

1981/135

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE,

SECRETARIAT D'ETAT A LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE

CN0100767
F300
CA17

PREMIER SEMINAIRE SUR LA MAIS
les 21, 22 et 23 Janvier 1981
au CNRA Bambey

SYNTHESE DES TRAVAUX SUR L'AMELIORATION
DU MATS

Par P.A. Camara

Janvier 1981

Centre National de Recherches Agronomiques
de Bambey

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

-- AVANT-PROPOS --

L'agriculture sénégalaise occupe plus de 70 % de la population totale et représente 35 % de la production intérieure brute et participe pour 1/3 aux importations et 2/3 aux exportations. Elle connaît une diversification insuffisante du fait de la prépondérance de l'arachide qui occupe encore plus d'un million d'ha.

Le déficit céréalier du Sénégal est d'environ 3110.000 T par an dont 200.000 T représentent les importations en riz. Les importations céréalières interviennent pour 50 % dans le déficit de la balance commerciale.

Le Gouvernement du Sénégal a mis en place une politique d'autosuffisance alimentaire basée sur l'augmentation de la production céréalière. Vers la fin du VI^e plan grâce à cette politique, on devrait limiter les importations de céréales à 75.000 T pour une production nationale de 1.500.000 T de céréales dont 900.000 T de mil et 265.000 T du maïs.

La production actuelle de maïs au Sénégal est d'environ 45.000 T pour une superficie de 50.000 ha. Les objectifs du Ve plan de développement économique et social sont d'atteindre 80.500 T et ceux du VI^e plan 265.000 T pour arriver à l'autosuffisance. Comme vous pouvez le constater, nous sommes encore loin d'atteindre ce stade d'autosuffisance et un effort doit être fait pour une meilleure valorisation du maïs. C'est dans ce cadre que la recherche a mis au point des hybrides, composites et variété synthétique pour répondre à tous les types d'agriculture, afin que chaque paysan selon son niveau de technicité, puisse rentabiliser sa culture de maïs.

I - CHOIX D'UN OPERATEUR DE TRANSFORMATION

Depuis 1970, il n'y a eu que 2 cultivars qui étaient vulgarisés au niveau des paysans. Ces 2 cultivars sont représentés par la population locale améliorée Z410 et l'hybride complexe BDS III. Il est apparu que l'amélioration de la formule population locale x hybride double à travers soit la recherche de nouvelles lignées pures introduites ayant une meilleure aptitude à la combinaison avec les populations locales, soit l'amélioration de ces populations locales (par sélection récurrente avec test de lignées S1 ou test top-crosses avec l'hybride double) était limitée.

La sélection récurrente par test de lignées S1 bien qu'améliorant la valeur de la population locale sous sélection (verso, qualité du grain, hauteur) n'avait pas d'influence significative sur la valeur de l'hybride complexe comme l'ont montré les essais comparatifs.

Les tests top-cross avec pour tester l'hybride double bloquent toute possibilité de changement de la composition de l'hybride double.

L'impact favorable de l'hybride complexe BDS III au niveau des paysans et l'existence d'un service semencier national ont justifié la continuation de la recherche de formules hybrides. La recherche s'est orientée vers un schéma de sélection récurrente réciproque par l'aptitude à la combinaison entre 2 composites, créés de telle sorte que l'effet d'hétérosis soit au départ le meilleur possible.

Le programme de recherche variétale comporte les thèmes suivants :

1) - Introduction variétale (lignées pures, populations) et test de leur aptitude à la combinaison avec le composite A.

2) - Création d'un composite local à large variabilité génétique et sélection dans ce composite A.

3) - Création de composites de variétés introduites B et D.

4) - Sélection récurrente réciproque pour l'aptitude spécifique à la combinaison entre les composites A et B et A et 3.

5) - Recherche d'un maïs à haute teneur en lysine et tryptophane et à grains vitreux.

6) - Création d'une variété synthétique à partir de matériels introduits par full-sib.

7) - Création de variétés et composites à cycle de 120 jours pour la zone Sud des 1600 mm.

8) - Création d'un composite précoce de 70-75 jours pour la zone Centre Nord.

9) - Création de composites blanc et jaune dentés pour l'industrie de transformation.

Le choix de la méthode de sélection récurrente réciproque pour l'aptitude à la combinaison procède du fait que la sélection récurrente réciproque permet d'utiliser au maximum l'aptitude générale et l'aptitude spécifique à la combinaison. Elle est basée sur les descendanceos en top-cross. Comparée avec les méthodes de la sélection pour l'aptitude générale à la combinaison et l'aptitude spécifique à la combinaison sur la base de considérations biométriques théoriques, la sélection récurrente réciproque serait théoriquement supérieure aux deux. Elle serait meilleure que la sélection pour l'aptitude générale à la combinaison pour les loci où il existe de la superdominance et meilleure que la sélection pour l'aptitude spécifique à la combinaison pour les loci où il y a de la dominance partielle. Elle apparaît être généralement acceptée comme étant une méthode théoriquement valable et offre la possibilité d'utiliser au maximum les deux aptitudes à la combinaison. Sur la base de ce raisonnement, elle apparaît comme une combinaison des caractéristiques des deux et comprend en extension le test précoce. On retrouve en plus dans la sélection récurrente une variabilité génétique considérable après deux cycles de sélection, contrairement aux lignées autofécondées, où cette variabilité se dissipe assez vite. L'existence de blocs de gènes du téosinte ou tripsacum, n'affecte en rien la sélection récurrente réciproque soit favorablement ou pas. Comme toujours certains blocs de gènes montrent soit de la superdominance, soit une interaction non allélique, soit une ressemblance pour des allèles multiples, soit enfin un linkage dans la période de répulsion. Dans toutes ces situations, la sélection récurrente réciproque serait plus efficace que la sélection pour l'aptitude générale à la combinaison. Par extension, ces blocs de gènes peuvent être brisés en fin de compte par la recombinaison et l'action individuelle des gènes ne présente plus de caractère superdominant, dans ce cadre la sélection récurrente réciproque serait plus efficace que la sélection pour l'aptitude spécifique à la combinaison qui requiert le phénomène d'hétérosis.

D'une manière pratique, la sélection récurrente réciproque a les avantages suivants :

1) - La possibilité de création de deux composites complémentaires en utilisant les résultats de nombreux tests d'aptitude à la combinaison entre variétés introduites et populations locales,

2) - L'intérêt de disposer au départ dans chaque composite, d'une variabilité génétique importante conditionnant l'efficacité du schéma de sélection et surtout sa durée de vie.

3) - La possibilité de fournir rapidement à la vulgarisation des Formules hybrides non fixés du type lignée SI x lignée SI, le faible niveau d'homozygotie assurant une bonne vigueur des parents.

4) - La possibilité d'une amélioration parallèle des composites de départ ; les composites améliorés entrant à leur tour dans un schéma de sélection récurrente pour l'aptitude à la combinaison.

II - MATERIEL ET METHODE

A - Création d'hybrides

On est parti de 2 composites.

1) - Composite local

Il est constitué d'un mélange à part égal de 6 populations locales qui sont : Z110, Z137, Z187, Z119A, NAKA, NIORO). Les six populations prises comme femelles sont fécondées par un mélange des six populations. Ce type de recombinaison a été effectuée pendant 3 générations. à la 4^e génération, il n'y a plus eu d'individualisation des femelles.

2) - Composite d'introduction

Deux composites d'introduction ont été créés. Le premier est constitué d'un mélange à part égale d'hybrides entre 8 lignées (F64B, OH41B, R902B, CI91C, CI64, OH23B, T115, CI38BB) ayant montré une bonne aptitude à la combinaison avec les maïs locaux. Les 28 hybrides prisés comme entrées femelles sont fécondés par un mélange des 28 hybrides. Ce cycle de recombinaison a été effectué pendant 2 générations.

A ce pool de gènes ont été ajoutées 16 nouvelles lignées pures (H49, R 158, I 137 TN, E 2839, F 2834, Ia 606 C, H 848 W, G4, G 102, G 204, O 160 P, Ind 38-11, 22 J, 26 J, 27 J, 31 J). Deux cycles de recombinaison ont été faits au niveau de ce brassage de gènes. Ce composite est résistant à la verse et de taille moyenne avec une insertion basse de l'épi.

C3 composite porte le nom de B1

pour le deuxième composite après un test d'adaptabilité de 17 lignées du Missouri, 14 ont été retenues : il s'agit de : 870, 873, MO1W, MO3W; MO5, 1106, MO7, MO 11, MO 12, MO 13, MO 18, MO20, MO 21 R et MO 22. Ces derniers ont été croisés en top cross avec le composite local AC1R1 ayant subi 2 cycles de sélection récurrente. Les lignées MO 13 et MO 18 ont montré une très mauvaise aptitude à la combinaison avec le composite local, le restant des lignées a subi 3 cycles de recombinaison. Ce composite a été dénommé composite D. Il va être croisé en génération S1 avec le composite d'introduction AC1R1.

Ce volet création d'hybrides comporte 4 séries selon le degré d'amélioration des composites.

3) - Création de variété synthétique

Des introductions de 45 écotypes ont été effectuées à partir de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA à IBADAN au Nigéria) en 1977 et en 1978, 51 lignées ont été introduites à partir du CIMMYT à Mexico. Toutes ces lignées ont été mises en essai de comportement en 1978. On a retenu 21 lignées en provenance d' Ibadan et 32 du CIMMYT.

Des polycross ont été effectués entre les lignées composant chacune des 2 introductions pour mesurer l'aptitude générale à la combinaison à l'intérieur de chaque pool de gènes. Pour la série des lignées introduites du Nigéria 12 lignées ont été retenues pour leur valeur en aptitude à la combinaison et recombinaison et pour la série des lignées du CIMMYT 14 lignées ont été recombinaisonnées. Ces 2 pools ont subi 2 cycles de brassage de gènes avant qu'un top cross n'intervienne entre eux. Les essais top cross ont été mis en place à Bamboey et une sélection a été effectuée selon les critères suivants :

- hauteur de la plante ;
- hauteur de l'épi ;
- port de la plante ;
- sensibilité aux maladies.

Une pression de sélection de 20 % sera exercée sur le matériel avant l'intervention d'un full-sib.

C) - Recherche de maïs riche en lysine et Tryptophane

Des sources de matériels riches en lysine et tryptophane sont disponibles au département génétique et amélioration du maïs au CNRA de Bamboey. Des croisements de maïs opaques avec des populations locales avaient été déjà effectués mais pour un manque de matériel d'analyse des acides aminés au niveau du C.N.R.A. pour faire un screening a fait que le travail est stoppé actuellement. Mais, il semblerait qu'il existe des possibilités d'analyses au niveau de l'ORANA et de l'ITA. Des contacts seront pris avec ces deux organismes pour l'instauration d'une collaboration étroite.

D) - Création de composite à cycle de 120 jours.

Des introductions de 28 lignées en provenance du CIMMYT ont été testées cette année 1980 dans la station de Djibélor en Casamance. Le but de cet essai est de voir dans quelle mesure on pourrait faire descendre le maïs dans la zone des 1600 mm et également un éventuel remplacement en basse Casamance du riz par le maïs. Au stade de floraison de ces lignées, une sélection visuelle a pu être faite et 9 lignées semblent avoir une bonne adaptabilité pour cette zone.

Des essais de confirmation devront être menés lors de la prochaine saison d'hivernage.

E) - Composite précoce

La philosophie de ce thème de recherche repose sur l'obtention de vivre tir soudure quand on sait que la période critique pour le paysan se situe à quelques semaines de la récolte du mil. C'est dans cet esprit qu'un composite précoce de 70-75 jours a été créé pour la région des sols lourds de Thiès - Diourbal. Ainsi avant la récolte du mil, le paysan pourra disposer d'une céréale qu'il pourra consommer en vert d'abord avant de l'utiliser comme farine.

Des introductions variétales ont été effectuées essentiellement du Nigeria, de l'URSS, des USA. Sur 46 écotypes, 20 ont été retenus pour leur comportement et après mesure de l'aptitude à la combinaison intervariétale, 73 variétés ont servi comme entrées au composite précoce, il s'agit de : Mironovskij 25 MV, Kollektivny 6TV, Birkvinskij 11, Oneprovskij 247 MV, Lino py 76, WIR 16722, Line VZ 15 WIR 17217, Line Harkonskaja 46, Lino Y 22 WIR 11124, Line OS-143 WIR 1 2 3 6 1, Ibassahoué, A 256, LG9. F. Après plusieurs manipulations génétiques le composite peut entrer maintenant dans la phase de pré vulgarisation.

F) Maïs industriel

Il s'agit de 2 composites dentés l'un blanc, l'autre jaune. Le composite blanc est composé de 7 lignées ayant eu une bonne aptitude à la

combinaison entre elles. Ces lignées parentales sont blanco cristalino, Pantnagar 7421, AEDX Tuxpano, Cotaxtla 7421, Mezcla tropical blanco, ICA 7429, Guaymas 7522.

Pour le composite jaune les lignées parentales sont yellow H.E 02, ETO x Illinois, Ant x Rep. Dom., Delhi 7548 Pozra Rica 7535, Tlaltizapan 7548.

Chacun de ces composites a subi plusieurs cycles de recombinaison avec le système de "balanced seed" et une pression de sélection pour différents caractères portant sur la hauteur de la plante et de l'épi, la texture du grain et la sensibilité aux maladies.

La sélection récurrente a été appliquée à ces composites.

III - RESULTATS

1) - Création d'hybrides

Dans la première série S1 (A4) x S1 B1 (5) de la sélection récurrente réciproque pour l'aptitude spécifique à la combinaison pour la recherche d'hybrides intercomposites, trois hybrides intervariétaux (10 x 10 ; 80 x 80 ; 106 x 106) avaient été sélectionnés à partir de top cross effectués entre les 2 composites. Les rendements ont été significativement supérieurs ($P = 0,01$) au témoin BDS III.

En confirmation de ces résultats l'essai S1 (A4) x S1 B1 (5) a été reconduit pour voir si l'hybride 10 x 10 sera aussi performant par rapport aux deux autres hybrides. Effectivement il a représenté en 1977 au niveau des 3 stations (Nioro, Sinthiou Malème et Séfû) 171,5 % du témoin BDS III contre 169 % pour 80 x 80 et 141,6 % pour 106 x 106. Malgré la sécheresse qui avait sévi en 1977, les 3 hybrides atteignaient les rendements figurant dans le tableau ci-après.

Hybrides	Sinthiou	Nioro	Séfû	Moyenne	% BDS
10 x 10	4734	4277	609%	5034	171,5
80 x 80	5032	4179	5651	4970	169,0
106 x 106	3313	3396	5756	4155	141,6
BDS III	1775	2434	4535	2334	100,0

Les 3 hybrides se sont très bien comportés surtout l'hybride (10 x 10 (HVB 1) BDS III n'a pas eu un bon comportement vis-à-vis du manque d'eau. Il est certain que la plasticité de HVB 1 est plus grande que celle de BDS à cause de la diversité de l'apport génique de ses parents.

Le même essai reconduit en 1978 a donné les résultats suivants :

Hybrides	Sinthiou	Nioro	Séfa	Moyenne	% BDS
10 x 13	5933	5997	6580	6170	106,0
80 x 80	6196	6842	6177	6405	110,0
106 x 106	5656	5639	5154	548%	94,0
BDS III	5646	5904	5943	5831	100,0

L'analyse globale montre qu'il n'y a pas de différence significative ($P = 0,05$) entre 10 x 10 et 80 x 30 mais tous les deux sont significativement supérieurs à 106 x 106 ($P = 0,05$).

Sur 4 années d'essais, l'hybride 10 x 10 a été supérieur aux deux autres, trois années de suite.

L'hybride 13 x 10 a été testé dans les unités expérimentales pendant les années 1979 et 1980, il a confirmé sa performance sur BDS III et a eu un rendement supérieur de 20 % en moyenne sur BDS III. Il correspond génétiquement à un hybride double avec des parents vigoureux et faciles à reproduire.

Dans la 2^e série en 1978, les croisements SI A (C1) x SI B1 (5) et réciproquement ont été testés dans les stations de Nioro et Séfa. Le rendement moyen de l'essai est de 6 039 kg/ha. Il n'y a pas de différence significative entre les différents hybrides.

Le test de Keuls n'a pas montré de classes de rendement.

Pour le premier essai de la troisième série en 1979, l'analyse de variance n'est pas significative. L'hybride 28 x 35, le meilleur atteint un rendement de 6137 kg/ha. Le croisement inverse ne montre pas également de différence significative entre les hybrides top-cross. Le même essai dans la série A x B à Nioro, a montré 3 classes de rendement dont le meilleur hybride 153 x 182 atteint le record de 6804 kg/ha. Les plus mauvaises variétés sont justement les témoins ZM 10 avec 4 114 kg/ha et la BDS avec 4 569 kg/ha.

Pour la 2^e essai de la même série à Séfa, il est hautement significatif et le test de Keuls montra 3 classes de rendement. Le meilleur hybride est la 124 x 112 avec 5 931 kg/ha; à Nioro le numéro 37 x 37 du même essai atteint 6 058 kg/ha.

Pour le 3^e essai, il est hautement significatif à Séfa et le test de Keuls montra 2 classes de rendement. Le meilleur hybride est le 231 x 227 avec 5595 kg/ha.

Dans le croisement réciproque à Séfa et à Sinthiou, il n'y a pas de différence significative entre les hybrides. Les rendements vont de 5265 kg/ha à 3436 kg/ha. A Nioro, l'essai est significatif avec 2 groupes de rendement. Le meilleur hybride réciproque est le 222 x 227 avec 6282 kg/ha.

Dans la 4^e série, deux manipulations ont été effectuées. La première concerne le composite local A (C1 HI) ayant subi une génération de recombinaison après deux cycles de sélection récurrente a été croisé avec 14 lignées du Missouri (USA) pour mesurer les aptitudes à la combinaison.

Aucune moyenne des déviations au niveau des 3 stations n'est significativement ($P = 0,05$) différente de zéro. Ceci est dû au fait que certaines lignées ont montré un mauvais hétérosis avec le composite local. Toutefois le meilleur hybride Top cross atteint un gain moyen de rendement de 18 % supérieur à la moyenne des parents dans les essais placés dans ces localités différentes, ce qui implique des supériorités locales encore plus manquées.

L'analyse de variance montre des différences hautement significatives entre les hybrides.

La seconde concerne le croisement du même composite local A (C1 R1) avec son complémentaire B1 (5 R1). Les hybrides Top cross ont été mis cette année en essai au niveau de Nioro, Séfa et Sinthiou et d'après les résultats des hybrides pourraient retenus pour être vulgarisés par la suite :

2) - Création d'une variété synthétique

Des polycross avaient été effectués entre lignées en provenance de IITA d'Ibadan et du CIMMYT. Les essais ont été mis en place à Séfa et à Nioro. Pour la série des '77 (IITA) les rendements s'échelonnent de 5 136 kg/ha à 3065 kg/ha. Il existe une différence hautement significative entre les trinitants et les 1% meilleurs numéros ont été sélectionnés pour constituer le pool de genes '77.

Pour la série des 78, il y a eu une différence significative entre les traitements. Les rendements vont de 5498 kg/ha à 3661 kg/ha avec une moyenne des parents de 4733 kg/ha. De cet essai, 14 lignées ont été retenues après analyse pour constituer le pool '78.

Après plusieurs cycles de recombinaison du chacun de ces pools des top cross, ont été effectués entre les deux et les hybrides mis un essai cette année. Les analyses sont en cours pour voir quelles sont les parcelles qui seront retenues pour constituer les entrées servant à la création de la variété synthétique.

3) - Création de composites à cycle de 120 jours

Des essais ont été menés à la station de 3 jibélor en Casamance. D'après les résultats, certaines variétés pourront être recombinées pour créer un composite adapté à la zone.

4) - Composite précoce

Ce composite sera testé l'hivernage prochain dans les terres argileuses de Ndiémang et de Mbour. En station son rendement avoisine 2T/ha. Ce rendement pourra être maintenu en jouant sur la densité de plantation.

5) - Composites industriels

Ces composites sont au stade de multiplication de semences pour pouvoir être testés l'hivernage prochain dans les unités expérimentales ou chez le paysan.

6) - Variétés du CIMMYT

Plusieurs variétés du CIMMYT ont été testées depuis 1978 et certaines ont été sélectionnées pour leur adaptabilité et leur bon comportement du point de vue rendement. Ces variétés proviennent des essais ELVT 18.

ELUT 19, EVT 14 A, EVT 143 et EVT 15.

Tableau - Récapitulatif des rendements des variétés du CIMMYT
pour 1978 et 1979.

Variétés	1978		1979		Moyenne
	Séfa	Séfa	Nioro	Sinthiou	
Across 7624	5744	4247 a	4005 ab	2505 b	3585
Across 7635	5949	4581 a	4491 ab	2456 b	3842
Ferké (2) 7635	5867	4671 a	3974 ab	2455 b	3700
Across 7525	5325	4081 a	3707 b	2993 ab	3596
Nyankpala 7623	5649	4310 a	4699 ab	3310 ab	4106
Pool 22	5569	3781 a	4445 ab	2618 b	3614
Pozû Rica 7639	5416	4225 a	4507 ab	3006 ab	3912
Obregon 7738	5683	4036 a	4302 ab	3202 ab	3846
Tlaltizapan 7741	5163	4094 a	4973 ab	3432 ab	4165
Delhi (1) 7622	6437	3999 a	5143 ab	3990 ab	4175
Santa Rosa (1) 7624	5575	4333 a	4651 ab	2618 b	3867
Ferké (1) 7635	4721	4080 a	3739 ab	2372 b	3397
Ferké (1) 7526	6467	3735 a	3906 ab	2839 b	3493
Ferké (1) 7539	6032	3792 a	4484 ab	2962 ab	3746
Ferké (1) 7537	6164	4364 a	4523 ab	2480 b	3789
BDS III		5154 a	5294 a	3962 a	4803
C.V. %		15,4	12,3	14,1	

Les moyennes suivies de la même lettre n'ont pas de différence statistique au seuil de 5 %

Les rendements faibles à Sinthiou-Malème sont dus à des causes de verso. Certaines variétés ont eu plus de 50 % de pieds versés.

La variété Delhi (1) 7622 semble être une variété assez performante, mais Tlaltizapan 7741 est plus régulière en matière de rendement.

D'autres variétés du CIMMYT mises en essai en 1979 et qui ont eu un bon comportement ont été sélectionnées. Ces variétés proviennent des essais des LUT de 1979, il s'agit de : Santa Rosa 7823, Across 7623, Poza Rica 7822, Poza Rica (E) 7729, Tuxpeño caribe H.E. 02, Obregon 7740, Tlaltizapan 7740 et Across 7643. Elles ont été placées cette année au niveau des paysans de Thyssé Kaymor, de Doudoucar, Diendime et Saré-Domba Ndiadou en Casamance. En période de végétation, ces variétés semblaient plaire aux paysans.

IV - CONCLUSION

Le programme de génétique et amélioration du maïs est un programme important ut tient compte de tous les problèmes posés par le développement en matière de création variétale. C'est pourquoi, il a été apporté une diversification des obtentions végétales pour mieux répondre à l'agriculture sénégalaise qu'elle soit intensive ou extensive.

La recherche dispose actuellement de toute une gamme de cultivars qui répondent bien aux souhaits du développement rural. En effet des hybrides faciles à fabriquer sont disponibles, des variétés synthétiques sont presque en phase finale de création, des composites blancs et jaunes dentés pour l'industrie de transformation existent et également un composite précoce pour la zone Thiès-Diourbel est aussi disponible. Des variétés à cycle moyen de 120 jours sont en phase d'expérimentation. Actuellement avec toutes les créations variétales, on peut couvrir les 2/3 du Sénégal maïs, c'est-à-dire toutes les zones où les sols peuvent accueillir une culture de maïs, que cela soit en pluvial ou en irrigué.

Les efforts seront poursuivis pour améliorer davantage le rendement des cultivars ainsi obtenus ou créer d'autres plus performants.

Le programme de sélection du maïs au CNRA est en étroite coopération avec la majorité des Instituts internationaux s'occupant du maïs, il s'agit du CIMMYT à Mexico, de IITA à Ibadan au Nigéria, du SAFGRAD qui est un projet de l'OUA 3 Ouagadougou, de l'IRAT en France et de certaines coopératives agricoles françaises, de même qu'il est en relation étroite avec des programmes nationaux Africains.