

l'avers

10.240 JAC

# L'AGRONOMIE TROPICALE

—  
Extrait du Vol. XXV, n° 1  
JANVIER 1970  
—

## AMÉLIORATION VARIÉTALE DU MAÏS EN CASAMANCE (SÉNÉGAL)

par

M. JACQUOT

Ingénieur de Recherches (IRAT/Sénégal)

10.240JAC

10. 240 JAC

# AMÉLIORATION VARIÉTALE DU MAÏS EN CASAMANCE (SÉNÉGAL)

par

M. JACQUOT

Ingénieur de Recherches (IRAT/Sénégal)

## INTRODUCTION \*

Dans un grand nombre de pays en voie de développement, le maïs constitue une culture traditionnelle et une base importante de la nourriture. L'utilisation du maïs dans l'alimentation du bétail relâiera sans doute son utilisation dans la nourriture humaine, au fur et à mesure de l'évolution économique et sociale. L'adaptation de la plante au milieu physique et la demande progressivement croissante sur le marché légitiment et commandent la recherche de techniques permettant une production accrue de maïs.

L'accroissement de la production par l'extension des superficies cultivées n'étant plus, dans la majeure partie des cas, une solution d'actualité, il convient d'envisager cet accroissement par l'intensification des cultures. Le maïs, d'ailleurs, se prête bien aux techniques de culture intensive ; il peut même servir d'exemple de démonstration du bien-fondé des techniques avancées, dans les régions maïsicoles où l'on tente d'élever le niveau de production des cultures en général.

Ces techniques avancées portent sur l'amélioration du milieu (préparation et entretien des terres, rotation, besoin en eau, fertilité et fertilisation...) et sur l'amélioration du végétal. Ces techniques forment un tout, se rentabilisent mutuellement. Nous ne traiterons ici que de l'amélioration de la plante, en sous-entendant que les autres techniques d'amélioration sont apportées en même temps.

La présente étude a pour objet la recherche de variétés à potentiel de rendement élevé, mais tenant compte des impératifs spécifiques actuels des pays en voie de développement, en particulier le niveau technique de l'agriculteur et l'utilisation du maïs dans la nourriture humaine.

L'analyse de ces besoins spécifiques et l'expérimentation effectuée pour trouver une formule variétale adaptée ont été faites en Casamance, au Sénégal ; à la fin de cette étude, nous émettrons l'hypothèse d'une généralisation possible à divers pays en voie de développement du schéma retenu pour l'amélioration variétale en Casamance.

## I) LE MAÏS EN CASAMANCE ET SON UTILISATION

### A) LA PLACE DU MAÏS DANS L'AGRICULTURE CASAMANÇAISE

La Casamance est située dans la zone soudano-guinéenne, sous latitude 13° N, avec deux saisons bien distinctes :

une saison sèche ;

une saison des pluies, allant de début juin à fin octobre ; les précipitations varient, durant cette saison, de 1.000 mm à 2.000 mm du nord au sud et de l'est à l'ouest ; la température moyenne oscille entre 25° C et 32° C ; l'humidité relative est élevée (75 % à 95 %) ; la longueur du jour varie de 12 heures 30 minutes en juin à 11 heures 30 minutes en octobre.

\* L'Auteur tient à souligner la participation très importante, dans l'élaboration du programme de recherches, de M. CAUDERON, Inspecteur Général de la Recherche Agronomique et spécialiste de l'amélioration du maïs en France.

L'Auteur tient aussi à remercier tous les ingénieurs de l'IRAT qui, par leurs conseils ou leur aide sur le terrain, lui ont permis de mener à terme cette étude ; il remercie également M. Bosso, Ingénieur à la Station d'Agriculture de Bouaké, en Côte-d'Ivoire, pour sa coopération dans cet Etat.

Les sols qui nous intéressent, pour le maïs, sont en majeure partie les sols de plateau : sols rouges faiblement ferrallitiques et sols beiges à taches ou concrétions ferrugineuses.

Sur ces plateaux, la végétation naturelle, forêt dense ou claire à bambous, occupe encore la plus grosse partie. La population : Balante, Mandingue, Peulh en particulier (d'ouest en est), établie le long des fleuves et des marigots, a traditionnellement effectué des feux de brousse, des défrichements et des cultures nomades : mil-sorgho, puis arachide-mil-sorgho, le maïs, le manioc et divers légumes demeurant cultures de case, c'est-à-dire de jardinage autour des habitations.

Dans l'état actuel, la production de maïs en Casamance (20.000 t environ) est faible par rapport aux productions des céréales mil et sorgho. Le maïs est considéré comme plante de soudure. Il faut dire que les tentatives de culture de maïs en plein champ avec des techniques traditionnelles donnent généralement des résultats décourageants. Dans cette région où les conditions climatiques rendent difficile la conservation de la fertilité des sols, le maïs accuse, plus que les mils ou l'arachide, les défaillances du sol. Les cultures de case, bénéficiant de fumure organique, donnent par contre des rendements moyens de l'ordre de 9 q par hectare.

Le programme national d'intensification des productions a poussé la Station de Séfa, depuis sa création en 1950, à étudier les conditions d'exploitation en culture continue et intensive, c'est-à-dire avec conservation et amélioration de la fertilité des sols.

Un type d'exploitation en culture intensive et continue est à l'étude actuellement, caractérisé par :

un dessouchage préalable du terrain ;

des moyens mécaniques de préparation et d'entretien des terres, d'enfouissement de l'engrais vert et des résidus de récolte (traction mécanique ou animale) ;

une discipline dans la rotation ;

l'emploi des fertilisants organiques et minéraux en quantité assez importante.

C'est ce type d'exploitation, devenu milieu agricole, qui devrait théoriquement constituer la première étape de modernisation de l'agriculture casamançaise de plateau et c'est dans ce type d'exploitation que l'on veut cultiver le maïs. Des rendements de 25 à 30 q par hectare ont été obtenus ces dernières années par certains paysans de Moyenne-Casamance, dans ces conditions de culture, avec une variété locale. Ces premiers résultats permettent de penser qu'avec un tel type d'exploitation et des variétés sélectionnées, la Casamance pourrait aisément augmenter sa production de maïs et éviter au Sénégal des importations annuelles de 15.000 t en moyenne.

### B) LES POPULATIONS LOCALES DE MAÏS ET LEUR UTILISATION

Les populations locales de maïs en Casamance forment un ensemble assez homogène, témoignant d'une certaine orientation, donc sélection, de la part des agriculteurs, à partir du matériel introduit depuis le dix-septième siècle.

L'orientation donnée par cette sélection a abouti à des populations de maïs que l'on peut classer :

selon leur précocité : le cycle mesuré du semis, à maturité générale, varie de 75 jours (donc très précoce) à 95 jours (donc type précoce) ;

selon la texture du grain : elle varie d'un type d'aspect corné à un type d'aspect légèrement denté ;

selon la couleur du grain : blanc ou jaune.

Parmi ces trois caractères, deux sont particulièrement liés : précocité et texture du grain, en ce sens que les populations très précoces ont un grain d'aspect généralement corné.

Le maïs sert uniquement à la nourriture humaine ; il est consommé en épi grillé, et surtout en couscous et en bouillies. Des tests de dégustation, sous forme de bouillies et couscous, nous ont permis de constater que certains types de maïs étaient plus appréciés que d'autres. L'appréciation gustative varie certainement selon les régions. La couleur de la farine joue un rôle important ; la farine blanche est beaucoup plus appréciée que la jaune en Moyenne-Casamance.

Compte tenu de l'utilisation du maïs sous forme de bouillies et couscous, le rendement en farine a une grande importance également. Nous avons pu constater que le rendement en farine pouvait varier de 70 % à 80 % avec les populations locales et de 50 % à 80 % avec des variétés de toutes origines.

Les tests que nous avons effectués sur mortier traditionnel et les essais que les Grands Moulins de Dakar ont bien voulu effectuer pour nous, sur moulin d'essai, ont permis de définir le type de grain idéal pour un rendement en farine élevé :

texture du grain : corné, avec des grains farineux ; en effet, une partie de l'albumen est brisée au pilonnage et rejetée avec les enveloppes au vannage ;

forme du grain : gros, rond et petit germe.

Notons que ces qualités de grain se retrouvent dans une bonne mesure dans les populations locales, témoignant de la sélection opérée par les agriculteurs.

## II) MATERIEL VEGETAL ETUDIE

### A) MATERIEL VEGETAL DE DEPART

Le matériel végétal réuni à Séfa pour entreprendre une sélection peut être classé en trois séries principales de souches :

- des populations locales, c'est-à-dire casamançaises ;
- des populations introduites de zone tropicale : Côte-d'Ivoire, Dahomey, Mexique ;
- des hybrides doubles de zone tempérée : France, Etats-Unis, Israël, et des lignées pures sélectionnées dans cette même zone pour la fabrication d'hybrides doubles.

### B) HYBRIDATIONS EFFECTUEES A SEFA

Partant du principe que les croisements entre souches géographiquement distinctes devraient donner les meilleurs résultats, nous avons effectué des croisements interséries :

- populations locales  $\times$  lignées pures de zone tempérée ;  
En pratique, les populations locales ZM 6 et ZM 10 ont été croisées respectivement avec 19 et 37 lignées pures de zone tempérée.
- populations locales  $\times$  populations introduites de zone tropicale ;  
En pratique, la population locale ZM 10 a été croisée avec 9 populations introduites.
- populations introduites de zone tropicale  $\times$  lignées pures de zone tempérée.  
En pratique, 9 populations introduites ont été croisées avec la lignée pure G 205 originaire d'Egypte.

### C) LISTE DES VARIETES COMPAREES

- populations locales :  
au nombre de 12, numérotées de ZM 1 à ZM 12 ;
- populations introduites de zone tropicale :

Origine	Nom	Origine	Nom
Côte d'Ivoire .....	MTS MBN MJN	Mexique .....	Costeno estabilizado 3 Eto Blanco Tuxpeno Lléra 2 Mexico 7
Dahomey .....	Agbo VI Niaouli VII SCAR III		Tamaulipas 1156 Trinidad bulk Trinidad dentado Tsolo White Tuxpan
Mexique .....	Comp. III CA Comp. Tuxp 1 Comp. Tuxp 2 Comp. Tuxp 3		

- hybrides doubles de zone tempérée :

Origine	Nom	Origine	Nom
France .....	INRA 321 INRA 640 HD 58	Israël .....	NY 22 NY 44 NY 157 NY 182
USA .....	HB tardif III 3152 Iowa 4417		

Remarque. Formules des hybrides français et américains :

INRA 321 : (A 171  $\times$  A 434)  $\times$  (F 431  $\times$  F 49).  
 INRA 640 : (W 64 A  $\times$  M 14)  $\times$  (F 64  $\times$  F 68).  
 HD 58 : (C 114 T  $\times$  W 64 A)  $\times$  (F 115  $\times$  0 h 43 Rf).  
 HB 61 : (CI 64  $\times$  Ind 33-16)  $\times$  (F 431  $\times$  F 49).  
 III 3152 (Wf 9  $\times$  M 14)  $\times$  (0 h 43  $\times$  B 14).  
 Iowa 4417 : (Wf 9  $\times$  M 14)  $\times$  (Ia 153  $\times$  B 8).

- hybrides entre populations locales et lignées pures de zone tempérée :

Lignée	Origine de la lignée	Croisement avec	
		ZM 6	ZM 10
A 220 .....	République Dominicaine	+	+
ASP 239 .....	Afrique du Sud	+	+
B 2 .....	USA	+	+
CI 28 A .....	USA	+	+
CI 38 B .....	USA	+	+
CI 42 A .....	USA	+	+
CI 64 .....	USA	+	+
CI 88 c .....	USA	+	+
CI 91 c .....	USA	+	+
F 64 .....	France	+	+
FEI 1359 c .....	Brésil	+	+
G 3 .....	Egypte	+	+
G 4 .....	Egypte	+	+
G 205 .....	Egypte	+	+
G 210 .....	Egypte	+	+
H 50 .....	USA	+	+
H 55 .....	USA	+	+
Ha 207 .....	Yougoslavie	+	+
Hy .....	USA	+	+
Ind. 33-16 .....	USA	+	+
Ind. 38-11 .....	USA	+	+
K 55 .....	USA	+	+
MR 669 .....	Maroc	+	+
Oh 29 .....	USA	+	+
Oh 41 .....	USA	+	+
P 8 .....	USA	+	+
PB 24 .....	Portugal	+	+
PP 5 .....	Portugal	+	+
R 159 .....	USA	+	+
R 196 .....	USA	+	+
R 902 .....	USA	+	+
R 909 .....	USA	+	+
T 105 .....	USA	+	+
T 115 .....	USA	+	+
Wf 9 .....	USA	+	+
ZPV 390 .....	Yougoslavie	+	+
1533-5 (pop) .....	USA	+	+

Remarque. Nous avons classé toutes ces lignées sous l'étiquette commune « de zone tempérée ». Ceci pour des raisons de facilité de présentation du texte. En réalité, il y a des lignées tardives de zone tempérée (la majeure partie) et des lignées précoces de zone tropicale (Brésil, République Dominicaine).

- hybrides entre populations locales et populations introduites de zone tropicale :

ZM 10  $\times$  Niaouli VII,  
 ZM 10  $\times$  Comp. Tuxpano 3,  
 ZM 10  $\times$  Costeno estabilizado 3,  
 ZM 10  $\times$  Eto blanco Tuxpano,  
 ZM 10  $\times$  Lléra 2,  
 ZM 10  $\times$  MBN,  
 ZM 10  $\times$  Mexico 7,  
 ZM 10  $\times$  Tamaulipas 1156,  
 ZM 10  $\times$  White Tuxpan.

- hybrides entre populations introduites de zone tropicale et lignée pure de zone tempérée :  
les mêmes populations que ci-dessus ; la lignée pure parent commun est G 205.

## III) ETUDES COMPARATIVES VARIETALES

Ces études ont été effectuées pendant trois années, de 1963 à 1965, avec la population locale ZM 10 comme témoin constant et ont porté sur les caractères suivants :

- la précocité : nombre de jours du semis à floraison mâle à 50 % (plus facile à déterminer que le nombre de jours du semis à maturité générale) ;
- la hauteur de l'insertion de l'épi supérieur et la hauteur de l'insertion de la feuille supérieure ;
- le rendement en grain à 13 % d'humidité, estimé à l'hectare ;
- les qualités du grain : qualités gustatives et rendement en farine.

## A) PRECOCITE DES VARIETES

La précocité est mesurée en nombre de jours du semis à floraison mâle à 50 % ; le graphique 1 reproduit les observations.

Le matériel de départ se répartit en deux groupes :

- cycles de 47 à 55 jours : populations locales et hybrides doubles de zone tempérée ;
- cycles de 56 à 70 jours : populations introduites de zone tropicale.

Nous avons donc, avec le matériel végétal de départ, un large éventail de cycles, chacune des trois souches géographiques se situant en fait dans des limites de cycle qui lui sont propres. La précocité des populations locales, vis-à-vis des populations introduites d'autres zones tropicales, est très nette ; nous aurons l'occasion de constater par la suite que ce n'est sans doute pas par hasard.

Les hybrides effectués à Séfa entre les trois souches géographiques se répartissent ainsi :

cycle de 50 à 55 jours pour les hybrides entre populations locales ZM 6 et ZM 10 et lignées pures de zone tempérée ;

**Remarque.** ZM 6 et ZM 10 sont tardives parmi les locales ; en employant une locale précoce, on aurait sans doute observé des cycles variant chez les hybrides de 47 à 55 jours.

cycle de 55 à 64 jours pour les hybrides entre populations introduites de zone tropicale et la population locale ZM 10 d'une part, la lignée pure de zone tempérée G 205 d'autre part.

## B) HAUTEUR DE L'EPI ET HAUTEUR DU PLANT

La hauteur de l'épi est donnée par la hauteur de l'insertion de l'épi supérieur ; la hauteur du plant par la hauteur du dernier nœud, soit de l'insertion de la dernière feuille. Les hauteurs faibles de l'épi et du plant sont recherchées dans nos sélections, comme devant offrir une plus grande sécurité pour l'obtention de variétés à la fois résistantes à la verse, ayant un rapport grain/paille élevé et étant faciles à récolter.

Les mesures effectuées montrent, dans chaque catégorie, une corrélation assez forte entre la hauteur d'épi et la hauteur du plant d'une part, entre ces caractères et la longueur du cycle d'autre part.

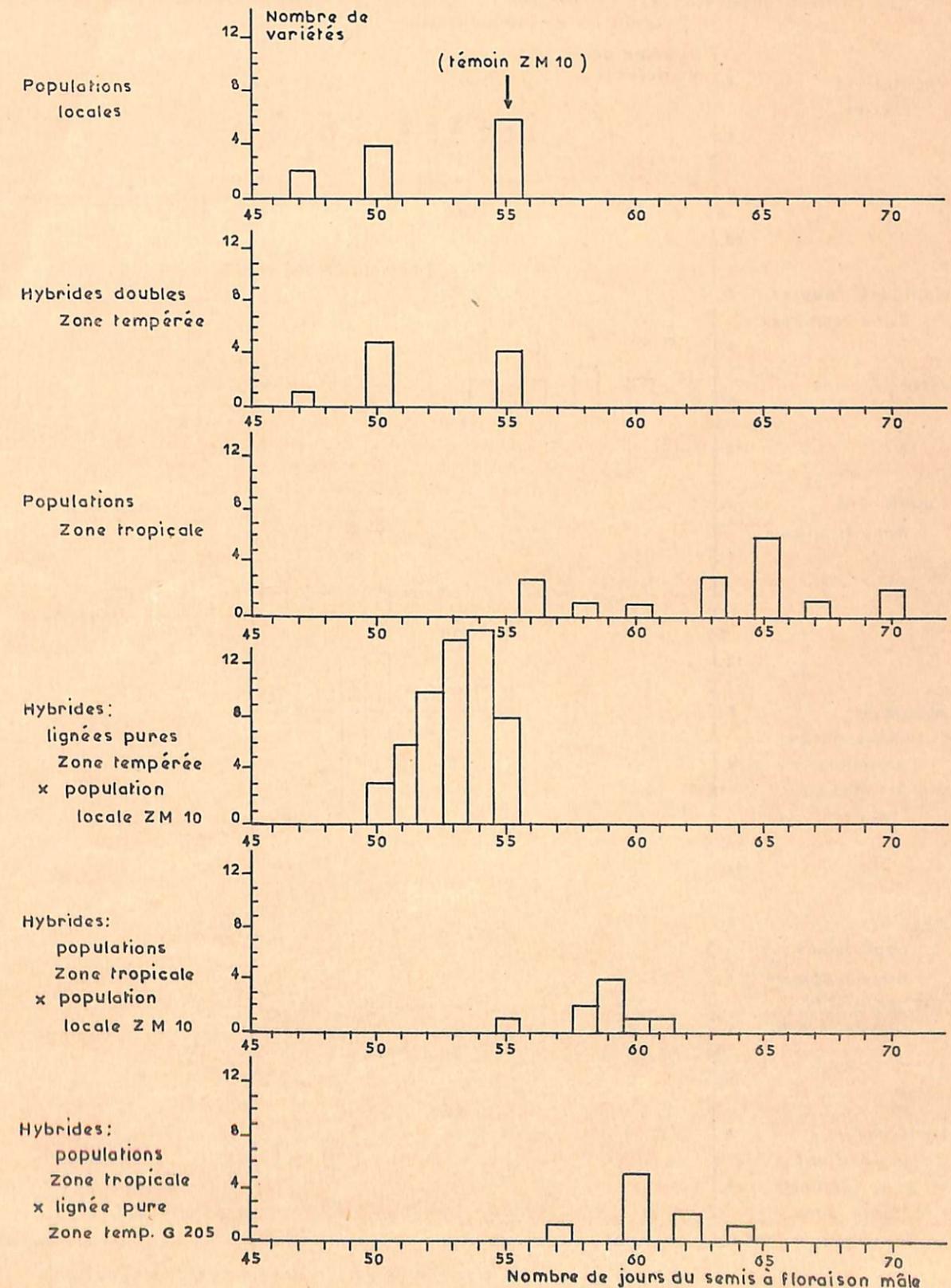
Nous avons reproduit les observations sur le graphique 2. Pour chaque série de variétés, nous donnons les hauteurs d'épis relevées et les hauteurs de plants correspondantes.

Les conclusions que l'on peut retirer du graphique sont les suivantes :

- a) les populations introduites de zone tropicale ont des hauteurs d'épi et de plant très fortes ; les combinaisons hybrides avec les autres souches ne permettent pas une réduction substantielle de la taille ;
- b) les hybrides doubles de zone tempérée ont des hauteurs d'épi et de plant beaucoup plus faibles ; certains hybrides entre populations locales et lignées pures de zone tempérée ont une taille basse, proche de la taille désirée ;
- c) les populations locales se situent entre les souches introduites de zone tropicale et les souches introduites de zone tempérée.

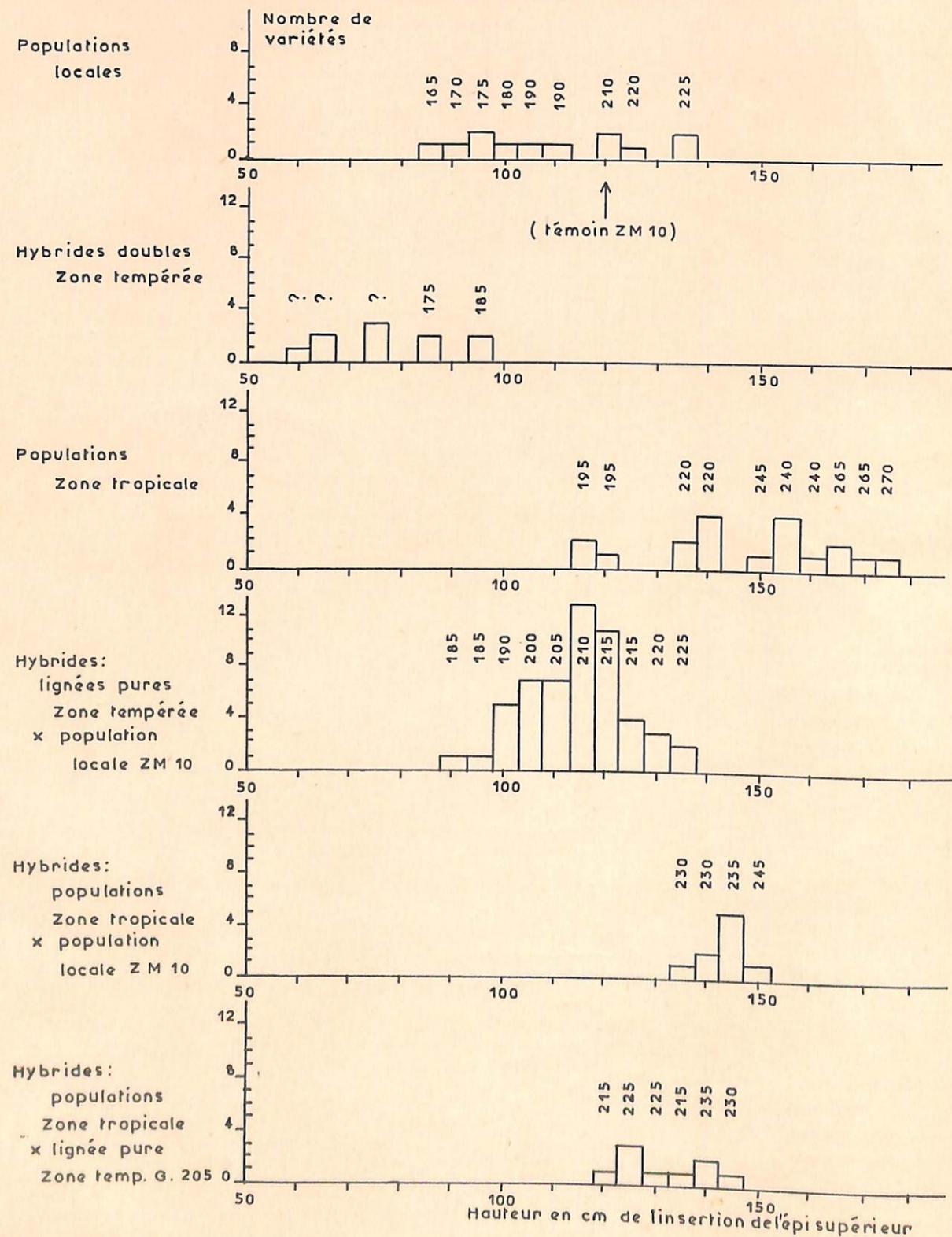
GRAPHIQUE 1

## PRECOCITE DES VARIETES

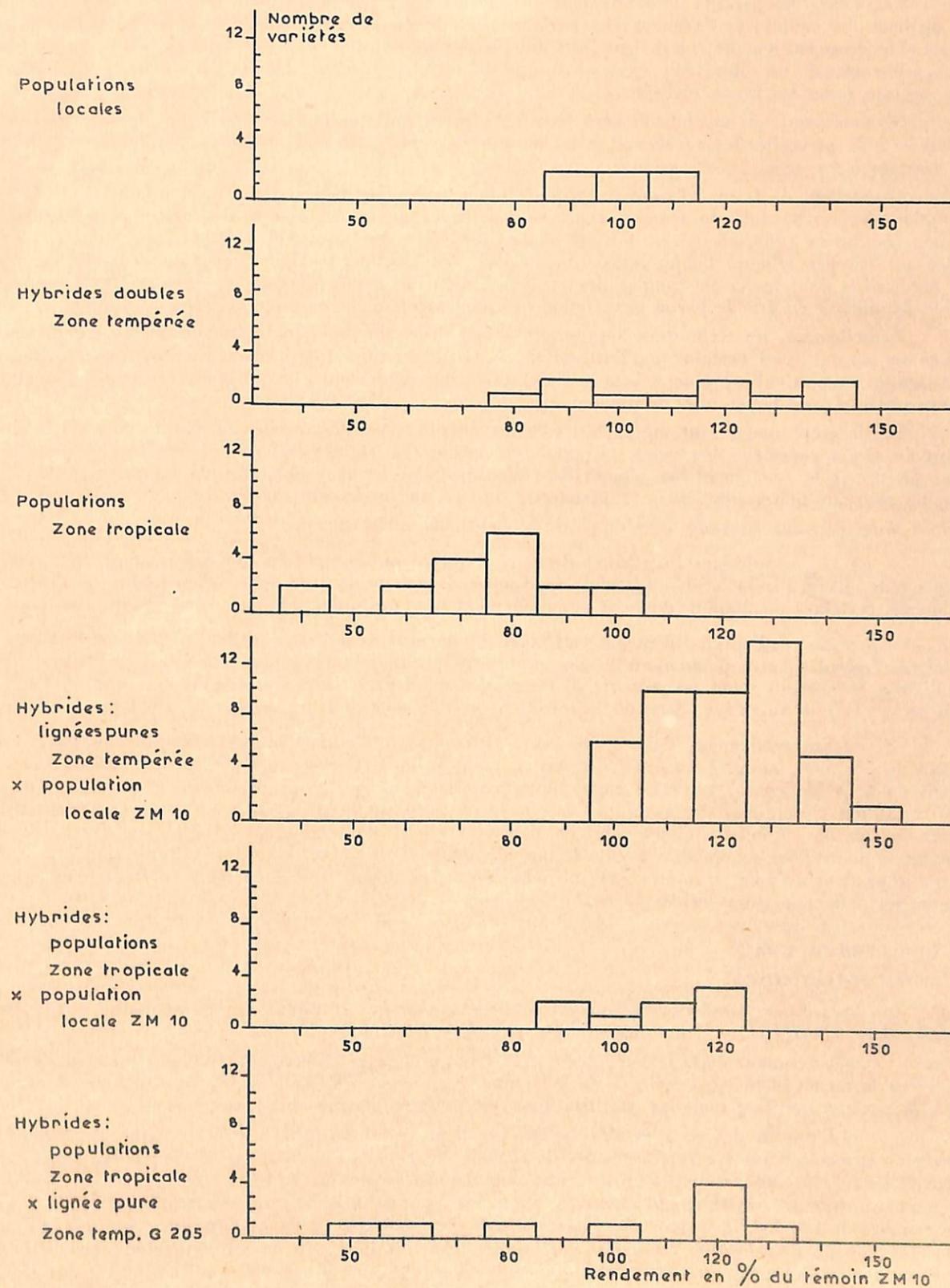


GRAPHIQUE 2 HAUTEUR DE L'ÉPI

Les chiffres au-dessus des histogrammes indiquent les hauteurs moyennes de plant dans la classe considérée



GRAPHIQUE 3 RENDEMENTS EN % DU TEMOIN ZM 10



### C) RENDEMENT EN GRAIN ESTIME A L'HECTARE

Les essais comparatifs de rendement ont été effectués par la méthode des blocs randomisés ou la méthode des couples de STUDENT ; les surfaces parcellaires étaient de 25 m<sup>2</sup> à 30 m<sup>2</sup> selon les essais, le nombre de répétitions de 6 à 8. Une forte fluctuation, due aux années, aux dates de semis, au terrain d'expérimentation, est observée ; c'est ainsi que le témoin constant ZM 10 varie de 20 q à 50 q par hectare selon les essais réalisés.

Si nous avons pu assez facilement fournir, à partir des résultats des essais, des données valables relatives à la précocité des variétés et à la hauteur des épis et des plants, nous donnerons avec plus de réserves les rendements en grain.

Il convient de faire, ici, une remarque d'importance pour le lecteur qui s'étonnerait d'une telle variation des rendements du témoin. Dans les conditions de milieu entrent les pratiques culturales ; durant les années 1963 à 1965, où ont été réalisés les essais variétaux rapportés ici, les pratiques culturales ont été par ailleurs l'objet d'expérimentation ; les résultats d'essais étaient immédiatement mis en application dans les essais comparatifs variétaux, d'où des augmentations très importantes de rendement, expliquant en grande partie la variation des rendements du témoin, de 20 q/ha à 50 q/ha.

Actuellement, les techniques appropriées à la culture du maïs en Casamance sont partiellement mises au point ; il est certain que l'utilisation de ces techniques (préparation du sol, date de semis, fertilisation en particulier) jouera dans la stabilisation des rendements, ce qui donne un sens à l'amélioration variétale pour le potentiel de rendement.

Sur le graphique 3 sont rapportés les rendements observés des variétés, en pourcentage du rendement du témoin constant des essais, la population locale ZM 10. Les différences entre les rendements des variétés et le rendement du témoin sont significatives, en moyenne, lorsque les rendements des variétés sont inférieurs à 80 % ou supérieurs à 120 % du rendement du témoin.

Nous pouvons tirer du graphique des conclusions intéressantes :

a) Les populations introduites de zone tropicale ne donnent pas, en Casamance, des rendements plus élevés que la locale ; toutefois, en combinaison hybride avec des souches locales ou de zone tempérée, certaines populations donnent des rendements de l'ordre de 125 % du rendement de la locale.

b) Les meilleurs rendements sont obtenus par certains hybrides doubles et par certaines combinaisons hybrides entre populations locales et lignées pures de zone tempérée. Notons d'ailleurs que les lignées se classent selon les secteurs d'origine, les meilleures lignées provenant des pays où l'agriculture est la plus intensive, donc où la sélection pour le potentiel de production a été la plus forte.

c) Les rendements des variétés sont généralement d'autant plus élevés que leur cycle est voisin de 55 jours, comptés du semis à floraison mâle à 50 %. Ceci est net sur les populations locales (cycle de 47 à 55 jours) et sur les populations introduites de zone tropicale (cycle de 55 à 70 jours). Les conditions climatiques de moyenne Casamance en saison des pluies sont sans doute favorables aux cycles voisins de 55 jours, qui est celui des locales tardives, dont la locale ZM 10. Sans émettre une conclusion hâtive sur le manque à gagner par allongement du cycle, nous retiendrons toutefois qu'il serait imprudent de poser comme critère de sélection dès le départ un allongement substantiel du cycle par rapport aux populations locales.

### D) QUALITES DU GRAIN

#### 1) QUALITES GUSTATIVES

Des tests de dégustation nous ont permis de constater que certaines variétés sont plus appréciées que d'autres. Deux facteurs importants jouent dans l'appréciation :

La couleur de la farine ; il s'agit là d'une préférence à caractère régional, certaines régions préfèrent la farine blanche, d'autres la farine jaune. En Moyenne-Casamance, où les tests ont été effectués, la couleur indiffère dans les bouillies, mais est préférée blanche dans le couscous.

L'origine des variétés ; les variétés issues de région où le maïs est consommé par l'homme sont plus appréciées que les variétés issues de régions où le maïs est utilisé par le bétail ou à des fins industrielles. Les combinaisons hybrides entre populations locales et lignées pures de zone tempérée donnent un produit variablement apprécié selon les lignées utilisées ; on remarque, toutefois, que bon nombre de tels hybrides sont bien placés dans le classement selon les qualités gustatives ; il semble donc que l'on puisse fabriquer des variétés hybrides répondant aux goûts des consommateurs en utilisant pour une moitié des génotypes à peu près quelconques, à condition de réserver l'autre moitié à des génotypes locaux.

### 2) RENDEMENT EN FARINE

Nous avons déjà décrit le type idéal de grain pour un rendement élevé en farine au mortier traditionnel ou au moulin industriel : texture cornée, grain gros, rond et à petit germe.

Le classement des variétés pour le rendement en farine est à peu près le même que le classement par qualités gustatives, couleur mise à part, bien entendu : les variétés issues de régions où le maïs est consommé par l'homme ont, en général, une texture assez cornée et un bon rendement en farine ; en zone tempérée, le rendement en farine n'étant point un objectif de sélection, les variétés peuvent avoir un rendement en farine très bas, en particulier les variétés dentées.

Les rendements en farine observés au mortier vont de 80 % avec les populations cornées à 50 % avec les hybrides dentés. Ces chiffres donnent toute l'importance que l'on doit attacher à ce critère de sélection.

Les hybrides entre populations locales et lignées pures de zone tempérée ont un rendement en farine variable avec la lignée utilisée ; celle-ci joue davantage dans le rendement en farine de l'hybride que dans les qualités gustatives. On peut trouver toutefois des lignées qui, en combinaison avec une locale, donnent un rendement en farine voisin de celui de la locale.

### E) CONCLUSIONS

#### Choix d'une formule variétale.

Certains hybrides doubles étrangers répondent bien aux objectifs de sélection suivants : hauteur faible d'épi et de plant et rendement élevé. Toutefois, ils ne possèdent que rarement les qualités de grain désirées ; la variabilité génétique restreinte chez ces hybrides limite leur plasticité au milieu ; enfin, du fait de leur origine totalement étrangère, ils manquent d'adaptation aux conditions climatiques, ce qui peut jouer nettement en leur défaveur certaines années. Rappelons les résultats positifs obtenus par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) dans la fabrication d'hybrides de maïs pour la région nord de la France ; ces hybrides sont formés pour moitié de génotypes d'origine européenne adaptés aux conditions climatiques locales (froid de printemps) et pour moitié de génotypes d'origine américaine.

Si l'on excepte les hybrides doubles étrangers, c'est, au regard des objectifs de sélection hauteur faible d'épi et de plant et rendement élevé, la catégorie "Hybrides entre lignées pures de zone tempérée et population locale" qui nous fournit les meilleures variétés.

Le cycle de ces variétés est sans doute voisin du cycle optimum du maïs dans les conditions climatiques de Casamance.

Enfin, parmi le nombre important de lignées pures pouvant être fournies par les pays tempérés, on a toutes les chances de pouvoir choisir des lignées donnant, en combinaison hybride avec des génotypes locaux, les qualités de grains désirées.

C'est cette formule variétale que nous retiendrons pour la fabrication d'une variété à vulgariser. Il nous faut maintenant en préciser les éléments constitutifs.

Auparavant, notons que si les populations introduites de zone tropicale ne correspondent pas en moyenne aux objectifs de sélection fixés, elles ne sont toutefois pas toutes dénuées d'intérêt. C'est ainsi qu'en Casamance on peut retenir la population Niaouli VII du Dahomey et la population MTS H 59 de Côte-d'Ivoire. Ces deux populations, améliorées par M. LE CONTE dans les Stations de Recherche de leurs pays d'origine respectifs pour le rendement et, en ce qui concerne Niaouli VII, pour la tolérance à la rouille américaine (*Puccinia polysora* UNDERW.), ont un comportement (cycle, hauteur, rendement, qualités de grain) voisin de celui de la locale ZM 10 et une aussi bonne aptitude à la combinaison avec les génotypes de zone tempérée ; de ce fait, on devrait pouvoir tirer de ces populations des génotypes intéressants à adjoindre aux génotypes locaux dans la formule hybride choisie.

L'aptitude à la combinaison des populations Niaouli VII et MTS H 59 avec les populations casamançaises est bonne, mais la hauteur de l'hybride est forte ; une sélection récurrente réciproque pour le rendement et la taille basse entre ces populations et les populations casamançaises est peut-être envisageable, mais ne semble pas devoir donner des résultats spectaculaires ; nous la mentionnerons donc sans nous y arrêter.

#### IV) ELEMENTS CONSTITUTIFS DE LA FORMULE VARIETALE CHOISIE

La formule canevas choisie est, rappelons-le, l'hybride entre des lignées pures de zone tempérée et une population locale, que nous appellerons hybride complexe.

Afin, d'une part, d'assurer une certaine variabilité génétique de l'hybride complexe, et, d'autre part, de faciliter les opérations de fabrication de cet hybride, nous avons opté pour le nombre de quatre lignées pures (A, B, C, D).

Le schéma de l'hybride complexe est alors :

$$[(A \times B) \times (C \times D)] \times \text{population locale.}$$

Nous avons retenu, dans les expérimentations de 1964, la lignée G 205, originaire d'Egypte, et, en 1965, les lignées CI 64, K 55 et T 115, originaires des Etats-Unis.

Les caractéristiques des hybrides entre ces lignées et la locale ZM 10 sont données dans le tableau ci-dessous (moyenne sur deux à trois ans selon les hybrides) :

Variétés	Cycle (semis à flor. mâle)	Hauteur épi	Hauteur plant	Rendement en % de ZM 10	Qualités gustatives	Rendement en farine (%)
CI 64 × ZM 10 .....	55	120	215	145	Bonnes	65
G 205 × ZM 10 .....	57	115	210	135	Bonnes	60
K 55 × ZM 10 .....	55	105	210	130	Bonnes	70
T 115 × ZM 10 .....	57	105	215	130	Bonnes	70
Locale ZM 10 .....	55	120	210	100	Bonnes	75

Les populations locales blanches retenues sont ZM 9, ZM 10 et ZM 11. À l'intérieur de ces populations, une sélection peut être opérée pour augmenter la fréquence des gènes favorables ; le schéma de sélection utilisé à Séfa est le suivant :

##### a) Sélection récurrente pour des caractères morphologiques :

choix d'épis dans la population, dans une culture isolée et à pollinisation libre ; semis épi à la ligne d'une partie des grains ; observations et sélection pour des caractères assez héréditaires :

hauteur d'épi et de plant,  
qualités du grain à la récolte ;

reprise des souches conservées des épis ayant donné les meilleures lignes ; mélange des grains et recombinaisons en parcelle isolée.

Plusieurs cycles successifs sont possibles.

##### b) Sélection récurrente pour la valeur hybride :

après la sélection récurrente pour des caractères morphologiques, une sélection récurrente peut être opérée pour l'aptitude à la combinaison avec testeur : l'hybride double de l'hybride complexe.

Plusieurs cycles successifs sont également possibles.

Notons qu'à la fin d'un cycle de sélection récurrente pour la valeur hybride, on peut isoler les meilleures souches et continuer à y pratiquer des autofécondations successives jusqu'à obtention de lignées pures d'origine casamançaise. A ce stade, et si l'utilisation des génotypes locaux se justifie encore, la fabrication d'un hybride double formé de deux lignées locales et de deux lignées étrangères est parfaitement envisageable. C'est encore un avantage de la formule choisie : pouvoir fabriquer rapidement une variété intéressante pour la vulgarisation tout en préparant le matériel végétal pour l'avenir.

#### V) ESSAIS DE RENDEMENT DE L'HYBRIDE COMPLEXE AU SENEGAL

En 1967 et en 1968, des essais de rendement de l'hybride complexe ont été réalisés à la Station de Séfa et dans divers points d'expérimentation dans le sud du Sénégal.

L'hybride complexe était de formule :

$$[(G 205 \times K 55) \times (T 115 \times CI 64)] \times ZM 10.$$

Les témoins de comparaison étaient, soit la population ZM 10, soit la population du point d'expérimentation ; d'autre part, certains essais incluaient d'autres variétés, telles les hybrides doubles israéliens N.Y 157 et N.Y 182, reconnus jusqu'à présent comme étant parmi les hybrides doubles étrangers les mieux adaptés en Casamance.

Les conditions climatiques, en 1967 et 1968, n'ont pas été favorables à la culture du maïs ; en particulier en 1968, le mois d'août, époque de la floraison, a été très sec et une tornade a, de plus, considérablement réduit le nombre de pieds productifs.

Les tableaux qui suivent donnent les rendements en grain sec en quintaux par hectare obtenus en essai, la signification statistique des différences de rendement enregistrées entre les variétés et les coefficients de variation des essais.

##### A) ESSAIS EN 1967

Variétés	Sefa essai n° 1	Sefa essai n° 2	Sefa essai n° 3	Velingara	Nioro du Rip	Keur Samba
Hybride complexe .....	42	44	39	16	14	14
Population locale ZM 10 .....	37	34	27	17	—	—
Autre population locale .....	—	—	—	13	8	12
NY 157 .....	37	—	—	—	—	—
NY 182 .....	—	—	—	—	6	10
Signification statistique .....	NS	S	NS	NS	S	NS
Coefficient de variation .....	15 %	20 %	21 %	26 %	22 %	26 %

NS : différence non significative ; S : différence significative.

Les quatre premiers essais du tableau comprennent l'hybride complexe et la population locale ZM 10 ; les rendements moyens de ces deux variétés dans ces essais sont respectivement 35 q et 29 q par hectare ; la plus-value est d'environ 20 % en faveur de l'hybride complexe.

##### B) ESSAIS EN 1968

###### 1) ESSAIS A LA STATION DE SEFA

Variétés	Essai n° 1	Essai n° 2	Essai n° 3	Essai n° 4	Essai n° 5
Hybride complexe .....	22	19	24	27	27
Population locale ZM 10 .....	18	15	14	20	17
NY 157 .....	—	—	—	—	22
Signification statistique .....	NS	NS	S	S	S
Coefficient de variation .....	21 %	26 %	29 %	24 %	24 %

NS : différence non significative ; S : différence significative.

###### 2) ESSAIS EN DIVERS POINTS D'EXPERIMENTATION DU SUD DU SENEGAL

Variétés	Nioro du Rip	Keur Samba	Maka	Sinthiou	Velingara	Analyse globale
Hybride complexe .....	32	24	23	22	30	26
Population locale .....	19	15	15	14	19	16
NY 157 .....	29	24	20	16	26	23
Signification statistique .....	S	S	S	NS	S	S
Coefficient de variation .....	11 %	14 %	6 %	29 %	21 %	15 %

NS : différence non significative ; S : différence significative.

Dans les essais effectués à Séfa, les rendements moyens de l'hybride complexe et de la population locale ZM 10 sont respectivement de 24 q et 17 q par hectare ; la plus-value est d'environ 40 % en faveur de l'hybride complexe.

Dans les essais en divers points du sud du Sénégal, les rendements moyens de l'hybride complexe et de la population locale sont respectivement de 26 q et 16 q par hectare ; la plus-value est d'environ 60 % en faveur de l'hybride complexe.

## C) CONCLUSION

Les chiffres cités ci-dessus sont tirés d'essais où, du fait de conditions climatiques défavorables, les rendements sont souvent faibles et les coefficients de variation souvent élevés. Les résultats de ces essais demandent confirmation.

Néanmoins, de l'ensemble de ces essais se dégage une supériorité assez générale de l'hybride complexe sur la population. Les hybrides doubles NY 157 et NY 182 ont, quant à eux, des rendements intermédiaires entre les rendements de l'hybride complexe et ceux de la population locale.

### VI) GENERALISATION DE LA FORMULE VARIETALE A DIVERS PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

La formule variétale choisie, que nous appelons hybride complexe, ainsi que les éléments constitutifs de cet hybride, déterminés pour la région de Moyenne-Casamance, peuvent ne pas être spécifiques de cette seule région.

Les lignées pures sélectionnées à Séfa pour la fabrication de l'hybride complexe ont déjà montré une grande valeur dans de nombreuses régions (Etats-Unis, zone méditerranéenne); on peut penser qu'elles ont un intérêt général et, dans le cas qui nous préoccupe, qu'elles peuvent être utilisées en croisement avec les populations locales dans divers pays, tout au moins dans ceux où le climat est voisin de celui de la Casamance.

On a effectué en 1967 et en 1968, à Bouaké, en Côte-d'Ivoire, soit sous la latitude 8° N, des expérimentations visant à vérifier cette hypothèse.

Il a été fabriqué l'hybride complexe HD × HJ, où HD est l'hybride double de l'hybride complexe de Casamance et HJ la meilleure population actuellement connue dans la région de Bouaké (HJ est un composite stabilisé de diverses variétés tropicales de Côte-d'Ivoire et d'Amérique, sélectionné par M. LE CONTE); cet hybride complexe a été testé par rapport au composite HJ.

Le tableau ci-dessous donne les rendements en grain sec, en quintaux par hectare, obtenus dans les essais et l'interprétation statistique.

Variétés	Essai 1967	Essai 1968
Hybride complexe HD × HJ .....	30	58
Population locale HJ .....	22	58
Signification statistique .....	S	—
Coefficient de variation .....	12 %	11 %

S : différence significative.

En 1967, l'hybride complexe montre une plus-value de 36 % par rapport à la variété locale; en 1968, les deux variétés ont le même rendement.

En ce qui concerne l'objectif de ces essais, soit la vérification du bien-fondé de l'hypothèse de généralisation possible de la formule variétale et des constituants de l'hybride complexe sélectionné pour la Casamance, on ne peut conclure de façon nette; les résultats sont encourageants mais l'information est encore insuffisante; l'expérimentation est donc à poursuivre.

Les très fortes variations enregistrées dans le rendement moyen des cultures de maïs selon les saisons de culture, au Sénégal et en Côte-d'Ivoire, rendent malaisées les conclusions d'essais de rendement.

Il est à noter que les plus-values de l'hybride complexe sur la population locale sont plus fortes, tout au moins dans les expérimentations citées ici, lorsque les rendements moyens sont plus faibles (en 1968 au Sénégal; en 1967 en Côte-d'Ivoire), soit lorsque les conditions sont moins favorables pour la culture du maïs.

Précisons que les conditions défavorables enregistrées en 1968 au Sénégal et en 1967 en Côte-d'Ivoire consistaient principalement en une sécheresse à l'époque de l'épiaison. La plus grande résistance à la sécheresse des hybrides complexes est-elle due à une plus grande vigueur du développement racinaire, ou bien les génotypes introduits ont-ils apportés une certaine forme de résistance à la sécheresse? On ne saurait le dire. Retenons toutefois, pour l'instant, qu'un matériel de nature hybride tel l'hybride complexe peut limiter la chute du rendement en cas de sécheresse lors de l'épiaison.

## CONCLUSION GENERALE

La présente étude a pour objet la définition d'une formule variétale de maïs adaptée aux conditions de la Casamance, en particulier, et aux pays en voie de développement, en général.

En Afrique, des améliorations importantes ont déjà été apportées aux populations locales cultivées traditionnellement: apport de facteurs génétiques de production et de résistance aux maladies en particulier, par croisements entre populations locales et matériel végétal introduit, et stabilisation des descendance. Ces populations locales améliorées conservent en grande partie, du fait de leur origine en partie locale et de leur forte variabilité génétique, leur plasticité au milieu et leur rusticité en face des conditions souvent précaires de culture; elles demeurent conformes au goût des consommateurs; leur reproduction en parcelle isolée et en pollinisation libre pour la multiplication des semences ne pose pas de sérieux problèmes d'organisation.

Par contre, les potentialités de production de ces variétés demeurent relativement faibles, leur nature de populations leur interdisant d'utiliser à plein les actions de superdominance dans les distributions géniques; on sait l'importance capitale de ces actions chez le maïs et comment elles ont guidé les sélectionneurs vers des formules d'hybrides.

Des introductions d'hybrides doubles étrangers ont été réalisées. Dans de bonnes conditions de culture, certains hybrides donnent de très bons résultats mais leur manque d'adaptation au milieu physique est généralement un handicap pour une production régulièrement élevée. Sans doute pourra-t-on créer des hybrides doubles de meilleure performance en utilisant des combinaisons où entrent pour moitié des lignées d'origine locale. Toutefois, ces lignées d'origine locale ne sont pas encore créées et il faudra un certain temps pour le faire; d'autre part, il peut être judicieux, dans une première phase d'intensification des cultures de maïs, de fournir aux agriculteurs des semences d'une variété offrant plus de souplesse, dans son utilisation, qu'un hybride double.

Une solution intermédiaire entre la solution hybride double et la solution population est donc souhaitable. Cette solution consiste à trouver une formule qui permette de réunir:

a) Une potentialité de production élevée, ce qui implique:  
une formule d'hybride;

une assez forte proportion de génotypes à haute potentialité de production en combinaison hybride; une réserve de tels génotypes est constituée par les lignées pures sélectionnées par les pays tempérés; dans ces lignées pures, la sélection pour la vigueur hybride a été généralement accompagnée d'une sélection pour les qualités agronomiques, en particulier, faible hauteur d'épi et de plant, objectif de sélection tout aussi valable en pays tropical.

b) Une certaine plasticité au milieu et une certaine rusticité en face des conditions diverses et souvent précaires de culture, ce qui implique:  
une assez grande variabilité génétique.

Cette variabilité génétique importante peut permettre une bonne production en deuxième génération; cela peut se révéler intéressant dans la phase difficile de début de vulgarisation où certains cultivateurs, soit par ignorance ou entêtement, soit par suite d'impossibilité matérielle de renouveler les semences, utiliseront le grain de première génération pour une deuxième année de culture.

une assez forte proportion de génotypes locaux.

La concentration en génotypes locaux permet d'obtenir un produit se rapprochant du grain traditionnellement récolté et sans doute désiré; nous avons pu constater, au cours de cette étude, l'importance de la qualité du grain dans les objectifs de sélection, tout au moins dans la période actuelle où le maïs est consommé par l'homme.

Les considérations ci-dessus ont fourni la trame de nos travaux en Casamance, au Sénégal. De ces travaux, nous pouvons dégager les résultats suivants:

## 1) FORMULE VARIETALE CHOISIE

L'étude des variétés de maïs classées suivant leur origine géographique, constituant un travail d'approche pour le choix des éléments constitutifs d'une variété hybride adaptée aux conditions particulières de la Casamance et conforme aux objectifs de sélection fixés, nous a conduit à la formule d'un hybride complexe:

« Hybride entre lignées pures de zone tempérée et population locale ».

Un tel hybride a été réalisé à la Station de Recherches de Séfa, avec les éléments constitutifs suivants :

les lignées G 205, K 55, T 115 et CI 64 (formant un hybride double), d'une part ;  
la population locale ZM 10, d'autre part.

La formule développée de l'hybride complexe est :

$$[(G\ 205 \times K\ 55) \times (T\ 115 \times CI\ 64)] \times ZM\ 10.$$

Des tests de rendement effectués dans le sud du Sénégal, en 1967 et 1968, ont permis de vérifier la supériorité, sur le critère rendement, de cet hybride complexe par rapport aux populations locales de maïs et même aux meilleurs hybrides doubles étrangers introduits.

#### 2) DES AMÉLIORATIONS PEUVENT ÊTRE APPORTÉES À L'HYBRIDE COMPLEXE :

a) En changeant certaines lignées pures déficientes pour certains caractères : c'est ainsi que la lignée G 205 sera peut-être remplacée par la lignée Ind 33-16, si les résultats des essais comparatifs confirment ceux de 1965.

b) En élargissant le stock génique « local » (population ZM 9 et ZM 11, et même populations Niaouli VII du Dahomey et MTS H 59 de Côte-d'Ivoire) et en opérant dans ce matériel des sélections :

pour les caractères qualités du grain et hauteurs faibles d'épi et de plant ;  
pour l'aptitude à la combinaison avec les lignées pures de zone tempérée.

Retenons que la formule de l'hybride complexe est souple : elle permet, dès que quatre lignées pures ont été décelées comme intéressantes (en combinaison : lignée  $\times$  population locale), de procéder à la fabrication d'une variété vulgarisable tout en continuant à apporter des améliorations dans cette variété.

#### 3) GÉNÉRALISATION POSSIBLE DE LA FORMULE VARIÉTALE DÉFINIE EN CASAMANCE À DIVERS PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

Dans ces pays, les variétés de maïs destinées à la vulgarisation doivent, en général, répondre aux mêmes impératifs qu'en Casamance, soit large variabilité génétique, qualités du grain voisines de celles des variétés traditionnellement cultivées et malgré tout une forte potentialité de rendement. La formule variétale définie pour les besoins de la Casamance peut sans doute être généralisée dans bon nombre de cas ; une première tentative a été faite en Côte-d'Ivoire et les premiers résultats sont encourageants.

**RESUME.** — L'Auteur examine les conditions de culture et d'utilisation du maïs dans la région de Casamance et fait ressortir la nécessité de disposer de variétés à la fois adaptées à la culture intensive et utilisables pour la nourriture humaine. Il a réuni du matériel végétal qu'il classe en trois séries : populations de Casamance, populations introduites d'autres zones tropicales, lignées pures et hybrides doubles de zone tempérée. Il étudie ces populations, ces hybrides et des hybrides interséries, pour les caractères précocité, hauteur d'épi et de plant, rendement en grain, qualités gustatives et rendement en farine du grain. Il observe qu'en dehors de certains hybrides doubles, c'est la catégorie « hybrides entre lignées pures de zone tempérée et population locale » qui fournit les meilleures variétés, ces hybrides associant les qualités agronomiques et l'aptitude au rendement en combinaison hybride des lignées sélectionnées en zone tempérée et les caractères d'adaptation au milieu physique des populations locales. Un hybride de ce type, appelé hybride complexe, a été testé pour le rendement en Casamance ; malgré des conditions climatiques défavorables, les résultats des tests mettent en évidence l'intérêt du schéma adopté. Enfin, l'Auteur souligne les possibilités d'amélioration continue de l'hybride complexe et de généralisation de la formule pour l'amélioration variétale du maïs dans divers pays en voie de développement.

#### SUMMARY.—VARIETY IMPROVEMENT OF MAIZE IN CASAMANCE (SENEGAL).

The Author studies the conditions of cultivation and use of maize in the Casamance area and emphasizes how necessary it is to have varieties available both adapted to intensive farming and usable for human consumption. He has gathered plant material which he classifies into the following series: Casamance populations, populations introduced from other tropical areas, pure lines and double cross hybrids from temperate areas. He studies the earliness, ear and plant height, grain yield, eating qualities

and flour yield of these populations, hybrids and hybrids within the series. He notes that, except some double cross hybrids, the hybrids between pure lines from temperate areas and local populations give the best varieties since these hybrids unite the agricultural qualities and yield ability in hybrid combination of the selected lines from temperate areas with the adaptability of local populations to physical environment. In Casamance yield tests were carried out on a hybrid of this type, called complex hybrid; in spite of unfavourable climatic conditions the results of these tests show the interest of the adopted pattern. Lastly the Author points out the possibility of the complex hybrid being continually improved and the formula generalized to improve maize varieties in various developing countries.

#### RESUMEN. — MEJORA DE VARIEDADES DE MAIZ EN CASAMANCE (SENEGAL).

El Autor estudia primero las condiciones de cultivo y de utilización del maíz en la región de Casamance, poniéndose de relieve la necesidad de disponer de variedades que convengan para el cultivo intensivo y la alimentación del hombre. Se clasifica el material vegetal obtenido en tres series : vegetales de Casamance, vegetales introducidos de otras regiones tropicales, y líneas puras e híbridos dobles de las zonas templadas. Dichos vegetales se han estudiado en función de los siguientes caracteres : precocidad, altura de la espiga y de la planta, rendimiento de grano, cualidades gustativas, y rendimiento de harina del grano. Se observa que, excepto en lo que se refiere a ciertos híbridos dobles, la categoría de « híbridos entre líneas puras de zona templada y poblaciones locales » es la que permite obtener las mejores variedades : dichos híbridos presentan una reunión de las cualidades agronómicas, capacidad de rendimiento en combinación con las líneas seleccionadas en las zonas templadas, y adaptabilidad de las poblaciones locales al medio físico. Se ha realizado una prueba de rendimiento sobre este tipo, llamado híbrido complejo, en Casamance : a pesar de las condiciones climatológicas desfavorables, los resultados de las pruebas evidencian el interés ofrecido por el esquema adoptado. Por último, el Autor hace hincapié en las posibilidades de mejora continua del híbrido complejo, y de extensión de la fórmula de mejora varietal del maíz en varios países en vías de desarrollo.