

MÉTHODES D'AMÉLIORATION VARIÉTALE DES MILS ET SORGHOS * UTILISÉES AU CRA BAMBEY

par

M. BONO

Maître de Recherches
Directeur du Secteur de Recherches
et d'Expérimentation du Fleuve Sénégal

P. LECLERCQ

Chargé de Recherches Stagiaire
CRA Bambey

Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

Les travaux exposés ici ont été conduits par :

F. BOUFFIL, avant 1950.

F. CORRIOLS, 1950-1951.

L. SAUGER et M. BONO, 1952-1956.

M. BONO et J. MOUSSEAU, 1955-1956.

Y. DURAND, 1957-1958.

M. BONO et A. CHEVASSUS, 1959.

M. BONO, A. CHEVASSUS et P. LECLERCQ, 1960.

P. LECLERCQ, 1961-1962.

TITRE I

LES MILS **

Le Mil *Pennisetum* est une plante allogame par suite du décalage de la floraison mâle par rapport à la floraison femelle.

Les organes femelles sortent les premiers, deux à quatre jours environ avant l'apparition de premières étamines. La sortie des organes des deux sexes se fait progressivement du sommet de l'épi vers sa base.

Les méthodes d'amélioration utilisées au CRA de Bambey sont de deux ordres :

celles n'utilisant pas l'hybridation contrôlée,

celles l'utilisant afin d'exploiter au mieux le phénomène d'hétérosis.

* La rédaction du présent document a été assurée par M. BONO et P. LECLERCQ suivant notes indiquées en bas de pages.
** Cette partie est entièrement traitée par M. BONO.

1) MÉTHODES N'UTILISANT PAS L'HYBRIDATION

A) Présentation des méthodes.

1) SÉLECTION GÉNÉALOGIQUE.

Nous citerons cette méthode pour mémoire.

En effet, la production graine étant considérablement affectée par l'auto-fécondation forcée, nous n'avons jamais exploité directement cette sélection. Son but est de constituer une réserve de lignées pures à caractéristiques variées présentant de l'intérêt pour les croisements.

Des introductions faites essentiellement des différents Etats Africains, quelques-unes des Indes, ont été épurées et perpétuées par auto-fécondation forcée. Récemment, un grand nombre de types ont été introduits du Mali et du Niger.

2) SÉLECTION MASSALE COMPLEXE « DITE PAR FICHES PERFORÉES ».

Bien que les méthodes faisant intervenir l'hybridation contrôlée pour l'exploitation de l'hétérosis eussent dû être appliquées tout naturellement sur cette plante allogame, elles furent jugées, en 1950, trop prématurées. En effet, le degré d'évolution du paysannat local ne permettait pas d'envisager l'utilisation des hybrides à brève échéance; d'autre part, les sols beaucoup trop pauvres ne pouvaient permettre, pour de longues années encore, à des hybrides d'exprimer toute leur potentialité.

Il fut donc décidé de mettre au point une sélection massale complexe. Cette dernière, encore utilisée, a subi de nombreuses modifications au fur et à mesure que des responsables de la section des Mils et Sorghos se succédaient au CRA de Bambey.

Cette méthode technique s'inspire de celle mise au point par P. LARROQUE, par ailleurs utilisée à Bambey pendant trois ans puis abandonnée.

Il n'est pas dans notre intention d'en décrire ici la technique; cette dernière a été longuement exposée dans plusieurs publications (1) (2) (3) (4) (5).

Nous en retraçons brièvement l'évolution. Pour chaque population à améliorer, plus d'une vingtaine de caractères de la plante, dont le rendement, étaient étudiés.

1950, recherche d'associations éventuelles entre les divers états ou classes des différents caractères; ces derniers étaient pris deux à deux, trois à trois, etc., choix de pieds mère à haut rendement cumulant le plus de caractéristiques favorables.

1952-1953, simplification de la méthode précédente qui exigeait une interprétation statistique beaucoup trop longue; cette simplification aboutit à déterminer par simple calcul arithmétique l'état ou la classe d'un caractère qui était le plus étroitement lié au rendement.

L'usage de fiches perforables, une par état ou classe de caractère, permettait par leur simple superposition de faciliter le dénombrement des plants présentant en commun diverses caractéristiques d'où le nom de la méthode « par fiches perforées ».

Le pied mère choisi à haut rendement provenait du plant cumulant le plus de caractéristiques favorables.

1954-1955-1956, même méthode avec cependant une modification importante : choix de plusieurs pieds mères et non plus d'un seul.

1957-1958-1959, grâce à la collaboration avec le Centre Mécanographique de Dakar, détermination statistique des liaisons des états ou classes de chaque caractère avec le rendement, par un calcul du χ^2 ; choix de plusieurs pieds mères.

Depuis **1960**, simple multiplication des populations dites PC (parcelle complexe).

Le but de la méthode, quelles que soient les variantes, était de définir, pour chaque population, un complexe, c'est-à-dire un ensemble de caractères favorables à haut rendement.

Le « roguing » fut appliqué de 1952 à 1955 sur les plants ne présentant pas les caractères du complexe; depuis 1955, il fut supprimé afin de favoriser la variabilité génétique des populations.

(1) (2) (3) (4) (5) Voir bibliographie.

Depuis 1962 seulement, une méthode simplifiée est à l'essai; elle dérive de la précédente. Pour cette dernière, les interprétations statistiques faites depuis 1957 avaient montré que l'un des caractères, qui présentait les plus fortes liaisons avec le rendement, était le tallage.

La sélection simplifiée est basée sur l'élimination, avant floraison, des pieds tallant faiblement ou moyennement.

Parmi les plants qui subsistent dans la parcelle, sont choisis comme pieds mères, ceux qui présentent le plus de caractéristiques favorables : haut rendement, rendement au battage élevé, forte compacité, bonne longueur moyenne de l'épi. Ces trois derniers caractères ont également montré, à la suite d'interprétations statistiques, de très fortes liaisons avec le rendement.

D'autres caractères peuvent également être recherchés pour les pieds mères : aristation, résistance aux maladies, précocité, etc.

Cette méthode entraîne, par rapport à celle dont elle dérive, une économie considérable. Le choix des pieds mères peut être fait très rapidement.

B) Application de la sélection massale complexe et ses résultats.

Le lecteur trouvera tous les détails concernant cette partie dans *L'Agronomie Tropicale*, n° 9, 1962, « L'expérimentation variétale sur *Mil Pennisetum*. Les obstacles. Les résultats. L'orientation nouvelle de l'amélioration », par M. BONO.

Nous résumerons ci-après l'essentiel de cette publication pour les parties qui nous intéressent ici.

1) LIEUX D'APPLICATION.

La méthode de sélection fut appliquée au Sénégal et hors de cet Etat : en Haute-Volta et au Niger.

a) Sénégal.

Bambey : vingt-huit parcelles de sélections.

Hors Bambey : trois parcelles de sélections.

Ces trois parcelles implantées, la première à Nioro du Rip, la deuxième à Sinthiou Malème, la troisième à Guérina durent être abandonnées (personnel exécutant insuffisamment formé).

b) Haute-Volta.

Trois parcelles de sélections; elles furent rapidement abandonnées faute de moyens.

c) Niger.

Douze parcelles d'anciennetés diverses sont actuellement à l'étude.

2) RÉSULTATS.

Nous distinguerons deux séries de résultats :

α) ceux obtenus par l'efficacité de la méthode appliquée sur des populations non améliorées,

β) ceux obtenus par comparaison des sélections issues de Bambey avec les populations traditionnelles non améliorées.

α) Application de la méthode. Son efficacité.

A Bambey. Au cours des premières années de sélection, l'efficacité de la méthode fut constatée par des comparaisons non statistiques.

En 1957, dans un essai comparatif rigoureux (blocs de Fisher), furent comparées :

des populations sélectionnées choix 1956 (ascendances),

des populations sélectionnées choix 1957, issues des précédentes (descendances).

L'ensemble des descendances se révéla supérieur à l'ensemble des ascendances ($0,05 < P < 0,02$).

REMARQUES :

Nous pensons que l'efficacité de la méthode fut gênée pour les raisons suivantes :

1) Le Mil étant une plante allogame :

Les souches de départ ayant servi à créer la plupart des premières parcelles ont été assez mal choisies. Les semences provenaient de plants pollinisés librement, mais appartenant à des lignées pures de la sélection généalogique. On peut estimer que la variabilité génétique n'était pas suffisante.

La reconduction d'une parcelle de sélection d'une année à l'autre n'aurait pas dû être assurée par un seul pied mère mais par un grand nombre.

La contrainte imposée par l'application d'un complexe groupant trop de caractères a entraîné une homogénéité trop forte de chaque population. Cette homogénéité était particulièrement frappante quand on parcourait les champs de multiplication du CRA Bambey emblavés avec de la PC 19.

Elle a provoqué chez certaines sélections une baisse sensible dans le rendement, si l'on considère les résultats des essais comparatifs exécutés en 1957, 1960, 1961 en présence d'un témoin local.

2) Les sélections de Bambey ont porté essentiellement sur des sanios, c'est-à-dire des populations tardives. La pluviométrie moyenne de Bambey est de 650 mm avec des variations de 450 à 1.100 mm.

Si l'on considère les fluctuations de rendement d'une année sur l'autre pour la même population sélectionnée (800 kg à 2.500 kg/ha), on peut penser que la méthode risque d'être influencée par le milieu de Bambey.

AU NIGER.

Les résultats, que vient de nous adresser M. CATHERINET, Directeur des Services IRAT au Niger et responsable de cette expérimentation, pour deux sélections :

la première implantée à Dogo sur la population Tamangagi,

la deuxième implantée à Keita sur la population Guerguera,

sont les suivants par rapport à la population d'origine PO :

		Interprétation par parcelle	Interprétation par pied
Dogo			
1961	P 2 *	117 % S +	97 % N.S. —
	P 3	130 % S +	124 % Plausible

En 1962, les résultats n'ont pas confirmé ceux de 1961. M. CATHERINET nous signale que les rendements à l'hectare dérisoires de 1962 imposent la reprise des comparaisons précédents en 1963.

		Interprétation par parcelle	Interprétation par pied
Keita			
1961	P 2	105 % N.S. +	106 % N.S. +
	P 3	121 % S. +	111 % Plausible

1962 : les résultats ne sont pas parvenus.

β) Comparaison des sélections issues de Bambey aux populations traditionnelles non améliorées.

* P 1 Première descendance améliorée.
P 2 Deuxième descendance améliorée.
P 3 Troisième descendance améliorée.
S + Significativement supérieur.
NS + Non significativement supérieur.
NS — Non significativement inférieur.

AU SÉNÉGAL.

a) Bambey.

Des essais comparatifs de rendement ont été exécutés en 1957, 1960 et 1961. Il ne nous a pas paru intéressant de les répéter chaque année puisque des essais multilocaux, en milieu traditionnel et dans le fond les plus importants, étaient entrepris depuis 1957.

En 1957, dans l'essai comparatif implanté à Bambey, cinq populations sélectionnées furent statistiquement supérieures au témoin local avec des pourcentages d'amélioration allant de 30 à 68 %. Le rendement du témoin était de 802 kg hectares (12).

En 1960 et 1961, une seule population, la PC 11, se montre statistiquement supérieure au témoin avec des améliorations de 20 et 22 %. Rendement hectare du témoin : 1.060 kg en 1960, 2.000 kg en 1961.

b) Hors Bambey.

Depuis 1957, des essais multilocaux ont été entrepris au Sénégal. Pour de nombreuses raisons, longuement exposées par ailleurs, ils n'ont pu donner lieu qu'exceptionnellement à des interprétations valables (12).

Il résulte cependant de cette expérimentation que nos sélections sont seulement équivalentes aux témoins locaux dans les zones où la pluviométrie moyenne est supérieure à celle enregistrée à Bambey : Sénégal oriental, Casamance.

Une tentative d'interprétation dans l'« espace », faite par A. CHEVASSUS en 1960, montra que la sélection PC 19 était celle qui semblait montrer le plus d'intérêt par rapport aux populations locales. Le comportement de cette sélection est à confirmer.

AU MALI.

Les essais ont été supprimés après une seule année d'expérimentation ; les caractéristiques organoleptiques du grain des sélections Bambey ne convenant pas au Maliens.

AU NIGER.

Les essais comparatifs rigoureux faits à la station de Tarna ont montré, pour les sélections Bambey, des rendements pouvant aller jusqu'à :

350 % de la population locale servant de témoin lorsqu'elle était hâtive,

158 % de la population locale témoin lorsqu'elle était tardive.

Par ailleurs, du point de vue du goût, les sélections Bambey ont nettement surclassé des populations nigériennes (12).

II) MÉTHODES UTILISANT L'HYBRIDATION CONTRÔLÉE *

A) Intérêt des hybrides.

Le Mil est une plante allogame (puisque la floraison mâle commence en moyenne trois jours après la floraison femelle) et il paraît normal d'appliquer à sa sélection des méthodes ayant triomphé chez une autre plante allogame : le maïs. Il s'agit des méthodes faisant intervenir l'hétérosis. Il y a hétérosis quand le produit d'un croisement est supérieur à ses deux parents.

LES HYBRIDES COMPARÉS AUX LIGNÉES PARENTALES.

Aux Etats-Unis, BURTON a obtenu, pour le rendement en grain, 141 % du meilleur parent avec FI de Mil (*Pennisetum glaucum*).

M. DURAND, à Bambey, a produit déjà de cette façon des hybrides expérimentaux intéressants. Il a obtenu de petites quantités de semences hybrides en disposant des poquets isolés de différentes lignées au milieu d'une population, et en récoltant sur les lignées.

* Cette partie est traitée par P. LECLERCO, à l'exception du paragraphe E « Hybrides de Populations ».

En 1960, à Bambey, CHEVASSUS avait séparé, pour sept lignées de Mil, les grains issus d'autofécondation des grains issus de pollinisation libre.

Ces quatorze lots de grain ont été semés en 1961, la hauteur totale des plantes a été mesurée quarante jours après le semis, en appliquant les feuilles verticalement le long d'une règle graduée. Cette méthode permet d'évaluer rapidement, d'une façon chiffrée, la vigueur de végétation.

Pour six des sept lignées, la pollinisation libre augmente d'au moins 31 % et jusqu'à 50 % la hauteur totale des plantes à quarante jours.

Cette augmentation est significative au seuil 5 % pour cinq de ces sept lignées.

Les deux caractères, vigueur de végétation et rendement en grain, sont liés dans une certaine mesure et le cultivateur de mil sait qu'un champ qui a une végétation médiocre, un mois après le semis, ne donnera pas de bons rendements en grain.

A Bambey, on disposait, en 1962, de neuf hybrides ayant un parent mâle commun, et des dix lignées parentales (le parent mâle commun, plus neuf lignées différentes ayant servi de parents femelles). Chacun des dix-neuf lots de semence a été comparé, dans un essai couple à quatre répétitions, au Mil local cultivé dans la région de Bambey. Les hybrides et les lignées sont évaluées ci-dessous en pourcentage de ce témoin local (qui donnait 880 kg/ha).

RENDEMENT DE L'HYBRIDE	RENDEMENT DU PARENT FEMELLE	DÉSIGNATION DU PARENT FEMELLE
0,97	0,86	48-74 B
0,54	0,44	35-7 B
0,99	0,42	46-15
1,05	0,67	48-7 B
1,20	0,73	35-10
1,19	0,45	46-57
1,07	0,84	46-32
0,79	0,74	35-49
0,86	0,70	46-34

Rendement du parent mâle commun : $48.45 = 0,06$.

On voit que :

chaque hybride est supérieur à ses deux parents,
toutes les lignées sont inférieures à la variété locale, alors que quatre hybrides lui sont supérieurs.

Conclusion :

Les hybrides de Mil se sont montrés supérieurs aux lignées parentales pour le rendement en grain.

B) Techniques de fabrication des hybrides de Mil.

La fleur de Mil étant bisexuée, la castration à grande échelle, comme chez le maïs, n'est pas possible. Des lignées mâle-stériles, importées des Etats-Unis, n'ont pas pu être maintenues à Bambey à cause de conditions climatiques trop différentes. On sera donc obligé de récolter sur les plantes femelles un mélange de graines autofécondées et de graines hybrides. Mais BURTON, aux Etats-Unis, a montré qu'un tel mélange, s'il contient 50 % de graines hybrides, produit presque autant (99 %) qu'un lot entièrement hybride, si le semis est assez serré (1 cm d'intervalle sur la ligne).

L'explication la plus simple de ce phénomène est que les plantules hybrides plus vigoureuses éliminent les plantules autofécondées au début de la végétation, ce qui correspond bien à l'observation faite à Bambey : les plantes issues de pollinisation libre sont plus développées quarante jours après le semis que les plantes issues d'autofécondation.

1) FABRICATION A PETITE ÉCHELLE POUR LES ESSAIS COMPARATIFS DU SÉLECTIONNEUR.

Selon une idée de M. LE CONTE, les hybrides expérimentaux sont fabriqués de la façon suivante, en 1962 : dans un champ isolé de Mil, on sème en lignes alternées : parent mâle commun,

parent femelle n° 1, parent mâle commun, parent femelle n° 2, parent mâle commun, parent femelle n° 3, etc.

On coupe chaque épi des lignes femelles à mi-hauteur le jour de son apparition hors de la dernière feuille. Puis sur ces mêmes lignes femelles, on coiffe chaque épi d'un sac d'autofécondation en papier le jour où apparaissent les premières étamines. On ne fait aucun travail sur les lignes mâles. De cette façon, les épis des lignes femelles sont, pendant les deux ou trois jours de leur phase femelle, exposés au pollen du parent mâle. Dès le début de leur phase mâle, les épis des lignes femelles sont ensachés et ne peuvent libérer leur pollen dans l'atmosphère du champ, qui ne contient qu'une seule sorte de pollen : celui du parent mâle commun. On réalise ainsi de nombreux hybrides ayant un parent mâle commun. Si l'on veut réaliser des hybrides ayant un autre parent mâle, il faut utiliser un deuxième champ isolé du premier soit dans le temps (précocités différentes), soit dans l'espace.

Si quelques épis des lignes femelles présentent leur floraison femelle avant la floraison mâle des lignes mâles, il faut éliminer ces épis qui ne donneraient à la récolte que du grain autofécondé.

2) FABRICATION A GRANDE ÉCHELLE POUR LE CHAMP DU CULTIVATEUR.

Cette fabrication n'a pas encore été entreprise, mais on peut l'envisager de la façon suivante : les essais comparatifs ayant désigné le meilleur hybride, on cultive en lignes alternées les deux parents de cet hybride.

On récolte un mélange de graines hybrides et de graines non hybrides, mélange qui peut être fourni au cultivateur.

C) Hybrides faisant intervenir des lignées autofécondées.

Deux sortes d'hybrides ont été expérimentées en 1962 : hybrides entre lignées autofécondées et hybrides entre lignées autofécondées et population.

Les hybrides de la deuxième catégorie ont donné les meilleurs résultats.

En 1962, le meilleur hybride lignée-population représente 147 % du témoin local, lui est significativement supérieur en quatre répétitions (1.301 kg/ha contre 885 kg/ha, soit une différence de 416 kg/ha).

D) Sélections récurrentes dans les populations.

CHEVASSUS a mis en place, pour 1961, deux sortes de sélection récurrente :

sélection récurrente simple,
sélection récurrente réciproque.

Elles permettent de choisir dans une ou plusieurs populations les individus ayant la meilleure aptitude à la combinaison. Par définition, ces méthodes ne peuvent donner leurs premiers résultats qu'après trois ans de travail au minimum.

E) Hybrides entre populations *.

M. BONO, en 1959, guidé par des considérations pratiques et économiques, chercha à utiliser des hybrides de populations.

Le CRA de Bambey disposait de vingt-sept populations améliorées maintenues par la sélection massale complexe.

Un test d'aptitude fut exécuté ; chacune des vingt-sept populations fut croisée avec un testeur commun (Mil variété 165).

En 1960, CHEVASSUS testa en essai comparatif des hybrides et refit exécuter les croisements.

Dix-neuf hybrides se révélèrent supérieurs au meilleur de leur parent, femelle dans tous les cas.

* Cette partie est traitée par M. BONO.

Les résultats statistiques les plus intéressants furent les suivants :

POPULATION FEMELLE		HYBRIDE	
Meilleurs parents	Rendement kg/ha	Rendement kg/ha	% du meilleur parent
PC 24	831	1.181	142
PC 21	784	1.109	141
PC 15	987	1.353	137
PC 20	900	1.181	131
PC 18	975	1.181	121
PC 02	916	1.103	120
PC 10	828	988	119

En 1961, le test des hybrides ne confirma pas les résultats 1960. La raison de cet échec est-elle obligatoirement imputable aux populations ? Ces croisements n'ont jamais été refaits pour le confirmer.

Certains hybrides obtenus par cette méthode ont dépassé nettement les populations parentales. Deux critiques peuvent être soulevées pour la réalisation pratique à grande échelle de ces hybrides :

1) Le maintien des populations parentales identiques à elles-mêmes.

Il est évident que la sélection naturelle, jouant différemment selon les conditions climatiques des années successives, altérera une population alors qu'elle laissera une lignée pure identique à elle-même. Même en contraignant par une sélection homogénéisante les populations parentales, on court le risque de ne pas reproduire fidèlement la même population hybride.

2) Mélange, dans le champ du cultivateur de plantes hybrides et de plantes non hybrides indésirables.

Les graines non hybrides auront un certain niveau d'hétérosis puisqu'elles appartiennent à une population et non à une lignée homozygote. Ces graines donneront des plantes ayant une certaine vigueur de végétation, qui ne seront pas toutes éliminées par la concurrence des plantes hybrides, et le cultivateur aura dans son champ un grand nombre de plantes non hybrides à rendement inférieur.

*
**

Sans attendre les résultats du test d'aptitude sur les vingt-sept populations Bambey, M. BONO fabriqua, en 1959, à partir de certaines de ces populations ayant montré un comportement correct en collection testée en divers points de l'ex-AOF (Sénégal, Mali, Niger) des populations partiellement hybrides par semis dans le même poquet d'un mélange homogénéisé de semences provenant en parties égales de chacune des populations composantes.

Pour quatre populations hybrides sur cinq, le rendement fut en 1960 statistiquement supérieur à celui du meilleur des parents.

	Rendement (kg/ha)		% de rendement, hybrides sur le meilleur parent
	Hybrides	Meilleur parent	
1	994	987	101
2	1.138	941	120
3	1.038	922	112,5
4	1.103	941	117
5	1.019	916	111

La fabrication de populations hybrides de *Pennisetum* à partir de mélange de semences dans le même poquet est donc possible.

Cette méthode prête cependant le flanc à un certain nombre de critiques :

a) En fonction de l'état plus ou moins hétérozygote des populations se traduisant par une vigueur plus ou moins grande, on risque au cours du démariage de procéder à l'éradication de la population la moins vigoureuse et, par conséquent, d'éliminer ainsi l'un des parents.

b) La récolte effectuée en vrac, sans tenir compte de l'origine des pieds porte-grains, risque de conduire à une vigueur hybride très moyenne (notion de sens des croisements dû à l'effet maternel).

*
**

CONCLUSION. RÉSUMÉ. — *Les méthodes d'amélioration des Mils utilisées par le CRA de Bambey au Sénégal et hors du Sénégal font ou ont fait appel à des conceptions différentes :*

a) *non-utilisation de l'hybridation,*

b) *utilisation de l'hybridation. contrôlée ou non, en vue de la meilleure exploitation de l'hétérosis.*

a) **MÉTHODES N'UTILISANT PAS L'HYBRIDATION.**

α) *Sélection généalogique.*

Cette sélection n'est pas directement exploitable; elle sert à constituer une réserve très intéressante de lignées pures.

β) *Sélection massale complexe.*

L'application, sur des populations locales non améliorées montre, à Bambey ou hors Bambey, que cette méthode est efficace; elle permet des améliorations allant jusqu'à 30 %.

Les sélections issues de Bambey ont eu, en fonction de la localisation des essais, des rendements de l'ordre de :

120 % à 168 % (à Bambey).

158 % à 350 % (au Niger) par rapport à ceux des populations locales servant de témoin.

γ) *Sélection massale simplifiée.*

Cette méthode dérivée de la précédente, mais considérablement simplifiée, est utilisée depuis 1962 seulement. Les premiers résultats seront connus en fin 1963.

b) **MÉTHODES UTILISANT L'HYBRIDATION.**

α) *Hybrides utilisant les lignées.*

Plusieurs expériences faites à Bambey ont montré l'intérêt des méthodes de sélection exploitant l'hétérosis.

Pour l'instant, les hybrides obtenus à partir du croisement d'une population par une lignée pure ont donné comme meilleur résultat jusqu'à 147 % de la population locale.

β) *Hybrides utilisant les populations.*

Des hybrides obtenus à partir du croisement d'une population sélectionnée par une autre population sélectionnée ont également donné des résultats intéressants jusqu'à 142 % du meilleur des deux parents. Ces résultats demandent confirmation.

La fabrication des hybrides par croisement d'une population par une lignée pure sur de grandes surfaces peut être conçue de la manière suivante : culture des deux parents en rangs alternés et récolte sur les rangs de la lignée.

Des résultats favorables ont été obtenus par la culture en mélange de plusieurs populations dans le même poquet. Cette méthode demande à être précisée dans ses modalités d'application.

SUMMARY.—*The methods of millet improvement used by Bambey CRA in Senegal and outside Senegal appeal or have appealed to different conceptions :*

without hybridization,

with hybridization checked or not for a better utilization of heterosis.

a) **METHODS WITHOUT HYBRIDIZATION.**

α) *Pedigree selection.*

This kind of selection cannot be directly used; it allows to establish a very interesting reserve of pure lines.

β) *Complex mass selection.*

Its application on local unimproved populations indicates at Bambey or outside Bambey that this method is efficient, it allows to obtain improvements up to 30 %.

The selections obtained at Bambey have produced according to trial location, yields of:

120 % to 168 % (at Bambey),

158 % to 350 % (in Niger) in relation to those of local populations taken as control.

γ) *Simplified mass selection.*

This method that derived from the former but is greatly simplified has been used only since 1962. Its first results will be known at the end of 1963.

b) **METHODS WITH HYBRIDIZATION.**

α) *Hybrids from lines.*

Several trials carried out at Bambey have shown the interest of these selection methods based on heterosis.

Presently the hybrids obtained by crossbreeding between a population and a pure line have given up to 147 % of the local population as best results.

β) *Hybrids from populations.*

Hybrids obtained from the crossbreeding of a selected population with another selected population have also given interesting results up to 142 % of the better of the two parents. These results should be confirmed.

Hybrid breeding by crossbreeding between a population and a pure line on great areas can be conceived in the following way: planting of the two parents in alternate rows and harvesting of the pure line rows.

Favourable results have been obtained by mixed cultivation of several populations in the same seed-hole. This method must be specified in its of application modes.

RESUMEN. — *Los métodos de mejoramiento de los mijos utilizados en el CRA de Bambey en Senegal y en otros territorios se inspiran de dos principios diferentes :*

no utilizan la hibridación,

utilizan la hibridación controlada o no para aprovechar de mejor modo la hetérosis.

a) **MÉTODOS NO BASADOS SOBRE LA HIBRIDACIÓN.**

α) *Selección genealógica.*

Esta selección no se puede aprovechar directamente, pero constituye una reserva de líneas puras muy interesante.

β) *Selección masal complexa.*

Con poblaciones locales no mejoradas, en Bambey o en otras localidades, este método es eficiente pues permite mejoramientos que pueden alcanzar un 30 %.

Las selecciones procedientes de Bambey dieron, en función de la localización de los ensayos, rendimientos que alcanzaron un

120 %-168 % (en Bambey),

158 %-350 % (en Niger) comparados con los de las poblaciones locales testigos.

γ) *Selección masal simplificada.*

Este método deriva del precedente. Ha sido considerablemente simplificado y se utiliza desde 1962 solamente. Los primeros resultados se obtendrán a fines de 1963.

b) **MÉTODOS BASADOS SOBRE LA HIBRIDACIÓN.**

α) *Híbridos con utilización de las líneas.*

Varios experimentos hechos en Bambey mostraron las ventajas de los métodos de selección que se basan sobre la hetérosis,

Los mejores rendimientos obtenidos actualmente con híbridos procedientes del cruzamiento de una población con una línea pura alcanzan el 147 % de los de la población local.

β) Híbridos con utilización de las poblaciones.

Los híbridos procedientes del cruzamiento de una población con otra población seleccionada han dado también buenos resultados que alcanzan el 142 % del genitor superior. Estos rendimientos deben confirmarse.

La fabricación de híbridos por cruzamiento de una población con una línea pura en áreas extensas puede hacerse del modo siguiente : cultivo de los dos genitores en filas alternadas y recolección en las filas de la línea.

El cultivo de varias poblaciones en un mismo hoyo de siembra dió buenos resultados pero este método ha de precisarse en lo tocante a las modalidades de aplicación.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) CORRIOLS (J.). Essai de sélection du mil par une méthode statistique. Ann. CRA Bambey, 1961, p. 101-19.
- (2) SAUGER (L.), BONO (M.). Sélection rapide des plantes allogames : un essai de sélection généalogique sans autopollinisation artificielle. *L'Agronomie Tropicale*, n° 6, 514-37, 1953.
- (3) BONO (M.). Des caractères dans la sélection des sorghos et des mils *Pennisetum*. Conférence Franco-Britannique Arachide-Mil, Bambey, 6-13 septembre 1954.
- (4) BONO (M.), DURAND (Y.), MOUSSEAU (J.). Contribution à l'étude des populations sélectionnées de mil (*Pennisetum typhoides*). Annales CRA Bambey, Année 1957 (2^e partie), Année 1958.
- (5) DURAND (Y.). Vers une amélioration apportée à la sélection des mils par la méthode des fiches perforées. Annales du CRA Bambey, 1958.
- (6) DURAND (Y.). Note sur l'aptitude générale à la combinaison de quelques lignées pures de mil (*Pennisetum typhoides*). Annales CRA Bambey, Année 1957 (2^e partie), Année 1958.
- (7) BURTON (G.). 1948. The performance of various mixtures of hybrid and parental inbred pearl millet, *Pennisetum glaucum* (L.). Journ. Am. Soc. Agr., vol. 40, n° 10, p. 908-15.
- (8) KADAM, PATEL, KULKARNI (1940). Conséquence of inbreeding in bajri. *The Jour. of Hered.*, vol. 31, n° 4, p. 201-41, p. 153-6.
- (9) LONNQUIST (1949). The development and performance of synthetic varieties of corn. *Agro. Jour.*, vol. 41, p. 153-6.
- (10) VINCHON (1949). Etude sur la génétique des *Pennisetum* cultivés. *L'Agr. Trop.*, vol. IV, p. 451-85.
- (11) BONO (M.). Etude et évolution sur deux campagnes (1957 et 1958) des caractères utilisés dans la sélection des mils *Pennisetum* par la méthode dite des « fiches perforées », pratiquée au CRA de Bambey. Annales du CRA Bambey, Année 1957 (2^e partie), Année 1958.
- (12) BONO (M.). L'expérimentation variétale sur mil *Pennisetum*. Les obstacles. Les résultats. L'orientation nouvelle de l'amélioration. *L'Agronomie Tropicale*, n° 9, sept. 1962, p. 734.

TITRE II

LES SORGHOS

Les méthodes d'amélioration utilisées font appel à deux techniques :
celles n'utilisant pas l'hybridation,
celles la faisant intervenir.

1) MÉTHODES N'UTILISANT PAS L'HYBRIDATION *

Deux méthodes ont été utilisées :

A) L'exploitation de la lignée pure.

B) La sélection massale sur les populations locales.

* Cette partie de la publication a été traitée par M. BONO.

A) Exploitation de la lignée pure.

De 1950 à 1962, de nombreuses introductions ont été faites au CRA de Bambey provenant :

a) d'Afrique : Sénégal, Mali, Guinée, Niger, Haute-Volta, Côte-d'Ivoire, Tchad, Cameroun, Togo, Congo ex-Belge, Rhodésie, Afrique du Sud.

b) d'Asie : Indes.

c) d'Amérique : Etats-Unis.

Toutes ces introductions, plus de trois cents, épurées par auto-fécondation, ont fourni des lignées pures présentant entre elles des caractéristiques différentes en ce qui concerne :

la longueur du cycle végétatif qui peut s'étendre de 90 à 170 jours,
la longueur de la tige prise jusqu'à la dernière feuille variant de 0,60 m à 3,20 m,
la couleur du grain, brun, rouge, violet, blanc, jaune d'endosperme ou de tégument,
le poids de mille grains variant de 18 à 50 g,
la vitrosité du grain,
la longueur de la panicule variant de 10 à 50 cm,
la compacité de la panicule,
etc.,

que ce soit au Sénégal (à Bambey ou hors Bambey) ou à l'extérieur du Sénégal, cet important matériel a été testé à la manière suivante :

Premier stade. Etablissement de collections testées importantes à deux répétitions en présence de populations locales dont l'une, la plus répandue dans la zone d'implantation de la collection, servait de témoin.

Deuxième stade. Etablissement d'essais comparatifs rigoureux à partir des résultats des collections testées, ces dernières ayant permis d'éliminer les lignées les moins intéressantes.

Les résultats de cette expérimentation ont été décevants :

Le comportement des lignées a été très irrégulier au cours des années. Par ailleurs, les résultats des essais faits hors stations étaient souvent inexploitable.

Les rares lignées qui se sont montrées intéressantes du point de vue du rendement ont été boudées ou nettement rejetées par le cultivateur consommateur.

Ainsi la 51-59, originaire du Tchad, cultivée en grande parcelle au Niger (station de Kolo), dans des conditions écologiques très favorables, a donné des rendements égaux (4 t/ha) à ceux obtenus avec Hazera 610, hybride israélien cultivé dans les mêmes conditions. Elle n'a subi qu'une vulgarisation très limitée.

La 51-93, originaire du Tchad, essayée au Mali (M'Pésoba), régulièrement et statistiquement supérieure au témoin local (20 à 58 %), a dû être retirée des essais.

La raison de la réticence ou du refus du cultivateur à l'égard de ces lignées venait de ce que leurs grains présentaient des caractéristiques organoleptiques défavorables.

RÉSUMÉ. — L'exploitation de la lignée pure a été un échec. Cependant, l'importante collection du CRA de Bambey demeure une source précieuse de matériel pour les hybridations.

B) Sélection sur place dans les populations locales.

Dès 1957, sans attendre les résultats de l'exploitation des lignées pures, ce qui aurait pu demander de nombreuses années pour aboutir, ont été entreprises des sélections dans les populations locales « sur place », c'est-à-dire dans le milieu même où elles étaient cultivées.

Ces sélections, pour qui connaît les problèmes qui se posent en matière d'amélioration végétale pour l'alimentation humaine en Afrique, présentaient, au départ, l'avantage incontestable de viser à fournir au consommateur une population plus productive qu'il accepterait sûrement, puisque issue d'une population qu'il utilisait traditionnellement.

Nous avons insisté, par ailleurs, sur les exigences du consommateur en matière de goût, couleur, etc.

Dans notre esprit, ces sélections devaient constituer un stade transitoire, en attendant des résultats apportés soit par les tests de lignées pures, soit par les techniques faisant intervenir l'hybridation, ces dernières étudiées également dès 1957,

Les populations à améliorer, de même que les objectifs de sélection, étaient définis par les services locaux de l'Agriculture après une enquête sérieuse.

1) TECHNIQUE DE SÉLECTION.

La technique adoptée devait être :

assez simple pour pouvoir être appliquée facilement hors des stations,
rapide.

Le choix s'est porté sur une sélection massale-pedigree du type de celle utilisée par Harland pour le cotonnier.

Les diverses phases sont les suivantes :

a) Première année.

Prélèvement de panicules dans une population en divers points de son aire de culture ; semis en mélange des grains de ces panicules en une parcelle de deux mille poquets utiles demariés à un plant et disposés en quarante lignes de cinquante poquets chacune.

A la récolte, choix de pieds mères les plus intéressants pour les différents caractères travaillés : A, B, C, D, de la manière suivante :

α) établissement pour l'ensemble des plants de la parcelle, de la moyenne pour le caractère A ; élimination de tous les plants présentant pour ce caractère une valeur inférieure à la moyenne,

β) sur l'ensemble des plants restants, établissement de la moyenne pour le caractère B ; élimination de tous les plants présentant pour ce caractère une valeur inférieure à la moyenne,

γ) sur le nouvel ensemble des plants conservés, établissements de la moyenne pour le caractère C ; élimination de, etc.,

δ) même processus pour le caractère D.

En fin de première année, il reste donc, après toutes les éliminations successives, un nombre X de pieds mères, environ cent ; ce nombre jugé trop fort pour des raisons d'exécution matérielle de la sélection a été ramené à cinquante par un nouveau choix sur le rendement.

Les caractères travaillés pouvaient être :

mesurables : rendement, longueur du cycle, longueur de la tige, taille de la panicule, etc.,

appréciées : couleur, vitrosité, couche brune du grain, résistance au charbon, etc.

Dans le cas, où un caractère apprécié était imposé : grain blanc par exemple, l'analyse de la récolte débutait par l'élimination de tous les plants ne portant pas de grain blanc, quels que soient leurs rendements.

b) Deuxième année.

Semis en ligne et en deux répétitions de la récolte de chacun des cinquante pieds mères conservés en fin de première année.

A la récolte :

Etablissement, sur l'ensemble des lignes, de la moyenne pour le caractère A. Elimination des lignes présentant des valeurs inférieures à la moyenne pour le caractère A.

Sur l'ensemble des lignes conservées, établissement de la moyenne pour le caractère B. Elimination des lignes, etc.

Même processus pour les caractères C et D.

Enfin, dans chaque ligne conservée, choix des pieds mères pour l'année suivante à l'aide du même processus : établissement de la moyenne sur l'ensemble des pieds de la ligne pour A, puis élimination, etc.

c) Troisième et quatrième année.

Mêmes opérations.

Dès la deuxième année, un essai comparatif était établi pour évaluer le progrès de la première descendance améliorée sur la population d'origine.

Les semences de la descendance améliorée provenaient d'un prélèvement égal sur tous les pieds mères choisis; celles de la population d'origine étaient issues des lignes de bordures de la parcelle de première année ou, mieux, d'une parcelle spécialement dévolue à la reproduction annuelle de la population d'origine.

Les comparaisons se poursuivent les années suivantes entre la population d'origine et les descendances améliorées successives.

A partir du moment, où l'amélioration est jugée suffisante, le mélange des pieds mères choisis en fin de troisième ou quatrième année est livrée à la multiplication.

2) RÉSULTATS.

Des sélections ont été implantées au Sénégal (une seule à Bambey), au Mali, au Niger, en Mauritanie.

La plupart ont subi des difficultés; certaines ont été abandonnées, d'autres ont souffert de la mutation fréquente du personnel, qui les avait en charge, ou, plus simplement, ont été mal conduites.

a) SÉNÉGAL. BAMBEY.

La technique de sélection fut essayée, en 1957, sur une population Congossane déjà améliorée massalement au CRA depuis plusieurs années. Cette population était utilisée pour les essais divers et régulièrement multipliée.

Les progrès amenés par les descendances améliorées successives n'ont pu être testés, la population d'origine ayant été perdue.

La seule comparaison possible a été celle faite entre les descendances 1958 : 1.106 kg/ha et 1959 : 1.165 kg/ha.

En conclusion, l'efficacité de la sélection n'a pu être testée à Bambey, faute d'éléments comparables.

b) MALI.*.

Nous avons les résultats de quatre sélections implantées :

- la première à Nioro du Sahel sur la population Nieniko,
- la deuxième à Konodomini sur la population Kenike de Ségou,
- la troisième à M'Pesoba sur la population Tiemary,
- la quatrième au Samanko (Bamako) sur la population Bimberi.

Il n'y a pas de résultats positifs pour les deux dernières.

Pour les premières, les comparaisons des deux descendances améliorées successives P1 et P2 à la population d'origine P0 ont donné les résultats suivants :

	Par parcelle	Par pied
1) Nioro du Sahel (Nieniko).		
1962 P1	155 % HS +	127 % S +
P2	164 % THS +	136 % S +
Rendement de P0 : 1.820 kg/ha.		
P2 : 2.985 kg/ha.		
2) Konodomini (Kenike Ségou).		
1961 P1	111 % NS +	130 % S +
P2	131 % HS +	106 % NS +
Rendement de P0 : 1.698 kg/ha.		
P2 : 2.224 kg/ha.		

1962. La P3 issue de P2 n'a pas confirmé sa supériorité sur la P0 dans l'interprétation par parcelle.

1963. P3	109 % NS +	141 % THS
Rendement de P0 : 748 kg/ha.		

Toutefois, les fluctuations dans le rendement de la P0 : 1.698 kg en 1961 et 748 kg en 1962 peuvent indiquer que les conditions de l'année 1962 ont pu empêcher P3 d'exprimer sa supériorité. Cette hypothèse devra être confirmée en 1963.

* Les résultats nous ont été donnés par P. BOUCHET, Directeur de la Recherche Agronomique au Mali, responsable de cette expérimentation.

c) NIGER *.

Nous avons les résultats pour les deux sélections implantées.

- 1) l'une à Keita sur la population Djanjare,
- 2) l'autre à Matankari sur la population Bagoba.

Par rapport à la population d'origine P0 non améliorée, nous constatons :

	Par parcelle	Par pied
1) Keita (Djanjare).		
1961. P1	136 % S +	126 % Plausible
Rendement de P0 : 837 kg/ha.		
P1 : 1.137 kg/ha.		
1962. Résultats non encore parvenus.		
2) Matankari (Bagoba).		
1961. P1	120 % NS +	
Rendement de P0 : 225 kg/ha.		
P1 : 306 kg/ha.		
1962. P2	176 % S +	136 % S +
Rendement de P0 : 961 kg/ha.		
P2 : 1.580 kg/ha.		

d) MAURITANIE.

Les sélections entreprises à Kaédi ont dû être abandonnées faute de moyens.

REMARQUES SUR LES RÉSULTATS.

a) La première constatation qui s'impose est l'irrégularité des résultats. Quelles en sont les causes ?

La première, indiscutablement la plus importante, déjà citée plus haut, provient de la mauvaise conduite de ces sélections.

La deuxième, de ce que certaines populations de départ ont été mal choisies. Pour que cette technique de sélection réussisse, il faut que la population d'origine soit dotée d'une variabilité génétique certaine.

Dans les résultats qui ont été donnés ci-dessus, deux populations au moins présentaient un défaut de variabilité génétique :

Congossane (station de Bambey) qui avait déjà subi une longue sélection massale et qui était très homogène.

Tiémary (M'Pésoba) qui était aussi sélectionnée depuis de longues années en station et également très homogène.

b) Certains résultats sont spectaculaires, et plus qu'encourageants :

- 64 % d'augmentation de rendement en deuxième génération au Mali,
- 76 % au Niger en deuxième génération.

Il apparaît donc que, pour certaines populations locales, la sélection massale pratiquée par le cultivateur n'affecte pas outre mesure une action plus précise du sélectionneur.

3) RÉSUMÉ.

a) Depuis 1957, le CRA de Bambey a entrepris des sélections de Sorgho basées sur une technique massale pédigrée du type Harland.

En première année la technique consiste à choisir, dans une population, des pieds mères, après éliminations successives d'individus indésirables, en fonction de la valeur moyenne établie pour chacun des caractères travaillés.

L'année suivante, ces pieds mères donnent chacun naissance à une ligne répétée deux fois.

Les meilleures lignes sont déterminées suivant le même processus que celui utilisé en première année pour les premiers pieds mères ; à l'intérieur de ces lignes et de la même manière, les meilleurs plants sont retenus.

Un essai comparatif, conduit à partir de la deuxième année, permet de tester la valeur des descendance successives par rapport à la souche d'origine.

* Les résultats obtenus nous ont été communiqués par M. CATHERINET, Directeur des Services IRAT du Niger, responsable de cette expérimentation.

Quand l'amélioration obtenue est jugée suffisante, la population améliorée est multipliée.

b) Des échecs sont assez fréquents, mais des résultats spectaculaires peuvent être obtenus. Les améliorations de rendement, par rapport à la population d'origine, vérifiées statistiquement peuvent aller jusqu'à 76 %.

c) La réussite de ces sélections, assez simples à entreprendre, est soumise à deux conditions : conduite soigneuse par un personnel stable, suffisamment entraîné mais sans formation poussée,

choix d'une population de départ offrant une bonne variabilité génétique et n'ayant pas été antérieurement sélectionnée.

d) Enfin, et surtout, les produits issus de ces sélections sont sûrement acceptés par le consommateur puisqu'ils proviennent de populations qu'il cultive traditionnellement.

Ce dernier point est capital; en effet, nous avons constaté par l'expérience que le rendement seul n'était pas un facteur déterminant pour la vulgarisation. Des lignées pures ou des hybrides à haut rendement, étrangers aux cultivateurs, sont boudés ou rejetés parce que leurs grains présentent des caractéristiques jugées défavorables.

Ces sélections type Harland peuvent donc très bien servir d'amélioration transitoire en attendant une amélioration plus sensible par l'emploi de lignées pures ou d'hybrides locaux.

Nous pensons que pour le Sénégal, le Mali, la Haute-Volta affectionnant plus particulièrement, en culture d'hivernage, les sorghos appartenant à la subsérie *guineensis* de Snowden, un effort particulier pour l'obtention de mâles stériles de ce type doit être fait. En effet, à notre connaissance, le type *guineensis* n'a jamais servi de géniteur pour les hybrides étrangers actuellement connus et destinés essentiellement à l'alimentation du bétail.

II) MÉTHODES UTILISANT L'HYBRIDATION *

A) Sélection dans les lignées issues de croisements.

1) TRAVAUX EFFECTUÉS.

En 1955, des essais de castration de Sorgho à l'eau chaude, inspirés de travaux américains, montrent à Bambey que la température de 48,5° paraît convenable.

En 1956, les essais sont renouvelés et permettent la même conclusion.

En 1960, des hybridations, après castration à l'eau chaude, sont effectuées en utilisant toujours comme parent femelle une variété à plantule verte et comme parent mâle une variété à plantule rouge. Les plantules hybrides rouges sont distinguées facilement des plantules vertes d'autofécondation.

Les croisements sont les suivants :

Martin $\times$ Early Hegari (deux variétés naines américaines).
 50-70 $\times$ 51-145 variétés africaines de plus de 2 m.
 50-70 $\times$ 51-59 id.

50-70 a une panicule lâche, un petit grain vitreux.

51-145 et 51-59 une panicule compacte, un gros grain farineux.

Les F1 ont été semées au 1^{er} janvier 1961, cultivées sous irrigation par aspersion, ce qui a permis de disposer de graines F2 pour le semis d'hivernage 1961.

Dans les panicules F2, en fin d'hivernage 1961, un choix a été fait pour le poids de grain par pied. Il est apparu des individus de plus de 2 m dans la descendance du croisement entre nains américains, ce que la théorie laissait prévoir (3) (4). En effet, Martin 60 cm, a un seul gène dominant pour la taille : Dw2.

Early Hegari, 90 cm, a deux gènes dominants pour la taille, Dw1 et Dw3. Le croisement fait apparaître en F2 des individus ayant trois gènes dominants pour la taille : Dw1, Dw2, Dw3, et mesurant donc plus de 1,50 m. Ces individus, non utilisables aux Etats-Unis puisqu'ils ne con-

* Cette partie de la publication a été traitée par P. LECLERCQ.

viennent pas à la récolte à la machine, peuvent être intéressants en Afrique tropicale. En effet, ARNON (5) en Israël a montré que les rendements les plus forts étaient obtenus avec des plantes trop hautes pour la moissonneuse-batteuse.

Les grains F3 des pieds choisis dans les trois croisements de 1960 ont été semés sous irrigation en février 1962, produisant des grains F4 pour le semis de saison des pluies 1962.

Onze autres croisements ont été effectués en saison des pluies 1961 et les graines F2 correspondantes ont été semées en saison des pluies 1962. En fin d'hivernage 1962, dans les F4, F2, six cent trente-huit panicules ont été choisies pour l'établissement de nouvelles lignées. Les perspectives qui ont guidé les croisements et les sélections dans ces croisements sont exposées ci-dessous :

2) BUTS ET PROGRAMME DE SÉLECTION.

L'hybridation du Sorgho fait apparaître de très nombreux individus, où il est nécessaire de choisir dès la F2, puisque le semis d'une seule graine F1 peut donner naissance à mille graines F2. Le semis de toute la descendance F3 issue d'une seule graine F1 peut être matériellement impossible. Il vaut mieux choisir en F2 pour ces caractères à hérédité simple, comme la couleur du grain, la taille, la précocité, et accessoirement le rendement, qu'on ne peut pas considérer comme héréditairement fixé en F2.

Quelles seront les couleur, taille, précocité à retenir ? En 1961, des essais comparatifs de dégustation ont montré après interprétation statistique que les consommateurs préfèrent généralement le grain blanc au grain coloré, et plus spécialement la farine blanche à la farine colorée. La taille, pour les raisons précédemment exposées, devra être comprise entre 1,50 m et 2 m. Pour les rendements maximum d'hivernage, la précocité est variable selon la latitude. Par exemple, au Nord du Sénégal (Louga) la précocité des Sorghos originaires des pays tempérés (quatre-vingt-dix à cent jours) paraît convenable, et l'hybride israélien Hazera 610 s'y est révélé plus intéressant qu'ailleurs.

A la latitude de Bambey, la meilleure variété a un cycle de cent vingt jours ; en Casamance, à Séfa, les essais de rendement placent généralement en tête des Sorghos de cent cinquante jours.

A partir de la F4, il devient légitime de sélectionner pour le rendement, puisqu'il faut éliminer beaucoup de descendance et que certaines lignées pourront être, en F5 et F6, suffisamment fixées pour être mises en essai comparatif.

Pour les hybridations réalisées à Bambey en 1960, les essais comparatifs de lignées devraient commencer en saison des pluies 1963 ; d'autres hybridations par castration à l'eau chaude ont été encore effectuées en 1962, surtout pour réunir la qualité gustative d'une variété à la forte productivité d'une autre variété. En sélectionnant dans les descendance de croisement, on a rejeté les panicules non entièrement dégagées de la dernière feuille, caractère très héritable et qui détermine l'avortement ou la moisissure des graines dans la partie inférieure de la panicule, non dégagée.

On a rejeté également les plantes à fort tallage axillaire non simultané. Chez ces plantes, après la panicule principale, il apparaît beaucoup de panicules successivement à l'aisselle des feuilles. Les panicules secondaires tardives sont fortement attaquées par l'insecte parasite : *Contarinia sorghicola* ; elles donnent donc peu de grains, et, souvent abandonnées sur place par le cultivateur qui coupe les panicules au couteau une par une, elles seront une source d'infestation par *Contarinia* pour l'année suivante. Seules sont acceptables les plantes à fort tallage axillaire simultané ou à faible tallage axillaire (quand on a pu distinguer à la maturité de la panicule principale, plus de quatre panicules sur la même tige, on a noté un fort tallage axillaire).

B) Sélection parmi les hybrides F1 issus de croisement sur les mâle-stériles.

1) TRAVAUX EFFECTUÉS.

En 1957, des hybridations sont effectuées entre des variétés locales et un mâle stérile américain en vue d'obtenir des lignées mâle-stériles adaptées aux conditions locales.

En 1958, une des F1 obtenue se révèle mâle-stérile.

En 1961, cinq lignées mâle-stériles A américaines sont introduites à Bambey avec chacune leur lignée isogénique B mâle-fertile pour maintenir la stérilité.

L'une d'elles, Combine Kafir 60 A, est croisée avec soixante-treize variétés de la collection de Bambey, avec un système de semis échelonnés, qui a permis d'effectuer des hybridations entre

le mâle-stérile ayant un cycle de cent jours, d'une part, et les différents parents mâles, dont les cycles s'échelonnent de quatre-vingt-dix à cent soixante jours, d'autre part.

Les soixante-treize hybrides obtenus ont été semés en culture irriguée en février 1962, ce qui a permis de les classer en vingt hybrides mâle-stériles, dont les parents doivent être rangés dans la catégorie B : mainteneurs de stérilité, et cinquante-trois hybrides mâle-fertiles, dont les parents doivent être classés dans la catégorie R : restaurateurs de fertilité. Combine Kafir 60, qui était l'un des parents mâles, a donné un hybride mâle-stérile, comme le prévoyait la théorie.

La stérilité mâle a été notée quand, dix jours après l'épiaison, on n'observait pas de grains formés à l'intérieur des sacs d'autofécondation.

L'observation des étamines à la floraison ne nous a pas permis de décider de la stérilité mâle.

Ces observations demandaient à être confirmées en saison des pluies 1962, puisque parfois la stérilité mâle est influencée par la saison de végétation (6). Si l'on groupe les observations sur les deux saisons (saison sèche 1961-1962, saison des pluies 1962) on note que quarante-quatre variétés sont toujours R : restaurateurs de fertilité, dix variétés toujours B : mainteneurs de stérilité. Les lignées B sont le plus souvent à panicule lâche huit cas sur dix, alors que les lignées R sont rarement à panicule lâche douze cas sur quarante-quatre.

En hivernage 1962, on a apporté sur chaque hybride mâle-stérile le pollen de son parent mâle pour aboutir à des lignées A ne différant du parent mâle B que par la stérilité mâle.

Le reste des semences hybrides F1 est mis en essai comparatif : un essai à Guédé, en culture de décrue, sur le fleuve Sénégal, comportant dix hybrides, leurs parents et un témoin local, a montré que le meilleur parent représente 70 % du témoin local, et que le meilleur hybride égale le témoin local, dépassant l'hybride israélien Hazera 610, qui représente 87 % du témoin. Tous ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative, non statistique, car il n'y avait que deux répétitions par hybride. Un essai à six répétitions a été mis en place à Bambey pour l'hivernage 1962, comportant trente-huit hybrides dont trente-sept fabriqués à Bambey, l'hybride israélien Hazera 610, qui est le meilleur hybride israélien du Sénégal jusqu'à présent, et une variété locale servant de témoin. Un hybride fabriqué à Bambey, représentant 159 % du témoin local, lui est significativement supérieur (1.566 kg/ha contre 983 kg/ha, soit une différence de 573 kg à l'ha). Dix-sept hybrides et un parent sont arithmétiquement supérieurs au sorgho local. Les hybrides les plus intéressants à Bambey ont des parents d'origines géographiques variées : le parent femelle unique venant des Etats-Unis, les parents mâles viennent du fleuve Sénégal, de la région de Bambey, d'Afrique du Sud, du Tchad, du Mali, du Niger. Le meilleur hybride dans une région déterminée peut avoir des parents d'origine géographique différente. La fabrication des hybrides (mais non les essais comparatifs) peut donc se faire loin de leur lieu d'utilisation.

Cinquante-cinq hybrides ont été fabriqués à Bambey en hivernage 1962. M. BONO, en décembre 1962, a mis vingt-huit d'entre eux en essai comparatif à Guédé et Dagana, en culture de décrue du fleuve Sénégal.

Des essais de ces hybrides devront également être effectués en hivernage 1963.

Des essais à quatre répétitions comportant chacun vingt hybrides et un témoin local sont en place à Louga (zone Nord) et à Séfa (Casamance) pour l'hivernage 1962.

D'autre part, le meilleur hybride israélien, Hazera 610, mis en essai comparatif en seize répétitions avec la variété locale, s'est montré arithmétiquement inférieur. Un essai effectué en 1961 n'a pas montré une supériorité, même arithmétique, des hybrides israéliens ou américains sur le témoin local.

Les graines récoltées en saison sèche 1961-1962 sur les hybrides mâle-fertiles mûrs avant l'hivernage 1962 sont semées en hivernage 1962, rejoignant par là la rubrique précédemment exposée : sélection dans les lignées issues de croisement. Trente-sept F2 issues d'un parent mâle-stérile sont ainsi en disjonction.

2) BUTS ET PROGRAMME DE SÉLECTION.

Les buts : grain blanc, taille de 1,50 m à 2 m, ont déjà été exposés. Les cinquante-cinq parents mâles destinés à produire des hybrides F1 en 1962 sont tous à grain blanc, ce qui est une condition nécessaire, mais non suffisante, pour obtenir des grains F2 blancs par croisement sur Combine Kafir 60 (4) (7). Taille de 1,50 m à 2 m.

Les deux meilleurs hybrides de l'essai de Guédé présentaient quelques tiges cassées à la

récolte. L'hétérosis a augmenté plus fortement le poids de grain que la solidité de la tige. Il est donc nécessaire d'utiliser des parents mâles relativement petits.

Le programme est basé sur la fabrication d'hybrides ayant un parent mâle africain et un parent femelle américain.

En même temps, on entreprend la réalisation de mâle-stériles isogéniques de lignées africaines pour des hybridations futures.

L'autre solution possible était la suivante : fabrication de mâle-stériles africains, préalablement à toute fabrication de semence hybride, de façon à ne mettre en essai que des hybrides africain $\times$ africain.

La solution que nous avons choisie a l'avantage de produire des résultats plus rapidement, et il n'est pas évident qu'elle doive donner des résultats inférieurs. Les croisements entre lignées d'origines géographiques très différentes doivent amener beaucoup de gènes en position hétérozygote et, par conséquent, un effet d'hétérosis très marqué. Quant aux gènes déterminant l'adaptation aux conditions tropicales, s'ils sont dominants dans l'ensemble (ce qui n'est pas à exclure, puisque le sorgho est une espèce originaire d'Afrique), l'hybride sera bien adapté même s'il a un parent originaire des Etats-Unis.

CONCLUSION. RÉSUMÉ. — Les méthodes d'amélioration des Sorghos utilisées par le CRA de Bambey sont de deux ordres :

*celle ne faisant pas appel à l'hybridation,
celles basées sur l'hybridation.*

MÉTHODES N'UTILISANT PAS L'HYBRIDATION.

L'exploitation des lignées pures s'est montré décevante; les rares lignées intéressantes du point de vue rendement ont été rejetées par le consommateur à cause des caractéristiques organoleptiques défavorables de leur grain.

La sélection massale pédigrée du type Harland, lorsqu'elle est bien conduite, peut donner des résultats spectaculaires. Le rendement de la population améliorée peut atteindre jusqu'à 176 % de celui de la population d'origine. L'avantage essentiel de cette méthode est de fournir rapidement un produit sûrement accepté par le consommateur.

MÉTHODES UTILISANT L'HYBRIDATION.

C'est dans les hybrides F1 obtenus à Bambey par croisement entre mâle stérile américain et lignée africaine qu'on trouve les meilleurs résultats, jusqu'à 159 % du témoin local. La sélection dans les lignées issues de croisements, ainsi que la fabrication d'hybrides utilisant de nouvelles lignées mâles stériles, doivent se poursuivre dans les années qui viennent avant qu'on puisse espérer les résultats. L'introduction de variétés étrangères doit continuer.

SUMMARY.—The methods of sorghum improvement used by Bambey CRA are of two kinds :
*those that do not appeal to hybridization,
those that are based on hybridization.*

METHODS WITHOUT HYBRIDIZATION.

Pure line cultivation has revealed to be disappointing; the few lines interesting in regard to yield have been rejected by consumers because of the unfavourable organoleptic characteristics of their grains.

Spectacular results can be obtained by the pedigree mass selection of Harland's type, when it is well-made. Improved population yield can reach 176 % of the yield of the original population. The essential advantage of this method is to rapidly provide a product that shall be certainly accepted by consumers.

METHODS WITH HYBRIDIZATION.

Hybrids F1 obtained at Bambey by crossbreeding between sterile american male and african line give the best results up to 159 % of the local check. Selection in lines from crossbreeding

as well as hybrid breeding from new sterile male lines must yet be carried out in future years before results can be expected. Imported variety introduction must be kept on.

RESUMEN. — *Hay dos tipos de métodos de mejoramiento de los sorgos utilizados par el CRA de Bambey, Senegal :*

*los que no aprovechan la hibridación,
los que se basan sobre la hibridación.*

MÉTODOS QUE NO UTILIZAN LA HIBRIDACIÓN.

Las líneas puras explotadas no han dado buenos resultados; las pocas líneas cuyo rendimiento es interesante han sido rechazadas por los consumidores por las características organolépticas del grano.

La selección masal pedigree según el método Harland puede dar resultados magníficos. El rendimiento de la población mejorada puede alcanzar un 176 % de el de la población inicial. La ventaja esencial de este método es de dar rápidamente un producto aceptado con certeza por los consumidores.

MÉTODOS UTILIZANDO LA HIBRIDACIÓN.

Hállanse los mejores resultados, con rendimientos alcanzando un 159 % de el del testigo local, entre los híbridos F1 obtenidos en Bambey con cruzamiento entre macho estéril americano y línea africana. Antes de poder esperar resultados interesantes es preciso seguir seleccionando las líneas provenientes de cruzamientos y fabricar híbridos utilizando nuevas líneas de machos estériles.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BONO (M.). Troisième cours de nutrition FAO-FAMA, Dakar, déc. 1961.
- (2) Archives expérimentation. CRA Bambey, Mali, Niger.
- (3) QUINBY (J.R.), KAPER (R.E.). 1954, *Agron. J.*, 46, 211-6.
- (4) QUINBY (J.R.) and MARTIN (J.H.). Sorghum improvement. *Advances in Agronomy*, vol. VI, 306-57.
- (5) ARNON (Y.). Tests with hybrid sorghum variation Sedeh (Field). Hassadeh, 1958. *Plant Breeding Abstracts*, 1959, n° 377, p. 73.
- (6) STEPHENS (J.C.), HOLLAND (R.P.). Cytoplasmic male sterility for hybrid sorghum seed production. *Agr. Jour.*, 46, 20-4, 1954.
- (7) MARTIN (J.H.). Sorghum and Pearl Millet. *Handbuch des Pflanzenzüchtung*. Vol. II, 1959, Paul Parey, Berlin.

L'AGRONOMIE TROPICALE

Extrait du n° 1

JANVIER 1963

MÉTHODES D'AMÉLIORATION VARIÉTALE DES MILS ET SORGHOS * UTILISÉES AU CRA BAMBEY

amis
M. BONO

par

P. LECLERCQ

Maître de Recherches
Directeur du Secteur de Recherches
et d'Expérimentation du Fleuve Sénégal

Chargé de Recherches Stagiaire
CRA Bambey

Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 2 2 2 7 2

Cote : B