

AS/MS
REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE .

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(CNo10370

AMELIORATION DU MIL (Pennisetum typhoides)

' PROGRAMME ENTREES DYNAMIQUES

RESULTATS HV 1977

Aboubakry Sarr

Juin ' 1978

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES
(I . S . R . A .)

SOUS PROGRAMME EN TREES DYNAMIQUES

INTRODUCTION

Ce sous programme constitue du point de vue création variétale, la base prospective du projet dans la mesure où l'on se donne comme objectif de récupérer toute la variabilité génétique existante de l'espèce *pennisetum*, de l'organiser et d'appliquer des opérateurs diversifiés sur une base de compréhension rationnelle des différents effets et paramètres génétiques impliqués dans la réalisation de phénotypes définis.

Ce programme se subdivise en deux parties complémentaires dans le temps.

a/ - GAM Corrigé Indien

Dans le court et le moyen terme, cette partie vise à satisfaire la stratégie sus énoncée par création de nouvelles sources de variabilités génétiques (recombinants), à partir de croisements entre matériel nain (GAM) et du matériel en provenance de l'Inde et de l'Afrique de l'Est.

b/ - Système tripode

Il s'agit d'organiser des pools de variabilité naturelle correspondant aux principaux centres de diversification du mil (Afrique de l'Ouest, Afrique de l'Est, Inde). Ces réservoirs permettront d'engendrer du matériel diversifié, plastique et à haut potentiel.

Le programme GAM Corrigé Indien a débuté en hivernage 1976 par le test de lignées en provenance de l'Inde.

Les croisements entre ces lignées et des lignées GAM effectués en contre saison 1977 ont été testés en hivernage 77.

Guant au programme tripode, il a été initié en hivernage 76, par le test d'une vieille collection de souma sénégalais parmi lesquels il a été retenu 13 pour leur niveau de variabilité, leur potentiel de production et la réaction vis-à-vis des maladies notamment le Scléropora.

Ces populations ont été réévaluées en 1977 avec un lot de cultivars provenant de la prospection 1976 effectuée au Sénégal par la FAO. Le manque de matériel végétal en provenance de toutes les zones sus indiquées a été marquant pendant les 2 années écoulées.

OPERATIONS SUR LE TERRAIN EN HIVERNAGE 1977

1 - Système tripode

a/ - Essai variabilité génétique

But : Analyse de la variabilité génétique et étude des interactions génotype x environnement.

Protocole : B.C.R. à 4 répétitions.

62 entrées + Souna III Témoin [D] (voir nomenclature)
+ Hybride F1 (15356 x 34 EB) Témoin [d2]

Parcelles élémentaires :

10 lignes de 9 plantes/entrée.

Localisation : Bambey, Louga, Fanaye, Darou

b/ - Observations de population

But : Observer le reste des populations issues de la prospection 1976

Endogamie pour multiplier les semences en vue de la campagne 1978/79.

2 - GAM x Indien

a/ - Test TC = GI x In
In x Gci
In x 3/4 s
In X Souna III

But : Apprécier le niveau de production en TC de lignées indiennes. Création de population F2 à partir des meilleurs AGC

Localisation Bambey

Dispositif : BCR 4 répétitions
28 entrées dans chaque TC + parent
Q + parcelle parent → GI, 3/4 S, Souna III

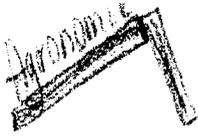
b/ - Observations lignées indiennes

But : Observer un lot de lignées choisies en Inde
Appréciation de leur caractéristiques.

Localisation : Bambey

Nomenclature des populations - prospection 76

Entrées	Origine génétique (n° prospect.)	Nom du village	Région
14	SL 262	Malem Niani	Sénégal oriental
15	SL 258	Lofé	Ferlo
16	SL 243	Patakour	Ferlo
17	SL 264	Méréto	Sénégal oriental
18	SL 186	Keur Samba Guèye	Sine-Saloum
19	SL 154	Simal	" "
20	SL 206	Tiarbne	" "
21	SL 355	Bala foubé	Sénégal oriental
22	SL 162	Sèssène	Sine-Saloum
23	SL 249	Touba Loumbi	Ferlo
24	SL 214	Ndiba Kémor	Sine-Saloum
25	SL 152	Loul Sesséne	" "
26	SL 236	Sorokone	" "
27	SL 169	Kamatane	" "
28	SL 187	Ndiaye Kounda	" "
29	SL 563	Kamboa	Casamance
30	SL 261	Koutia gaedi	Sénégal oriental
31	SL 325	Koussane	" "
32	SL 256	Sil	Ferlo
33	SL 228	Diam Diam	Sine-Saloum
34	SL 64	Bélèl	Ferlo
35	SL 43	Lour oualof	Fleuve
36	SL 66	Namari	Ferlo
37	SL 146	Tiodor du Ferlo	" "
38	SL 654	Ndiolafbne	Casamance
39	SL 90	Toubère Bafal	Ferlo
40	SL 88	Nhar	" "
41	SL 50	Kanel Sintigne	Fleuve
42	St 521	Matam	" "
(Thiotandé)			
43	SE 662	Mbiteyene	Sine-Saloum
44	SL 305	Ouro Binta	" "
45	SL 94	Pantagniéde	Ferlo
46	SL 96	Babinguel	" "
47	St 60	Patontri	" "
48	SL 79	Ouro Mamond	" "
49	SL 208	Sègne	Sine-Saloum
50	SL 153	Sambadia	" "
51	SL 232	Sorokone	" "
52	SL 165	Thi ombi	" "
53	SL 159	Ngueni ene	" "
54	SL 219	Pate Tiangaye	" "
55	SL 664	Diédiéna	" "
56	SL 549	Tiéti	Casamance
57	SL 666	Latn'ingué	Sine-Saloum
58	SL 131	Ogo	Fleuve
59	SL 215	Nganda	Sine-Saloum
60	SL 48	Lion	Fleuve
61	SL 10	Mbilor	" "
62	SL 113	Ganguel Maka	" "



SITUATION GENERALE DES ESSAIS

Au niveau de Bambey :

L'essai variabilité a été semé à la 1ère pluie et malgré la période de sécheresse les populations se sont dans l'ensemble bien comportées (voir résultats).

Les 3 T.C. In x 3/4 S et In x Souna III et In x GC1 ont été semés avec quelque retard lié à la dormance, du reste la période de sécheresse n'a pas pu permettre de faire des ressemis après la levée très mauvaise dans l'ensemble.

L'effectif de l'essai ne permettant de tirer aucune conclusion valable, l'objectif a été commué en fabrication de famille F2. Par contre le T.C. GI x In a été suivi normalement. Les lignées indiennes se sont caractérisées par leur extrême précocité (1ère épiaison au 25 jours après semis). Dans l'ensemble la production a été très faible et la verse presque générale.

x Louga :

Le semis effectué à sec a du être recommencé à la suite des pluies parasites de juillet, à telle enseigne que la levée a eu lieu dans la période du 13 au 15 août. L'essai a souffert de la sécheresse, mais dans l'ensemble toutes les populations ont bouclé leur cycle et aboutit à une production estimable.

x Fanaye :

Le rendement est nul dans cette localité. Néanmoins l'essai a été suivi jusqu'à son terme, et des informations importantes sur les réactions différentielles des géotypes, l'importance de la variabilité génétique dans les interaction G x E, ont été obtenues.

7) Darou :

Dans ce site, le semis a été effectué en août par suite de problèmes d'intendance de coordination, et de préparation des sols. En conséquence, la levée a été très mauvaise (enfouissement d'engrais vert mil, dans une parcelle destinée à un semis immédiat, humidité suffisante, d'où développement de champignon, dont ceux de la fonte des semis). Le semis tardif a eu pour conséquence, un allongement du cycle végétatif, avec une forte incidence de parasites divers, occasionnant entre autre la castration des fleurs. Le suivi a été maintenu pour une étude des interactions G x E au niveau des caractères autres que les rendements.

RESULTATS

Dans ce rapport nous présenterons :

- 1/ - L'analyse des interactions G x E au niveau de l'essai variabilité - l'aspect analyse de l'organisation de la variabilité génétique sera présenté ultérieurement.
- 2/ - Les résultats du test T.C. GI x In.

A/ - ANALYSE DE STABILITE

INTRODUCTION

Les interactions génotypes x environnement, constituent aux divers stades d'un programme de sélection l'inconnue dont il faut apprécier l'ampleur et le sens.

Dans la phase d'analyse des structures d'entrée, il importe d'ores et déjà d'avoir une appréciation des interactions G x E, pour d'une part situer la part des effets environnement sur les phénotypes, et d'autre part détecter des interactions différentielles.

Les gains génétiques et partant l'efficacité des opérateurs de transformation sont en grande partie fonction de ce paramètre. En outre l'optique création de variétés plastiques implique une parfaite connaissance du niveau initial d'adaptativité à travers un assortiment diversifié d'environnements.

L'appréciation des G x E sur une série de caractères, permettra d'emblée d'avoir une compréhension de l'efficacité des différentes stratégies de développement que constituent l'organisation spécifique de la variabilité génétique dans les différents cultivars.

Il existe divers modèles mathématiques pour tester les interactions G x E. Nous avons utilisé le modèle de HEBERHART et RUSSELL, qui se rattache à la famille des modèles utilisant la régression linéaire comme mesure des interactions (G x E).

Le caractère à étudier le rendement par exemple est lié à l'environnement par la relation suivante :

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$$

Y_{ij} = Moyenne de la variété i dans l'environnement j

μ_i = moyenne de la variété i dans tous les environnements

β_i = coefficient de régression

I_j = indices d'environnement (traduit le rôle spécifique de chaque environnement dans l'expression du caractère)

δ_{ij} = écart par rapport à la régression.

Dans ce modèle les interactions G x E sont subdivisées en :

- Variation due à la réaction de chaque cultivars aux divers environnements (matérialisés par leurs indices) : il s'agit de la composante linéaire

- Variation due à un écart de nature aléatoire par rapport à la régression.

Ces deux composantes sont représentées respectivement par le coefficient de régression (b) et Sd^2_i

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2}$$

$$s_d^2 i = \left[\sum_j s_{ij}^2 / (n-2) - s^2 e / r \right]$$

$$\sum_j i_j^2 = \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{n} \right] - \sum_j (Y_{ij} - I_j)^2 / \sum_j I_j^2$$

Une analyse de variances appropriée intégrant ces différents paramètres permet de tester la signification des effets enregistrés. Dans ce rapport nous présenterons uniquement les résultats relatifs au rendement et à la réaction vis-à-vis du mildiou.

Darou n'est pas inclus dans cette analyse. Le pourcentage d'attaque et les sévérités correspondantes ont été calculés pour 2 dates moyennes. 46ème jour et 60ème jour.

La sévérité des attaques de mildiou est estimée avec la relation suivante :

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^9 \left[(x_i - 1) Y_i \right]}{\left[(E x_i) - 1 \right] \times N}$$

avec $\sum Y_i$ = Nombre de plantes observées
 $E(x_i) = 9$, $\{ x_i = 1, 2, \dots, 9 \}$

x_i = note correspondant à la classe i

Y_i = effectif de la classe i

Y = sévérité de l'attaque

$$Y \in [0, 1]$$

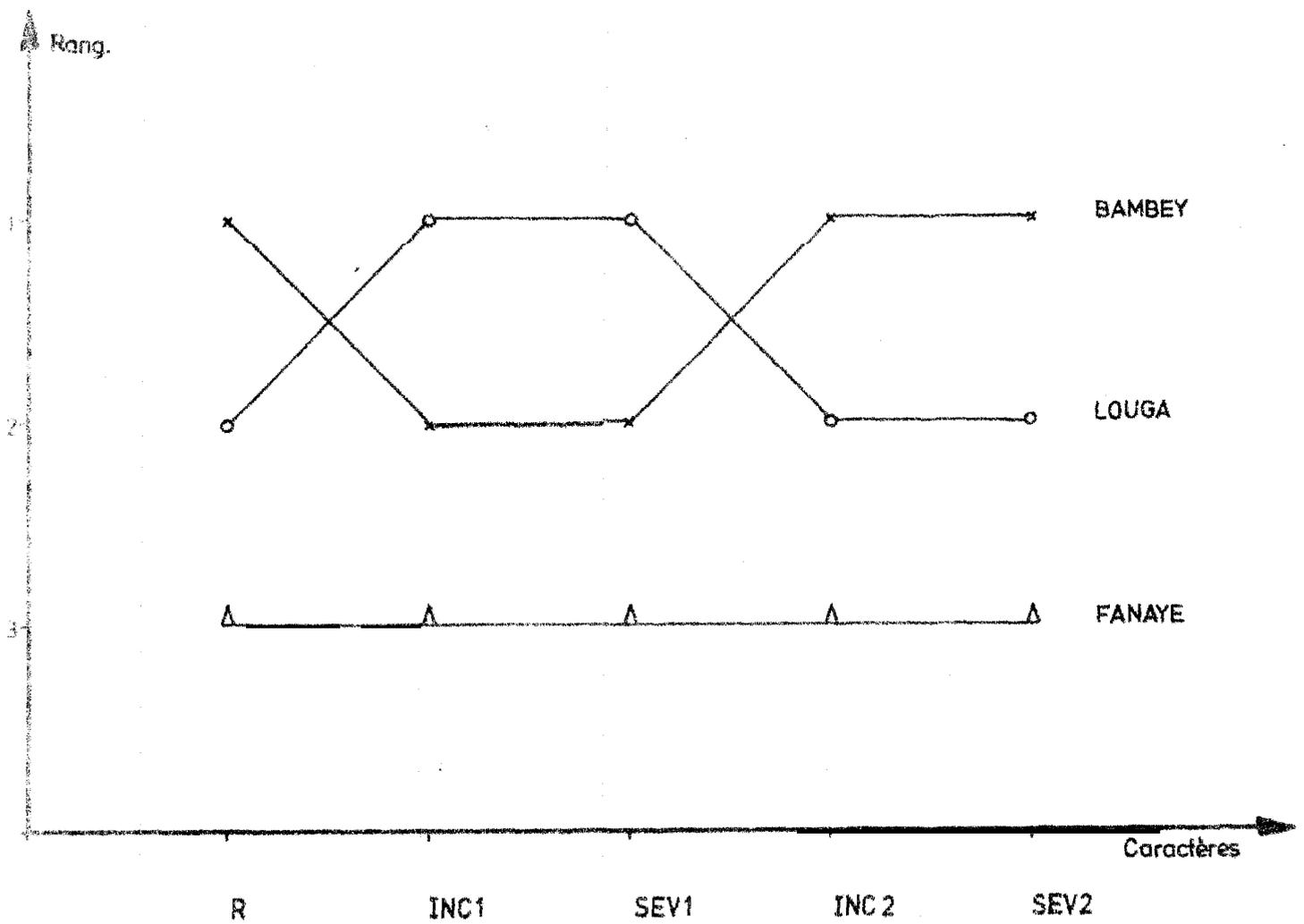


Fig.1: COURBE HIERARCHIQUE DES SITES

RESULTATS

1/ - Mesures des effets d'environnement et hierarchie des sites

Dans l'appréciation des interactions (G x E), la quantification des effets d'environnement et la caractérisation de l'effet spécifique de chaque site, constituent les données de base pour une meilleure compréhension de ce phénomène. Dans ce modèle, les indices d'environnement calculés traduisent la disponibilité du milieu considéré pour l'expression du caractère. D'un point de vue strictement physique cette mesure est quelque peu biaisée dans la mesure où c'est l'expression biologique qui lui sert de support. On imagine en effet les énormes fluctuations qui peuvent surgir entre l'expression physique, microbiologique, pédologique du milieu et sa perception par le matériel biologique.

Dans l'état actuel, des choses, aucun modèle ne permet d'avoir une mesure directe, complexe et objective de l'environnement ; la lecture se fait toujours au travers de révélateurs biologiques tout au moins pour ce qui est de l'étude des interactions (G x E).

Tableau N°1 : Indices d'environnement
(Ij)

Sites	Rendement	Incidence (1)	Sévérité (1)	Incidence (2)	Sévérité (2)
Bambey	39,198	1,830	0,006	9,434	0,036
Louga	-14,92	5,712	0,021	1,147	0,015
Fanaye	-25,06	3,882	0,016	-10,581	0,052

L'examen du tableau (1) et de la figure (1), indique une diversité d'impacts des milieux sur les deux caractères étudiés.

Bambey représente le site le plus favorable pour l'expression du rendement (situation climatologique relativement meilleure activité microbiologique sup...)

Louga, malgré la faiblesse des précipitations et partant des conditions défavorables à la germination des oospores du Sclérospora, semble plus favorable aux attaques précoces, tant du point de vue indice que sévérité.

Par contre, pour les attaques tardives, les tendances s'inversent dans les deux sites.

On peut a priori affirmer que l'explosion précoce du mildiou semble antagoniste d'un indice d'environnement élevé pour le rendement (fig. (1)).

Fanaye, constitue une situation très singulière, où l'absence d'attaque soit précoce ou tardive n'influe pas sur la tendance du rendement qui en l'occurrence est nul. Il s'agit d'un site extrêmement aride (voir condition climatologique), seules quelques populations ont pu atteindre le stade formation de graine en pourcentage infime, les

autres restant bloquées au stade montaison, ou présentant des avortements et un échaudage considérable.

La situation de ce site vis-à-vis du caractère rendement semble essentiellement conditionnée par le déficit pluviométrique. On peut considérer le fait que certaines populations aient pu boucler leur cycle dans ce site comme une performance résultant de leur souplesse adaptative, nous présenterons ultérieurement, une analyse intégrant d'autres caractères (épiaison, floraison, caractères biométriques). L'hypothèse d'une réussite de la culture du mil dans cette zone par le raccourcissement du cycle végétatif est encore sous investigation, mais il est néanmoins permis d'affirmer d'après les résultats de la campagne 1976, 1977 qui sont en l'occurrence nuls pour le rendement, qu'il sera difficile de valoriser les quantités infra minimales de pluie et une répartition aussi inadéquate.

Avec une meilleure répartition notamment une coïncidence avec la période de besoin maximum, il serait possible d'atteindre des niveaux de production certes bas mais appréciables, en conservant un haut degré de souplesse adaptative dans les sorties.

Du point de vue mildiou, l'inexistence d'attaques à Fanayo amène à faire un certain nombre d'inférences dont nous ne discuterons pas dans ce rapport; elles seront abordées dans une étude commune avec le pathologiste.

De même la singularité de Louga quant à la rapidité de l'épidémie, nous amène à poser deux hypothèses qui seront également examinées en détail dans cette étude commune :

- 1/ - L'inoculum de Louga est différent de celui de Rambey
- 2/ - Les inoculums sont identiques, mais le champignon présente une plasticité qui lui permet de s'adapter aux conditions variables, il s'agirait de mises en fonction de certaines potentialités génétiques masquées (redondance, inhibition temporelle), aboutissant à une installation rapide des mécanismes agressifs et à leur accentuation.

2/ - Composantes de la variation et leur signification

L'interactions G x E et la variance qui leur est liée sont subdivisées dans, cette analyse en :

- variation liée aux potentiels intrinsèques des différentes structures étudiées

- variation due à l'hypothèse de linéarité (regression) étant admise à la réaction différentielle des structures par rapport L-1 un gradient d'environnement

- variation de nature aléatoire, traduisant un écart par rapport à la réponse linéaire.

a/ - Rendement

L'hypothèse H_0 d'identité des potentiels de production est à rejeter

$$F(Ms_1/Ms_3) > F_{0,05} \text{ et } F_{0,001}.$$

Les 64 entrées présentent par conséquent des comportements génétiques statistiquement différents pour le caractère rendement. De même la linéarité de la réaction vis-a-vis de l'environnement est généralement différente d'une population à l'autre :

La comparaison des entrées sur la base de ces différents effets nous amène à retenir les 36 entrées figurées dans le tableau II. Il s'agit des meilleures populations pour le potentiel de production ($\bar{X}_i > \bar{X}..$).

Tableau n°II : Entrées dont la moyenne est significativement supérieure à \bar{X} , profil de stabilité.

N° et Nom des entrées		\bar{X}_1 (poids de grain/ parcelle g		Profil/b	Sd^2_i	Profil/ Sd^2_i
54	SL 219	3255	1,42	+	19,71	+
43	SL 662	3256	1,29	+	0,18	
34	SL 64	3202	1,30	+	0,49	
27	SL 169	3154	1,30	+	2,49	
28	SL 187	3153	1,34	+	9,97	+
43	SL 208	3152	1,34	+	9,63	+
63	<u>SOUNA III</u>	3148	1,22	+	2,34	
46	SL 96	3146	1,29	+	1,39	
51	SL 232	3123	1,23	+	0,43	
55	SL 664	3113	1,30	+	4,62	+
37	SL 146	3096	1,19	+	5,18	+
22	SL 162	3090	1,27	+	2,33	
20	SL 206	3041	1,15	+	6,87	+
17	SL 264	2977	1,28	+	13,59	+
47	SL 60	2955	1,18	+	0,00	
15	SL 258	2944	1,18	+	0,03	
30	St 261	2931	1,16	+	0,06	
26	SL 236	2923	1,14	+	0,81	
23	SL 249	2915	1,17	+	0,15	
19	SL 154	2888	1,20	+	3,74	+
48	SL 79	2872	1,21	+	5,86	+
57	SL 666	2857	1,21	+	6,87	+
16	SL 243	2759	1,08	+	0,74	
45	SL 94	2752	1,11	+	0,27	
50	SL 153	2727	1,05	+	1,88	
58	SL 131	2716	1,01	+	9,48	+
36	SL 66	2712	1,14	+	5,18	+
40	SL 88	2695	1,03	+	2,57	
62	SL 113	2649	1,04	+	0,57	
32	SL 256	2631	0,99		5,74	+
25	SL 152	2615	1,01	+	2,05	
24	St 214	2603	0,95		12,87	+
52	SL 165	2598	1,06	+	1,10	
11	E 2976	2596	1,08	+	2,41	
31	SL 325	2560	1,06	+	2,51	
38	SL 654	2558	1,08	+	5,13	+
53	SL 159	2521	1,03	+	a.91	
Témoin hybride Y5356 x 3/4 EB		1651	0,54		22,51	t

Statistiquement toutes les valeurs de Sd^2_i ne diffèrent pas significativement de 0. Ce qui traduit une stabilité satisfaisante en moyenne pour les 36 populations du tableau. L'étude précise des profils pour b , et Sd^2_i révèle cependant une certaine hiérarchie dans la stabilité, donc des interactions G x E.

La terme stabilité revêt plusieurs sens d'un point de vue pratique :

- une population peut être considérée comme stable, quand elle conserve avec une fluctuation limitée le même potentiel de production. En d'autres termes, elle se comporte relativement bien dans les environnements pauvres, et ne réagit pas assez significativement au gradient positif d'environnements.

- dans un autre cas la stabilité d'une population signifie qu'elle a une production moyenne élevée avec un écart voisin de 0; Dans les environnements pauvres, une telle population garde un potentiel de production élevée et sa réaction au gradient positif d'environnement est parfaitement linéaire.

En termes de profil relatifs aux paramètres d'interaction G x E : \bar{X} , b , Sd^2_i , et pour la caractéristique rendement, une population stable i.a satisfaisant au second descriptif doit avoir :

$$(1) - \bar{X} > \bar{X}_G \quad \text{----} \quad Pr (+)$$

$$(2) - b > \bar{b} \quad \text{----} \quad Pr (+)$$

$$(3) - Sd^2_i \neq 0 \quad \text{----} \quad Pr (-)$$

L'examen du tableau n°II bâti sur l'exigence (1), nous montre une disparité de profils globaux. En référence aux notions de structures des populations dans leur aspect dynamique, cette situation traduit une différence dans les stratégies de développement suivies par les différentes entrées. En fait si on considère le rendement comme la cible α , étant donné que les 36 entrées précitées ne diffèrent pas significativement pour α , on peut considérer les divers profils attachés à chaque entrée, comme des stratégies différentes, également efficaces pour le rendement moyen, mais sélectivement différenciés.

La compréhension de chacune de ces stratégies, qui représente en fait, la résultante de l'effet des divers attracteurs sur les composantes de l'organisation génétique de la population, permet de discriminer les différentes populations en groupes de similitude, (tableau n°III) et partant de définir le spectre et le niveau d'homeostasie.

Cette étude de la variabilité génétique sera abordée plus en détail dans un autre rapport, où l'ensemble des paramètres phénotypiques seront intégrés.

Tableau n° III : Groupes de similitude

Domaine L-k.3

Domaine \bar{X}

$b > \bar{b} \in [1, 15, 1, 42]$ \longrightarrow $\bar{X} \in [3041, 3265]$

+ $Sd^2 i$:

GI	G2
SL 219	SL 662
SL 187	SL 64
SL 209	SL 169
SL 664	Souna III
SL 146	SL 96
SL 206	SL 232
	SL 162

$b > \bar{b} \in [1, 14, 1, 28]$ \dashrightarrow $\bar{X} \in [2712, 2977]$

G3	G4
SL 264	SL G0
SL 154	SL 25%
SL 79	St 261
SL 666	SL 236
SL 131	SL 249
SL 66	SL 243
	SL Y4
	SL 153

$b > \bar{b} \in [1, 03, 1, 08]$ \longrightarrow $\bar{X} \in [2521, 2695]$

G5	G6
SL 654	SL 88
	SL 113
	SL 152
	SL 165
	2977
G5'	SL 325
	SL 159

$b < \bar{b} \in [0, 90, 0, 95]$

SL 256
SL 214

A la lumière du tableau de similitude, on a la hiérarchie suivante :

Populations à très bonne stabilité

G2 > G4 > G6

Populations à stabilité moindre

Dans ce groupe on distingue : les populations à très haute Performance moyenne dus à une réaction très positive vis-à-vis des environnements favorables, avec la hiérarchie

G1 } G3 > G5

Le groupe G5 se situe à la limite de la signification pour le rendement avec une très mauvaise stabilité.

Les groupes pairs renferment les populations à très large spectre d'adaptativité, condition fondamentale de succès de la culture dans le contexte de diversité et de fluctuations écologiques qui prévaut dans les zones de culture du mil. L'analyse complète des composantes structurales de cette homéostasie permettra de saisir les combinaisons génétiques à rassembler pour une optimisation de leur fonctionnement, aboutissant à des variétés très performantes et Plastiques.

Les groupes impairs notamment G1 sont constitués par des populations intéressantes du point de vue rendement dans une localité, notamment à Bambey, mais avec une stabilité moins satisfaisante que les populations des groupes pairs. A titre indicatif, les rendements au niveau de Bambey pour G1 et GII ramenés à l'ha sont présentés dans le tableau (IV).

Tableau IV : Rendement au niveau de Bambey en kg/ha

GI		P = 0,05 0,01	GII		P = 0,05 0,01	Témoin = hybride 15356 x 3/ 3/4 EB
-CI-	r				-w-m-	
SL 215	3340	***	SL 662	3126	***	1392
SL 187	3178	***	SL 64	3121	***	
SL 208	3175	***	SL 169	3112	***	
SL 664	3 09 6	***	SOUNA III	2974		
SL 146	2943		SL 96	3088	***	
SL 206	2824		SL 232	2387		
			SL 162	3054	***	

*** : populations significativement différentes des autres et non entre elles aux seuils = 0,05 et 0,01

Il est intéressant de noter le niveau de production relativement élevé pour des populations dont la structure est essentiellement modelée par la sélection naturelle. Il s'agit là d'une caractéristique extrêmement importante, car les gains génétiques sont fortement liés au niveau initial.

A noter également que le Souna III se classe parmi les populations les plus stables. Du point de vue production intrinsèque, au niveau de Bambey 11 populations lui sont supérieures mais pas de manière significative.

Par contre l'hybride nain (15356 x 3/4 EB), pris comme témoin de structure [d2], se caractérise par un très faible niveau de production par rapport à l'ensemble des populations ($\bar{X}.. = 2464$ kg/ha), et une grande inaptitude. Toutes les conditions d'environnement étant identiques pour l'ensemble des entrées, cette situation traduit la supériorité tant du point de vue potentiel de production que de l'homeostasie des cultivars traditionnels sur cet hybride FI.

De manière générale (voir rapport point (1) du programme) le niveau de production du matériel existant, même sous des combinaisons génétiques théoriquement favorables est relativement bas et l'homeostasie quasi nulle à telle enseigne que les témoins de productivité tels qu'on les avait conçus dans le programme générale sont encore à créer, aucune des structures naines actuelles ne se situe à un niveau particulièrement élevé de production pour qu'on en fasse une norme.

L'analyse multivariée en cours nous précisera d'avantage les distances génétiques effectives et leur relation avec les distances géographiques, mais d'ores et déjà, on peut noter un polymorphisme régional extrêmement important, en effet les populations du Sine-Saloum et du Ferlo par exemple se répartissent différemment dans les groupes définis au tableau n°III.

b/ - Sclérospora

Tableau IV (F) des principaux effets :

Effets	Incidence (1)	Sévérité (1)	Incidence (2)	Sévérité (2)
Variétés	13,50 ***	46,82 ***	27,65 ***	58,36 ***
VxENV (linéaire)	5,93 ***	26,20 ***	19,64 ***	35,60 ***
Déviaton cumulée $(\sum \sum s^2_{ij}/n-2)$	181,61 ***	107,21 ***	40,20 ***	123,17 ***

*** : significatif au seuil $\alpha = 0,01 = 0,01 \frac{18}{1} = 1$

Les 3 effets impliqués dans la variation des interactions G x E pour le mildiou sont très hautement significatifs.

Les populations diffèrent génétiquement quant à leur réaction vis-à-vis du mildiou (incidence, sévérité), de même la réponse linéaire des populations au gradient d'indice Ij, semble être une composante génotypique intrinsèque.

Les écarts aléatoires par rapport à cette linéarité correspondant également à une expression génotypique différenciée. Ce qui traduit des différences génétiques dans la stabilité de la réaction exprimée. L'analyse par population ($H_0 = \sum \sum s^2_{ij}/n-2 = 0$) montre que deux populations seulement sont instables dans le phénotype exprimé (résistant ou sensible), i.e $F_0 s^2_{ij} > F_{0,01} \frac{18}{1}$

Variétés significatives	Incidence (1)	Sévérité (1)	Incidence (2)	Sévérité (2)
4 E --- 2576	-	-	-	8,78
42 SL 52 (Thiotandé)	176,43	103,15	15,02	20,45

Les autres populations ont une stabilité qui ne diffère pas significativement de 0. La signification globale trouvée au tableau IV est déterminée par ces deux entrees. Par conséquent, le choix sur la base de (\bar{X} , b) est faible pour toutes ces entrées.

[La réaction particulière du Thiotandé (SL 52) dans les différents sites fournit des indications très intéressantes sur les effets différentiels des environnements notamment la nature et la variabilité de l'inoculum du mildiou, (cf étude patho-génétique en cours).]

Niveau moyen de l'interaction G x E

Tableau V : Valeur moyenne des paramètres b, \bar{X} , Sd^2_i

	\bar{b}	$\bar{X}_{..}$	Sd^2_i
Incidence (1)	1,01	3,91	61,66 *
Sévérité (1)	1,01 0,70	0,01 0,02 *	0,00
Incidence (2)	0,94	9,84 10,59 *	19,12 *
Sévérité (2)	0,83 *	0,04 0,05 *	0,00

* Valeur incluant le SL 52 (Thiotandé)

De manière générale, l'environnement semble jouer un important rôle dans l'épidémiologie du mildiou (linéarité) --- La dimension des paramètres $\bar{X}_{..}$ et Sd^2_i , indique que le lot de population étudiées à un niveau de tolérance très intéressant, (incidence 00 %, sévérité $\leq 0,05$). Les fluctuations entre le 46ème jour et le 60ème jour sont faibles, ce qui traduit le tamponnement des mécanismes agressifs du champignon par des "facteurs de résistance" assez stable. Nous utilisons à dessein le terme de facteur de résistance pour signifier la complexité des phénomènes associés pour aboutir au phénotype résistant ou tolérant (résistance génétique --- théorie gène pour gène ; facteurs **structuraux**...).

Comme nous l'avons signalé dans le point relatif au rendement le niveau des structures d'entrées conditionne les gains génétiques et partant l'efficacité des schémas de sélection adaptés. Aussi notre choix se porte-t-il exclusivement sur les structures les plus performantes.

Pour le rendement nous avons déjà vu les profils à rechercher en ce qui concerne le mildiou, le profil optimal correspond à la situation suivante :

	Situation paramétrique	Profil
Incidence	$\bar{X}_i \leq 10 \leq \bar{X}_{..}$	(-)
	$b \leq 0,20 \leq \bar{b}$	(-)
	$Sd^2_i \neq 0 \leq \bar{Sd}^2_i$	(-)
Sévérité	$\bar{X}_i \in [0,0,02]$, $\bar{X}_i \leq \bar{X}_{..}$	(-)
	$b \leq 0,20 \leq \bar{b}$	(-)
	$Sd^2_i \neq 0 \leq \bar{Sd}^2_i$	(-)

L'examen du tableau (VI) révèle des écarts par rapport au profil optimal, notamment pour l'incidence et le Sd_{2i} associé. Par contre le profil optimal pour la sévérité est atteint par toutes les populations retenues pour leur rendement. A un stade plus avancé (60ème jour), cette situation connaît également des variations. Dans la mesure où le rendement est la cible et que des situations comme celle de l'hybride nain (résistance parfaite à travers tous les sites) indiquent que le profil optimal en mildiou peut-être associé à une mauvaise potentialité de production relative. On peut s'interroger sur les relations existant entre les variables associées à ces deux caractères : tableau VII.

(Corrélation de rang) entre rendement/incidence, sévérité
Spearman

	INC ₁	INC ₁ (2)	SEV ₂
R/	s = -0,083	s = -0,163	s = -0,090
	Z = 0,504	Z = 0,989	Z = 0,540
	NS	NS	NS

NS = non significatif

$Z \in [-2, 2]$

$\alpha = 0,05$

Corrélation (ρ) entre réponses linéaires
(b(r) = régression rendement ; b(m) = régression mildiou)

$\rho_{r/SEV1}$	r/INC_2	$r/SEV2$
0,090	- 0,147	- 0,089
Z = -0,545	Z = 0,905	Z = 0,541
NS	NS	NS

NS = non significatif au seuil

$\alpha = 0,05$ et $\alpha = 0,01$

Les corrélations entre le rendement et les valeurs d'incidence et sévérité sont toutes négatives ce qui traduit une tendance inverse entre le rendement et le mildiou. Cependant cette association est lâche dans l'ensemble (ρ petit), et pas significativement différente de 0 IL en est de même pour l'association entre la linéarité des réponses pour le rendement et pour le mildiou.

En valeur relative l'association est plus forte entre le rendement et l'incidence (2). L'existence de cette liaison faible entre le rendement et les paramètres du mildiou, suggère une association plus forte à partir d'un certain seuil des variables considérées. Ce point sera abordé dans la prochaine étude dans le contexte de l'expression de la variabilité génétique,

Tableau VI : Réaction Sclérospora des meilleures entrées (rendement

	X										Sd ² _i				
	R	INC (1)	SEV (1)	INC (2)	SEV (2)	R	INC (1)	SEV (1)	INC (2)	SEV (2)	R	INC (1)	SEV (1)	INC (2)	SEV (2)
54	3265	1,42	0,0	2,70	0,01	1,42	0,48	0,29	0,18	0,19	19,71	0,50	0,00	5,82	0,00
43	3256	1,23	0,0	3,67	0,01	1,29	0,41	0,29	0,34	0,24	0,18	0,37	0,00	0,03	0,00
34	3202	1,62	0,0	4,41	0,02	1,30	0,47	0,22	0,44	0,36	0,49	0,09	0,00	0,52	0,00
27	3154	2,63	0,1	8,19	0,03	1,30	0,88	0,66	0,69	0,61	2,49	1,71	0,00	6,19	0,00
28	3153	1,92	0,0	5,73	0,02	1,34	0,65	0,44	0,54	0,45	9,97	0,92	0,00	0,00	0,00
49	3152	1,44	0,0	4,19	0,02	1,34	0,48	0,37	0,36	0,29	9,63	0,51	0,00	1,04	0,00
63	3148	2,26	0,0	12,31	0,05	1,22	0,76	0,37	1,44	1,03	2,34	1,26	0,00	78,49	0,00
46	3146	3,15	0,2	8,11	0,04	1,29	0,90	1,17	0,77	0,83	1,39	0,33	0,00	0,01	0,00
51	3123	3,17	0,1	8,69	0,03	1,23	1,06	0,51	0,74	0,54	0,43	2,48	0,00	7,05	0,00
55	3113	1,61	0,00	8,19	0,03	1,30	0,54	0,37	0,95	0,61	4,62	0,64	0,00	30,01	0,00
37	3096	0,56	0,00	4,62	0,02	1,19	0,19	0,22	0,53	0,44	5,18	0,08	0,00	9,18	0,00
22	3090	1,45	0,01	16,97	0,06	1,27	0,33	0,99	1,42	1,18	2,33	0,08	0,00	33,67	0,00
20	3041	2,57	0,01	8,15	0,03	1,15	0,86	1,03	0,73	0,59	0,87	1,63	0,00	1,34	0,00
17	2977	3,11	0,01	9,92	0,05	1,28	1,04	0,66	0,98	1,01	13,69	2,39	0,00	2,01	0,00
47	2955	3,04	0,01	9,67	0,04	1,18	1,02	0,88	0,83	0,68	0,00	2,28	0,00	6,88	0,00
15	2944	0,52	0,00	2,64	0,01	1,18	0,17	0,07	0,24	0,16	0,03	0,07	0,00	0,12	0,00
30	2931	2,16	0,01	6,56	0,03	1,16	0,73	0,66	0,65	0,00	0,06	1,16	0,00	1,00	0,00
26	2923	3,94	0,01	12,10	0,95	1,14	1,32	0,95	1,17	0,99	0,81	3,85	0,00	0,48	0,00
23	2915	1,45	0,00	6,07	0,03	1,17	0,33	0,11	0,69	0,65	0,15	0,08	0,00	14,35	0,00
19	2888	4,42	0,01	13,16	0,06	1,20	1,48	1,25	1,14	1,02	3,74	4,83	0,00	9,67	0,00
48	2872	1,62	0,00	5,48	0,02	1,21	0,47	0,35	0,55	0,49	5,86	0,10	0,00	0,76	0,00
57	2857	2,11	0,01	7,10	0,03	1,21	0,63	0,59	0,71	0,59	6,87	0,29	0,00	1,69	0,00
16	2759	2,07	0,01	7,62	0,02	1,08	0,69	0,81	0,77	0,45	0,74	1,06	0,00	0,12	0,00
45	2752	2,45	0,01	8,54	0,03	1,11	0,82	0,73	0,85	0,63	0,27	1,49	0,00	1,92	0,00
50	2727	3,41	0,01	13,69	0,05	1,05	1,14	0,81	1,43	1,04	1,88	2,88	0,00	18,20	0,00
58	2716	0,52	0,00	5,63	0,02	1,01	0,18	0,07	0,57	0,43	9,48	0,07	0,00	1,49	0,00
36	2712	1,80	0,00	5,77	0,02	1,14	0,61	0,44	0,59	0,46	5,18	0,80	0,00	1,60	0,00
40	2695	2,32	0,01	9,16	0,04	1,03	0,78	0,95	0,95	0,82	2,57	1,33	0,00	7,19	0,00
62	2649	6,90	0,02	13,55	0,07	1,04	2,24	2,03	0,96	1,08	0,57	8,48	0,00	103,07	0,00
32	2631	0,35	0,00	1,44	0,00	0,99	0,12	0,07	0,14	0,08	5,74	0,03	0,00	0,00	0,00
25	2615	1,49	0,00	12,00	0,05	1,01	0,50	0,15	1,47	1,28	2,05	0,55	0,00	78,95	0,00
24	2603	1,26	0,00	1,63	0,00	0,95	0,04	0,02	0,14	0,08	12,87	3,34	0,00	0,26	0,00
52	2598	3,64	0,01	17,09	0,08	1,06	1,22	1,03	1,81	1,57	1,10	3,29	0,00	39,55	0,00

11	2596	1,74	0,00	8,22	0,03	1,00	0,58	0,29	0,94	0,67	2,41	0,75	0,00	23,51	0,00
31	2560	2,29	0,01	7,44	0,02	1,06	0,77	0,59	0,70	0,44	2,51	1,30	0,00	0,06	0,00
38	2558	2,27	0,00	8,08	0,03	1,08	0,76	0,37	0,80	0,69	5,13	1,28	0,00	1,68	0,00
53	2521	3,43	0,01	14,96	0,06	1,03	1,15	0,73	1,55	1,33	0,91	2,91	0,00	17,23	0,00

Témoign hybr. 15356 x3/4 EB	1651	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	22,51	0,00	0,00	0,00	0,00

CONCLUSION

Cette étude aura permis de sérier les interactions génotype environnement pour le rendement et la réaction au sclérospora. A la lumière de ces éléments et de leur relation, nous avons effectuée un choix voisin autant que possible de l'optimum, de manière à situer les performances initiales des structures à un très haut niveau permettant d'envisager des gains génétiques importants avec une bonne probabilité.

Il ressort de l'analyse que les populations de Souna sénégalaises utilisées dans cette étude, sont très polymorphes pour les caractères étudiés avec des performances moyennes relativement élevées pour la production, et un comportement acceptable (30 d'entre elles) pour le sclérospora. Ce qui permet d'ores et déjà au sortir du premier cycle d'opérateur de transformation (Multi-T.C.) de constituer le noyau attractif pour la composante sénégalaise du pool Afrique de l'Ouest. En outre l'analyse génétique sur un fond polymorphique de bon niveau pour la cible finale, permettra d'avoir une compréhension de l'efficacité relative des différentes stratégies de développement à partir de seuils économiques et par conséquent de mieux focaliser les transformations..

Il faut signaler que les 13 populations issues de la prospection Dumont (1972) présentent relativement moins d'intérêt dans cette optique de choix optimum sur des structures à grande variabilité. Par contre certaines présentent des caractéristiques intéressantes que nous allons exploiter.

Si le programme tripode doit un jour connaître le développement initialement prévu, ce type d'étude constitue un préalable nécessaire à un choix objectif et rationnel des structures d'entrées. Quoiqu'on en dise le flair du sélectionneur ne saurait remplacer l'analyse rigoureuse de l'organisation génétique des entrées.

Pour disposer en un temps (t) donné de structures d'entrées bien connues, choisies avec rigueur, ne serait-ce qu'au niveau d'un pool, les analyses devront porter simultanément sur des échantillons diversifiés de population, appartenant aux différentes zones écologiques considérées. Par ailleurs, s'il faut comme il avait été prévu, fiabiliser les résultats pour une compréhension scientifique des effets en cause, et par conséquent assurer leur répétabilité dans un contexte défini, le travail de terrain doit être sous-tendu par des investigations génétiques dont la réalisation nécessite un certain équipement scientifique.

Les moyens déclarés "temporaires", jusqu'à présent mis à notre disposition ne permettent pas une réalisation de ce programme dans l'esprit précité. Il y a une redéfinition des objectifs, du contenu et de la nature des résultats attendus de ce programme en relation avec les objectifs généraux de l'amélioration mil. Cette redéfinition à la dimension des moyens disponibles présentement et potentiellement doit être l'oeuvre des autorités scientifiques de la recherche, qui disposent des éléments nécessaires pour la réaliser.

A notre niveau, faute d'avoir cette rectification officielle, nous considérons toujours que le programme tripode garde les mêmes ambitions, dont le saupoudrage actuel des moyens ne permettra jamais d'atteindre l'envergure.

B/ - PROGRAMME GAM X INDIEN

L'objectif des essais mis en place en hivernage 77 était d'apprécier les aptitudes à la combinaison de lignées indiennes avec des lignées GAM. Comme nous l'avons signalé dans l'introduction générale, seul l'essai In x GI s'est déroulé normalement.

Nous présenterons ici quelques résultats relatifs à cet essai.

- 1/ - Protocole (voir introduction)
- 2/ - Résultats.

Toutes les caractéristiques de croissance et développement des plantes jusqu'à la récolte ont été évaluées.

Nous présenterons ici uniquement les performances relatives au rendement et à la réaction vis-à-vis des maladies (mildiou).

a/ - Rendement :

Tableau d'analyse de variance

Source	D.D.C	S.C.E.	C.M.	F	F seuil	
					0,05	0,01
Variétés	57	26.171.580	8.723.860	13,29 ***	2,70	3,58
Blocs	3	210.265.771	3.688.873	5,62 ***	1,48	1,73
Erreur	171	112.245.310	656.4051			
Total	231	348.682.661				

$$\bar{X}_{...} = 2\ 674 \text{ kg/ha.}$$

Tableau II: Performances moyennes et hétérosis

N° hybrides	Rendt estimé kg/ha	Hétérosis /parent moyen %	Hétérosis /parent		% du témoin L1 x L8	Rendt au battage moyen	Hétérosis R au bat parent	Hétérosis /parent GAM (16569)
			GAM	GI				
H 20	4655	250	414		161	61	- 99	- Y9
H 25	4000	158	342		139	54	- 99	- 99
H 4	3958	230	341		138	73	+ 7	7
H 27	3940	51	335		137	56	- 99	- 99
H 7	3902	255	331		135	56	- 99	- 99
H 24	3812	264	321		132	66	- 99	- 93
H 22	3602	55	198		125	62	- 99	- 9
H 16	3585		296		124	72	+ 6	+ 6
H 9	3514	147	288		122	65	- 99	- 99
H 6	3513	164	288		122	54	- 99	- 99
H 19	3429	114	280		119	64	- 99	- 99
H 8	3415	100	277		118	61	- 99	- 99
H 3	3410	145	277		118	67	+ 7	- 99
H 26	3389	421	274		118	60	- 99	- 99
H 17	3362	111	271		117	54	- 99	- Y?
H 21	3330	114	268		116	55	- 99	- 99
H 28	3272	110	262		113	50	-100	- 100
H 10	3052	130	237		106	54	- 99	- 99
H 15	2938	177	225		102	57	- 99	- 99
H 14	2886	88	219		100	46	-100	- 100
Témoin L1 x L8	2883				100	66,67		
H 1	2676	Y2	21%		100	63	0	- 99
H 2	2851	21	215		99	63	- 99	- 99
H 5	2808	42	210		97	67	+ 2	- 99
H 11	2766	164	206		96	56	- 99	- 99
H 12	2713	119	203		94	55	- 99	- 99
H 13	2673	119	195		Y3	65	0	- 93
H 23	2669	29	195		93	45	- 100	- 100
H 18	2326	97	157		81	59	- 99	- 93
Parent commun GI (16569)	905	100				68		

△ 0,05 min = △ 150 kg min

0,01 = 1 485

Les effets variétés sont significatifs au seuil de 0,05 et 0,01. Le tableau (2), indique les performances moyennes estimées des hybrides de même que les valeurs d'hétérosis correspondant en référence au parent moyen, et au parent commun.

Les mêmes paramètres sont calculés pour le rendement du battage. Ce caractère semble important dans les plus-values différentielles de rendement. En effet deux entrées de même production en épis peuvent différer significativement dans leur production en grain, selon l'importance pondérale du magasin, le poids spécifique des grains et leur densité de répartition.

Pour le rendement, les hétérosis par rapport au parent moyen sont dans l'ensemble élevés, étendus (255, 21). Par rapport aux lignées INDE, la lignée GAM se situe à un niveau de production relativement bas, comme le montre les hétérosis par rapport au parent commun (étendus, 414, 157).

7 hybrides sur 28 sont inférieurs au témoin L1 x L8, dans les limites des fluctuations aléatoires.

Les hybrides HZ, H , H23 sont les plus mauvais du point de vue de l'hétérosis, ils correspondent en effet à des parents moyens à niveau relativement élevé et les plus-values par rapport à ces parents sont statistiquement pas significatives.

En ce qui concerne le rendement au battage, aussi bien l'hétérosis par rapport au parent moyen que l'hétérosis par rapport au parent commun, sont négatifs pour l'ensemble sauf pour les hybrides : H4, H22, H1, H5 et H13.

Il semble donc que les gains substantiels obtenus en FI, ne soient pas tellement dû à une amélioration du rendement au battage par rapport aux parents, il y'aurait même une dépression de ce caractère. Ce résultat demande à être approfondie par d'autres test impliquant du matériel différent, pour esquisser une formulation générale de cette tendance, et voir comment en tenir compte dans les sélections. Des manipulations sont prévues dans ce sens,

b/ Mildiou

L'analyse de variance révèle des comportements significativement différents vis-à-vis du mildiou avec cependant des situations différentes d'un bloc à l'autre du point de vue attaques, et par conséquent situation de l'inoculum (quantité viabilité, facteurs du milieu conditionnant l'inféctivité) (cf : tableau suivant).

L'incidence moyenne est relativement basse (4,65). Le parent commun GAM 16569) et le témoin L1 x L8 ont une meilleure résistance vis-à-vis du sclérospora que les lignées INDE testées. Il est difficile au travers d'un test top cross de tirer une conclusion sur la nature des effets génétiques qui conditionnent la résistance; une étude plus appropriée.

Tableau III - Pourcentage d'attaque de mildiou - Analyse de variance.

Source	DDL	SCE	CM	F
Hybrides + parent	57	10 352,82	181,63	5,79 ***
Blocs	3	219,65	73,21	2,33 ***
Erreur	171	5 365,87	31,385	
Total	231	15 938,34		

$$\bar{X} = 4,65 \quad \text{****} \quad F > F_{\alpha} = 0,05, 0,01$$

Tableau IV : Incidence moyenne de mildiou pour les hybrides et leur parent Inde.

	Hi.	Di
H 1	1,25	1,39
2	2,14	3,34
3	1,96	0
4	2,05	13,98
5	2,46	0
6	0,96	0
7	2,18	18,72
8	1,04	0
9	1,14	4,94
10	5,07	0
11	27,19	2,94
12	a,90	0
13	6,02	16,57
14	1,04	0
15	6,32	8,80
16	0,00	0,00
17	1,00	0,00
18	1,19	6,67
19	12,35	3,13
20	0,00	0,00
21	1,39	20,84
22	0,00	2,79
23	22,52	0,00
24	5,14	18,48
25	17,94	0
26	0,00	0,00
27	0,00	2,27
28	9,67	2,94
GI	3,39	
L1 x L8	0,00	!

$$\triangle \min = 7,76$$

0,05

$$A \min = 10,20$$

0,01

(croisement triple) est en cc rs de concert avec le pathologiste .
aussi nous ne discuterons pas des valeurs relatives des hybrides par
rapport aux parents.

Il faut cependant r ter le niveau très bas des incidences
sur les hybrides . tableau (1).

C:onclusion

Les hybrides entre a lignée G1 (16569) et une série de
lignées indiennes se si tuent un trbs haut niveau de potentiel de
production, ils présentent en outre une incidence au mildiou faible on
moyenne .

Le choix des meille res combinaisons nous aura permis do
constituer des populations F2
des familles F2

Nous avons égaleme t prévu de constituer une Syno à mener
en sélection disruptive pou tenir compte des ségrégations architec-
turales, ce qui n'a pas été p ssible pendant cette contre-saison.