à 10 %.

- En 1985, sur 1688 entrées testées, 805 soit 48 %, se sont révélées résistantes.

## III - ERCOT

### III-1 - Mise au point de techniques d'inoculation

#### III-1-1 - Etudes de la germination conidiale

Des conidies incubées dans de l'eau dans une lame à concavité à 25°C germent au bout de 12 h 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. Ces conidies sont infectueuses.

Des sclérotas enfouis dans du sol humide germent en produisant des stromas (un capitulum globulaire de couleur brune). Les asques libèrent des ascospores qui sont infectieuses aussi. Les ascospores sont longues, hyalines et non-septées.

L'étude comparée de germination des conidies provenant du miellat frais et des conidies provenant des sclérotas (conidies sur des sclérotas) montre que les premières germent plus rapidement que les dernières.

#### III-1-2 - Test d'inoculation avec une suspension conidiale

Des lignées F<sub>1</sub> inoculées avec une suspension conidiale provenant

de miellat frais ont présenté des indices de sévérité très élevés :

- 41,8 % des entrées ont présenté 21-30 % de sévérité d'ergot
- 21,5 % des entrées ont présenté 11-20 % de sévérité d'ergot
- 14,3 % des entrées ont présenté plus de 30 % de sévérité d'ergot.

### III-2 - Criblage du matériel vis-à-vis de l'ergot

Compte tenu du volume de travail que requiert la technique d'inoculation de l'ergot d'une part et la faiblesse des moyens humains et matériels mis à notre disposition, le criblage du matériel vis-à-vis de l'ergot s'est limité à quelques projets des sélectionneurs et de la coopération internationale pendant les deux premières années. Par contre, en 1985, tout le matériel a été testé vis-à-vis de l'ergot. Plusieurs entrées ont présenté des sévérités inférieures ou égales à 1 %.

### DISCUSSIONS :

Les essais criblage, aussi bien dans leur conception et leur réalisation pratique que des résultats qu'on peut attendre d'eux, nous amènent à nous poser un certain nombre de questions :

1°) Le dispositif expérimental de criblage du mildiou utilise le principe des lignes infectantes qui est basé sur le pouvoir infectueux des zoospores. Donc, les variétés résistantes ou sensibles identifiées le sont vis-à-vis aux zoospores. On peut alors se poser la question à savoir si on obtiendrait les mêmes résultats si on utilisait les oospores comme source d'inoculum. Il serait intéressant voire indispensable de vérifier cette hypothèse pour s'assurer de la fiabilité des résultats obtenus et éviter ainsi toute surprise, sur tout en zone sahélienne où l'infection primaire semble jouer un rôle prépondérant.

Il en est de même pour l'ergot : il est nécessaire de voir si les entrées testées réagissent de la même façon vis-à-vis des micro/macroconidies et des ascospores.

### 2°) A propos des critères d'appréciation du niveau de résistance des variétés vis-a-vis des maladies :

Généralement pour apprécier les réactions des entrées vis-à-vis des maladies, on utilise deux critères : incidence (I) et sévérité (S). Cependant, ces deux indices ne permettent pas de connaître ni la nature,

ni la stabilité du matériel à sélectionner. Pour pallier à cette carence fondamentale, il est important de faire des tests multilocaux du matériel qui s'est avéré intéressant pour apprécier sa stabilité dans le temps et dans l'espace et effectuer des recherches fondamentales sur la nature et l'héritabilité des résistances pour mieux contrôler leur manipulation.

### 3°) Choix de témoin de sensibilité

C'est un point capital pour la fiabilité des résultats. Si le témoin est très sensible, on risque de biaiser les résultats car c'est possible qu'il n'extériorise que l'attaque des races peu virulentes pour les autres variétés. C'est pourquoi nous pensons qu'il faut choisir le témoin de sensibilité parmi les cultivars locaux qui ont perdu leur résistance.

### 4°) Choix des sources de résistance :

Conventuellement, on a classé les variétés selon leur niveau de résistance :

- variétés ne présentant pas de symptômes : variétés indemnes (classe I) ;
- variétés présentant des sévérités inférieures à 5 % = variétés hautement résistantes (classe II) ;
- variétés présentant des sévérités comprises entre 5,1 % et 10 % = variétés résistantes (classe III) ;
- variétés présentant des sévérités comprises entre 10,1 % et 25 % = variétés modérément résistantes ou tolérantes (classe IV) ;
- variétés présentant des sévérités comprises entre 25,1 % et 50 % = variétés sensibles (classe V) ;
- variétés présentant des sévérités supérieures à 50 % = variétés très sensibles (classe VI).

Beaucoup de sélectionneurs, pour choisir des sources de résistance, utilisent le matériel qui est indemne. A notre avis, ce choix peut présenter des risques car la non-présence de maladie peut être la manifestation d'un ou de tous ensembles des phénomènes suivants :

- la variété est immune. C'est un cas peu probable car une immunité totale et absolue n'existe pratiquement pas.
- absence de races physiologiques capables d'infester la plante, donc on est en présence de résistance verticale, qui généralement est instable.

- la plante a "échappé" parce que, soit la pression de l'inoculum n'est pas suffisante, soit les conditions de l'environnement ne sont pas propices pour l'infection.

Sans entrer dans le débat qui oppose les partisans et les détracteurs des notions de "Résistance horizontale" et "Résistance verticale", certaines expériences malheureuses nous appellent à réfléchir :

a) - Cas de NHB3, qui était résistante au début, a connu une chute extraordinaire en Inde et actuellement, elle y est utilisée comme témoin de sensibilité.

b) - Dans nos essais, certaines entrées se sont montrées très sensibles dans certaines localités, mais indemnes dans d'autres et vice-versa\*

En définitive, la question qui est posée ici, revêt un double aspect :

1°) pour quel type de résistance (verticale ou horizontale) on veut sélectionner ?

2°) peut-on utiliser la résistance verticale ou/et la résistance horizontale ?

En tenant compte de ce qui est dit en haut, on voit que utiliser des plantes indemnes peut être déjà une option pour un type de résistance donné (résistance verticale). A notre avis, l'utilisation des gènes de résistance verticale très forts et des gènes de résistance horizontale peut être la voie à suivre. Pour cela, il faut connaître le spectre de virulence des pathotypes sénégalais des agents pathogènes, pour le choix du matériel résistant, on conseille de le prendre dans les trois premières classes (0 à 10 %). Cependant, pour le matériel de la classe I, il faut le tester plusieurs fois, dans des "situations épidémiologiques" différentes avant de l'utiliser.

### Perspectives

Actuellement, même si on peut identifier la réaction de la plante-hôte vis-à-vis des maladies, on ne connaît ni la nature et la stabilité de ces réactions identifiées ni les différents mécanismes qui régissent celles-ci. Donc pour mieux orienter les investigations sur la résistance, il s'avère utile d'aborder des études sur ces questions. Ces études se mèneront sur un double front :

- Sur le plan génétique : Il faut déterminer le nombre de gènes qui régissent les réactions identifiées et la nature et le seuil des résistances manipulées.

- Sur le plan physio-pathologique : Il faut déterminer :

- au niveau de la plante-hôte : Si c'est une résistance passive (résistance à la pénétration, résistance passive à l'expansion du pathogène) ou une résistance active (manifestations cytohistologiques, facteurs chimiques) ;
- au niveau du pathogène : le mode d'action des pathogènes (actions physiques, actions chimiques etc.. .) et déterminer les races physiologiques.

Toutes ces études que nous devrions aborder de façon prospective, apporteraient sans nul doute une contribution appréciable à une mise au point des méthodes de lutte basées sur la résistance des variétés aux maladies. Des études sur le mildiou amorcees dans notre laboratoire et en collaboration avec l'Université de Dakar vont dans ce sens.