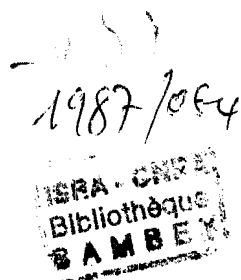


REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL



INSTITUT SENEGALAIS  
DE  
RECHERCHES AGRICOLES

DIRECTION DES RECHERCHES  
SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES  
-----

LA SELECTION DU MATS AU SENEGAL  
ET ETUDE DE LA VARIABILITE GENETIQUE DES POPULATIONS

PAR ABDOU NDIAYE

RAPPORT DE STAGE DE TITULARISATION

CN0101247  
F315  
NDI

MARS 1987

SECTEUR CENTRE SUD  
KAOLACK

88-84

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS  
DE  
RECHERCHES AGRICOLES  
\*\*\*\*\*  
DIRECTION DES RECHERCHES  
SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES  
\*\*\*\*\*

LA SELECTION DU MATS AU SENEGAL  
ET ETUDE DE LA VARIABILITE GENETIQUE DES POPULATIONS

PAR ABDOU NDIAYE

RAPPORT DE STAGE DE TITULARISATION

MARS 1987

SECTEUR CENTRE SUD  
KAOLACK

## Remerciements

A Monsieur François FAYE Directeur du Département de la Recherche sur **sur** les Productions 'Végétales (P.I) j'adresse ma profonde reconnaissance pour ses précieux conseils.

A Monsieur J. Gautreau, Agronome Principal et Monsieur Mbaye **NDoye**, j'exprime ma très profonde gratitude pour leur soutien permanent et leur aide précieuse.

Je suis **particulièrement** reconnaissant à Monsieur André **Rouzière** coordonnateur Principal du Secteur Centre SUD et à Monsieur **Dogo Seck** Coordonnateur du **Pool/AGRO** à Nioro dont les conseils me **furent** ~~de~~ **d'un** précieux recours.

Mes vifs remerciements vont à Madame Macoumba Sène qui a bien voulu assurer la frappe de ce rapport.

Enfin, vous **très** nombreux, à avoir contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, je ne saurais sans doute pas vous exprimer suffisamment ma **gratitude**.

A tous mes **Professeurs**  
Honorables artisans de ma formation.

*La sélection du mafs au Sénégal  
et étude de la variabilité génétique des populations*

# PLAN

Avant - Propos

## Introduction

Première partie : Le point sur la **sélection**

- I. Historique
- II. Evolution
- III. Créations
- IV. Situation actuelle
- V. Conclusion

Deuxième partie : Etude de la variabilité génétique :

### I. Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal
2. **Méthode** d'évaluation
  - 2.1 Dispositif expérimental
  - 2.2 Mensurations
  - 2.3 Méthodes d'analyse des résultats

a) l'analyse de **variance**

b) les études synthétiques

- l'analyse en composantes principales (ACP),

- l'analyse factorielle **discriminante**

- la distance  $D^2$  de Mahalanobis

2.4 Conclusion

### **Résultats expérimentaux**

- I. L'analyse de **variance**
- II. L'analyse en composantes principales
  1. Association des caractères
  2. Analyse en composantes principales
- III. Classification hiérarchique ascendante
- IV. Discussion et conclusion

Troisième partie : Perspectives

I. Sources de variabilité

1. Populations adaptées - Populations exotiques

2. Conservation de la variabilité

II. Travaux sur les populations adaptées

1. Etude en valeur

2. Etude des valeurs en combinaison

3. Formation des pools

4. **Amélioration** des pools

a) La sélection **massale**

b) La sélection récurrente avec descendance

5. Conclusion

III. Travaux sur les populations exotiques

IV. Créations d'hybrides complexes

**V. Conclusion**

Conclusion Générale

Annexes :

Annexe 1. Liste du matériel étudié

Annexe II. Résultats des tests de germination

Annexe **III**. Résultats de l'analyse de **variance**

Bibliographie

## AVANT - PROPOS

Dans un grand nombre de pays en voie de développement, le **maïs** constitue une culture traditionnelle et une base importante de la nourriture. L'adaptation de la plante au milieu physique et la demande progressivement croissante sur le marché légitime et commandent la recherche de techniques permettant une production accrue du **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.

Il est apparu que l'intensification de la culture ne peut **se concevoir** que dans le cadre d'une mise au point de techniques nouvelles. Ces dernières portent sur l'amélioration du milieu (préparation et entretien des terres, fertilisation) et sur l'amélioration du matériel végétal.

Nous traiterons de l'amélioration du matériel **végétal** par l'étude de l'organisation de la variabilité génétique des populations en vue de son exploitation en sélection.

Mais auparavant, nous avons jugé nécessaire de faire le point sur la sélection pour avoir une meilleure connaissance de l'évolution du matériel **végétal** d'une part et d'autre part de mieux dégager des perspectives pour le renforcement du Programme de recherche **dans** le cadre de l'autosuffisance alimentaire.

## PRODUCTION

Le **Maïs** est originaire d'Amérique Centrale. A part la taille et la productivité, les Caractéristiques botaniques fondamentales de la plante n'ont que peu évolué durant sa domestication :

Deux centres de diversification ont été avancées :

- Les Hautes landes du Pérou, de l'Equateur et de la Bolivie ;
- Les régions du Sud mexicain et d'Amérique Centrale.

Introduit en Afrique vers le XVII siècle, le **maïs** est cultivé au Sénégal principalement pour le grain dans quatre zones :

le Sénégal Oriental, le Sine-Saloum, la Casamance et le Fleuve.

Le développement de la culture du **maïs** dans chacune de ces régions est, soit lié au fait que le maïs y est une culture ancienne dont le produit figure traditionnellement dans l'alimentation du monde rural, soit à ce que le **maïs** permet de traverser les périodes de soudure car pouvant être consommé "en vert" trois à quatre semaines avant la récolte du **souma**.

Les statistiques de la Direction Générale de la Production Agricole (D.G.P.A.) montrent, qu'actuellement, les superficies et la production de **maïs** se répartissent assez équitablement dans les trois principales régions de culture pluviale (Sénégal Oriental, Sine-Saloum, Casamance).

La région du Fleuve constitue une zone de culture irriguée ne dépassant pas 10% du total national.

L'évolution des surfaces et de la production de maïs tant au niveau régional qu'au niveau national de 1967 à 1984 est matérialisée par les figures 1 et 2.

Ainsi, l'évolution de la culture du **maïs** a connu trois grandes périodes :

- a/ Une période de sécheresse (1969 ) 1972/73) qui a entraîné la réduction des surfaces et une chute importante de la production ;
- b/ Une période de stagnation (courbe en plateau) jusqu'en 1976/77 liée à la stabilisation du prix officiel du **maïs** contrairement à celui de l'arachide et du coton ;
- c/ Une reprise à partir de 1978 suite à une évolution de la politique agricole assignant au maïs un rôle prioritaire dans l'objectif d'autosuffisance alimentaire.

.../.



Fig. I : EVOLUTION DES SURFACES ET DE LA PRODUCTION AU NIVEAU REGIONAL .

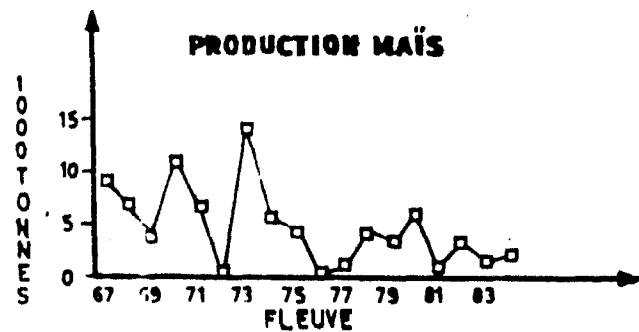
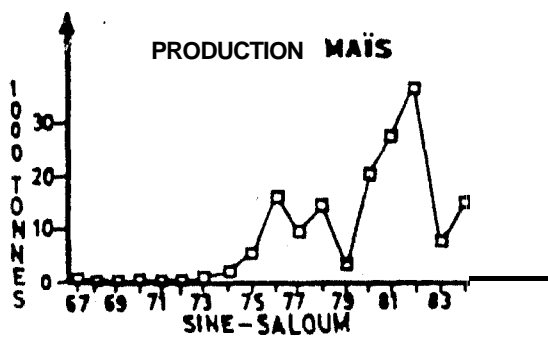
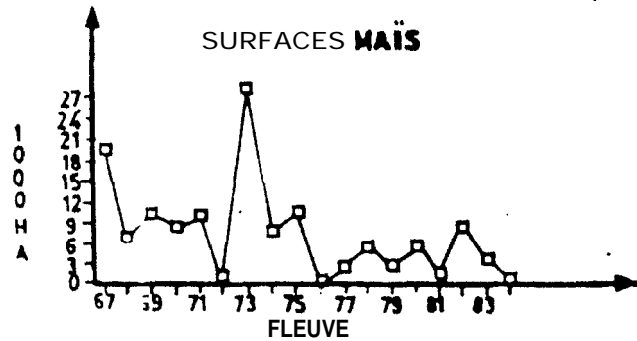
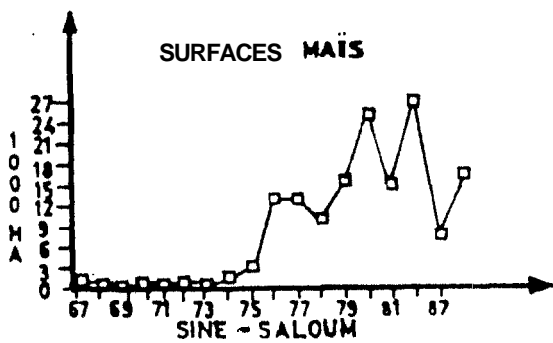
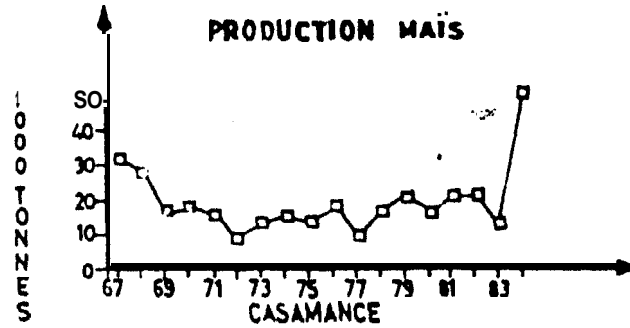
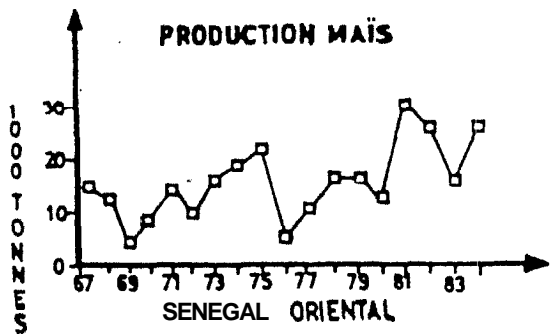
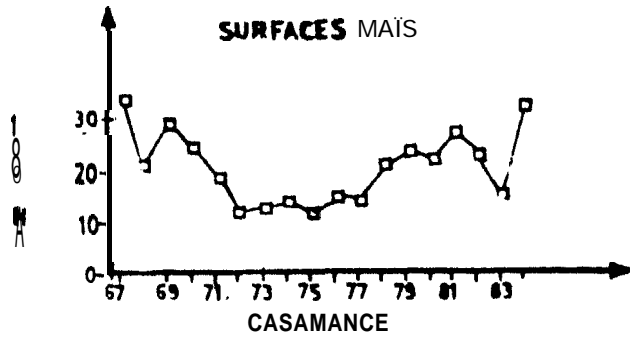
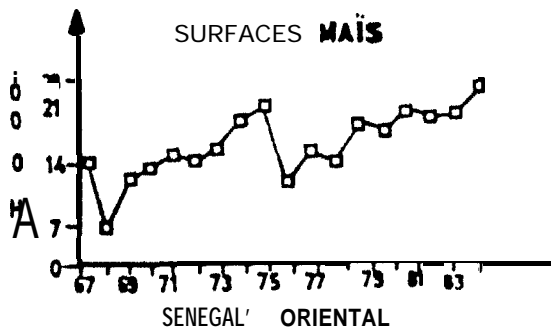
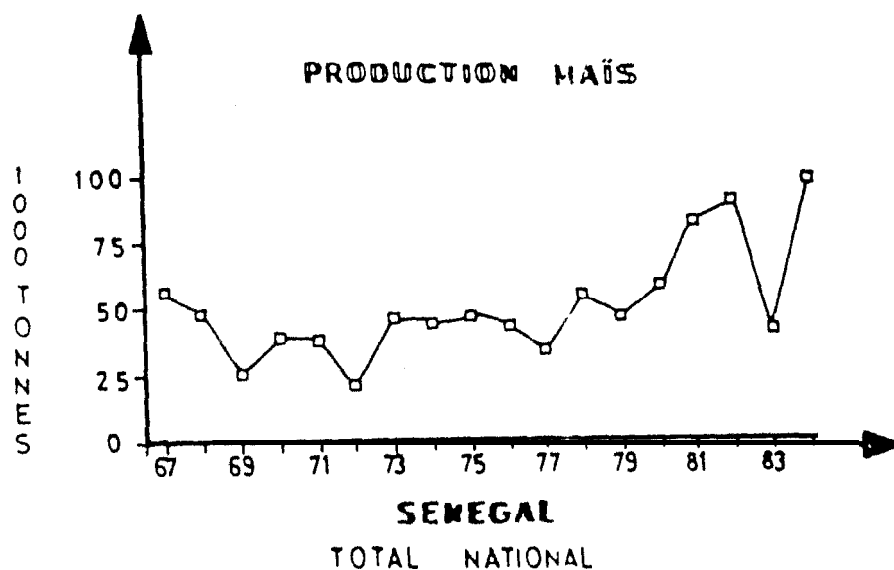
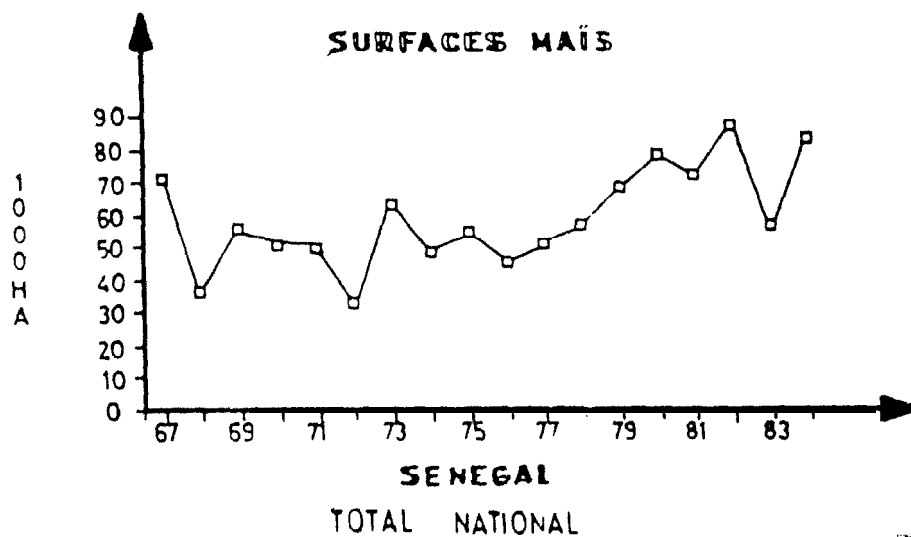


Fig. 2 : EVOLUTION DES SURFACES ET DE LA PRODUCTION AU NIVEAU NATIONAL



Filière Maïs - ARIEL et YUNG (1985)

Pour la **production** de semence, la semence de base produite par la recherche est en principe cédée aux sociétés de développement (SODEVA), SODEFITEX, SOMIVAC, SAED, Projet Sénégal-Allemand).

Cependant, il faut signaler l'existence d'un service semencier national dont le **rôle** est de programmer la **production** de semence compte tenu de la politique de développement envisagée dans chaque région et des quantités de semence qui seront nécessaires à la réalisation de ces **programmes**.

Dans le cadre de la **recherche** et pour préparer un progrès génétique à moyen et long terme, notre Programme se fixe les objectifs suivants :

- a/ construction d'une collection importante et diversifiée par rassemblement d'un grand nombre de populations d'origines diverses ;
- b/ Etude et conservation de la variabilité rassemblée ;
- c/ Mise au point de méthodologies de gestion et d'utilisation de cette variabilité en sélection.

Ce présent rapport traitera de la sélection du maïs au Sénégal et de l'évaluation de la variabilité de populations de maïs introduites afin de pouvoir élargir la base génétique existante d'une part et d'autre part de proposer des méthodes d'intégration de ces plasmés germinatifs exotiques dans le **programme** national de recherche.

Par la suite il s'agira de mettre à la disposition de l'agriculteur sénégalais une large gamme de variétés performantes et souples qui lui permettront d'ajuster ses plans de culture en fonction des aléas climatiques, de la pression parasitaire et des besoins du marché.

Première partie : LE POINT SUR LA SÉLECTION

"La création de variété plus performantes, mieux adaptées aux conditions agro-écologiques, contribue à une amélioration de la **production** agricole. Elle apporte un progrès "**gratuit**", non polluant, qui se trouve en moyenne chez l'utilisateur et **profite** au consommateur (Gallais, 1985)".

Pour avoir la production maximale, l'agriculteur doit, certes utiliser les meilleures techniques culturales, mais il doit aussi choisir les meilleures variétés. Dans une certaine mesure, il doit adapter les unes aux autres. En effet, le progrès économique résulte d'une véritable dialectique entre la création variétale et les techniques culturales.

De ce chef, l'**amélioration** des plantes en général et du mafs en particulier est une entreprise qui doit **être** conçue pour avoir les **progrès les** plus importants possibles à court et à long terme, avec la meilleure utilisation possible des moyens (temps, espace, matériel, personnel).

c'est en effet, dans cette perspective, que nous nous proposons de faire le bilan sur la sélection du mafs au Sénégal en vue d'un renforcement du programme de recherche en cours.

## I. HISTORIQUE

Le matériel végétal disponible à l'époque (Jacquot, 1970) pour entreprendre un programme de sélection pouvait **être** classé en trois séries principales de souches :

- des populations locales essentiellement 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.

Partant du principe de la relation hétérosis-distance génétique **et/ou** géographique, des travaux d'hybridation furent alors entrepris. Cette nouvelle orientation a vu **paraître** la formule canevas choisie qui fut celle de l'hybride complexe résultant du croisement entre des lignées pures de la zone tempérée et une population locale.

.../.

Les hybrides doubles étrangers, bien que répondant aux objectifs de **sélection** (hauteur faible d'épi et de plant, rendement **élevé**) ne possédaient que rarement les qualités de grain **désirées** suite à la restriction de leur base génétique ayant limité leur plasticité au milieu.

c'est ainsi qu'au regard des considérations **précitées**, le choix de la formule variétale fut tourné sur la catégorie "**Hybrides** entre **lignées pures** de zone **tempérée** et population locale" aboutissant à la création de l'hybride complexe. Afin d'assurer à ce dernier une certaine variabilité génétique et de faciliter les opérations de fabrication, la formule suivante fut adoptée :

$(AxB) \times (CxD) \times \text{population locale.}$

**A,B,C,D**, étant des lignées pures étrangères.

Cependant, il était apparu, sinon évident, que **l'amélioration** de cet hybride complexe à travers, soit la recherche de nouvelles lignées pures **introduites** pour la modification des parents de l'hybride double, soit l'amélioration des populations locales par la sélection récurrente avec test de lignées **S1** ou test top-cross avec l'hybride double était limité à cause des tests d'aptitude à la combinaison qui n'étaient plus valables.

Il s'ent est alors suivi une nouvelle formule "hybride simple x population locale" à partir d'une extraction de lignées **sur les** populations locales suivies de tests d'aptitude à la combinaison pour les introductions étrangères avec les populations locales (S4 x lignées étrangères par exemple).

## II - EVOLUTION

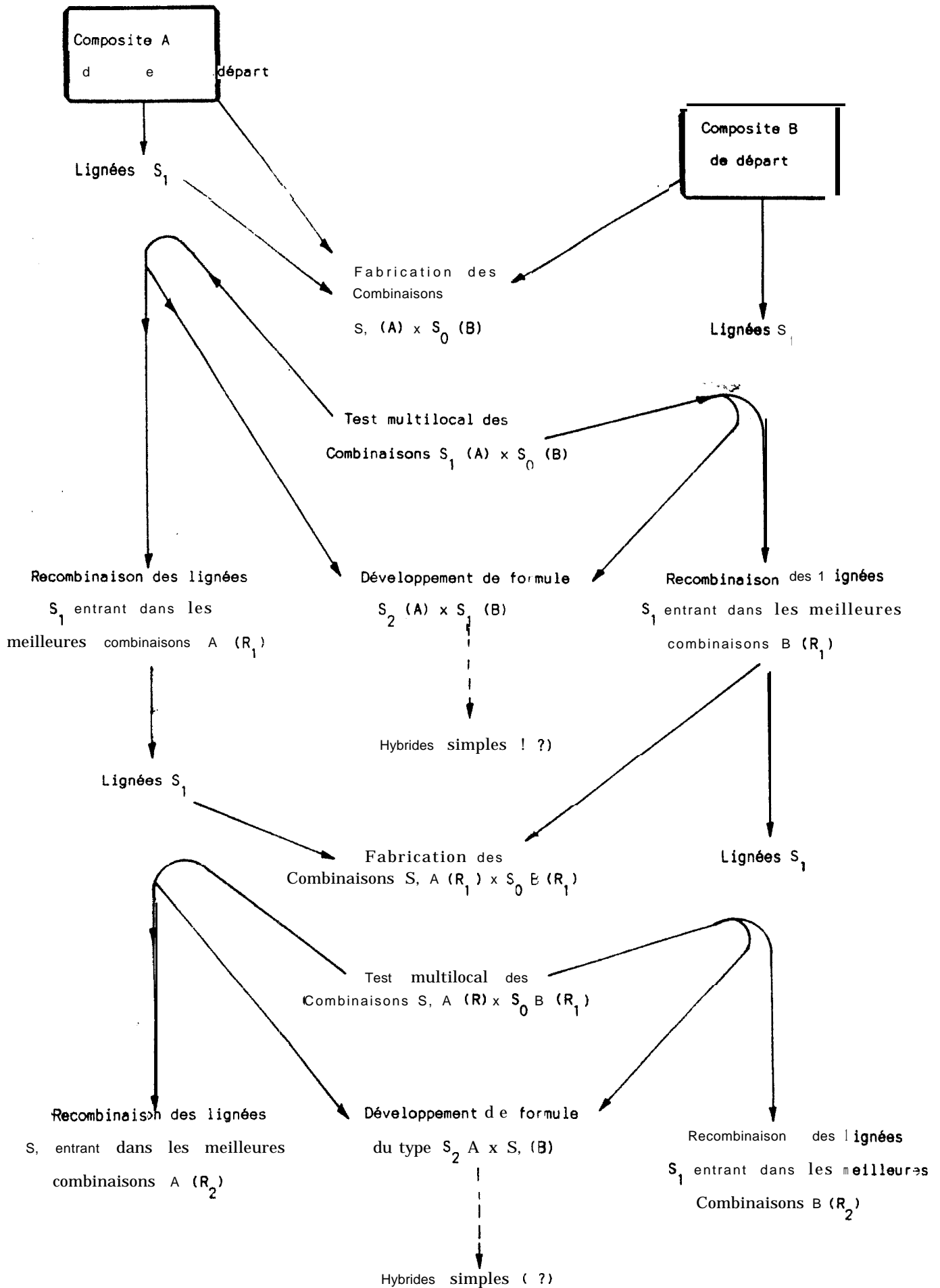
Un travail de sélection variétale de grande envergure a été mis en oeuvre par Durovray avec à la base un schéma de sélection récurrente réciproque (**S.R.R**) entre deux composites créés de telle sorte que **l'hétérosis** soit au départ maximale (Voir **schéma** 3 ci-après).

Le choix de ce **schéma** a été basé sur plusieurs considérations dont :

- La facilité de création de deux composites complémentaires en utilisant les résultats de nombreux tests d'aptitude à la combinaison entre variétés introduites et variétés locales ;
- **L'intérêt** de disposer au départ, dans chaque composite, d'une variabilité génétique **importante** conditionnant l'efficacité du schéma et de sa survie.

# SCHEMA DE SELECTION RECURRENTE RECIPROQUE POUR L'APTITUDE A LA COMBINAISON

## SCHEMA 3



- La possibilité de fournir rapidement à la vulgarisation des formules hybrides non-fixes du type (lignée S1 x lignée Si) ou lignée S2 x lignée S2) ; le faible niveau d'homozygotie assurant une bonne vigueur des parents ;

- La possibilité d'une amélioration **parallèle** des composites du **départ.**

A cet effet, le programme de sélection entrepris fut axé essentiellement sur les actions suivantes :

- Création d'un composite local A à large variabilité **génétique** et **sélection** dans ce composite. Ce dernier se composait d'un mélange à partir populations locales (ZM10 ; ZMJT ; ZMBT : ZM19A ; MAKA, ; NIORO) représentatives des mars locaux.

- Introduction de matériel et tests de son aptitude à la combinaison avec le composite local A ;

- Création de composites de variétés introduites B,

Alors, deux composites B1 et B2 ont été créés simultanément.

Le composite B1 présentant la meilleure aptitude à la combinaison a été finalement retenu.

#### A/ Composite de populations introduites B1

11 comprenait huit (8) lignées pures mélangées à partir de 28 hybrides simples réalisés entre elles : F64B ; OH41B ; R902B ; CI91G ; CI64 ; OH23B ; T115 ; CI38BB. Après un certain nombre de générations de brassage, seize (16) lignées sont ajoutées (H49 ; R158 ; I137TN ; E2839 ; F2834 : Ia606c ; M848W ; G4 ; G102 ; G204 ; D160P ; Ind38.11 ; 22j-26-27j ; 31j aux huit lignées de départ. Les proportions d'entrée de ces lignées étant calculées pour que l'équilibre entre les vingt-quatre (24) lignées soit respecté.

#### B/ Composite de populations introduites B2

11 était composé à partir d'un mélange à part égale de vingt-trois (23) populations ayant montré durant les tests réalisés depuis 1964 une bonne aptitude à la combinaison avec les **maïs** locaux : (voir tableau 4).

A la quatrième génération de mélange, trois (3) nouvelles populations entraient dans le composite : N.C.A ; N.C.B ; N.C.C. du Nigéria. A la récolte, le choix d'épis est calculé pour que les proportions d'entrée de ces trois populations soient 1/26<sup>ème</sup> du total.

.../.

Tableau : Liste des populations du Composite B2

Populations	Origines
Composite III C.A	Mexique : Composite J. d'Ina.
Mexico S	"
Composite Chalqueno	"
Michoacan	"
M.S.5	"
A. 530	"
Composite Yellow Dent	Amérique Centrale
Composite Yellow Flint	"
Composite A3	Indes
Composite A4	"
(13 x Jillicorse)	"
BI x Cuba II J	"
Indes	"
Synthétique colombien	Colombie
Composite B	Nigéria
0.94	"
NS	"
N.C.A	"
N.C.C	"
Réunion	Réunion
Composite Jaune d'Ina	Dahomey
Jaune de FO	Burkina FASO
Aldiobla	"
Massayomba	"



- Sélection récurrente réciproque pour l'aptitude spécifique à la combinaison (A.S.C) entre les composites A, B1 et B ;
- Recherche d'un maïs à grain vitreux à haute teneur en lysine et en tryptophane ;
- Création d'une variété synthétique à partir de matériel introduit
- Création de variétés et de composites à cycle de 120 jours pour la zone Sud.
- Création d'un composite précoce de 70-75 jours pour la zone centre Nord ;
- Création d'un composite blanc et jaune denté pour l'industrie de transformation.

### III - CREATIONS

La vulgarisation propose à l'heure actuelle trois **variétés** sélectionnées :

- **ZM10** : C'est une population locale améliorée et vulgarisée depuis 1973.
- **BDS III** : C'est un hybride complexe de formule variétale :  
(F64B x OH41) x (CI64 x CI38bb) x ZM10 originaire de la Station de la Moyenne Casamance. Son rendement, son cycle et sa résistance à la sécheresse ont fait que son aire d'utilisation s'est étendue sur toute la zone climatique favorable à la culture de **maïs**.
- **JDB** : C'est une variété synthétique jaune mise au point et en phase de prévulgarisation.

Au niveau des créations récentes, la recherche a entrepris un travail de sélection de grande envergure. Elle s'était fixée un programme constitué de trois axes principaux.

#### -1 Création d'hybrides variétaux

Ils sont destinés aux paysans possédant une bonne technologie et ne sont conçus que dans le **cadre** d'une culture intensive du **maïs**.

C'est ainsi que des hybrides variétaux de qualité dénommés **HVB1** et **HVB2** (pour Hybride variétal de Bambey) ont été **fabriqués**. **HVB1** à grain blanc corné est destiné à se substituer à **BDS III** et présente en génération avancée une chute de rendement de 15 à 20% (la production semencière au Sénégal. **SEMA/IRAT**. Janvier 1982).

#### -2 Création de variétés synthétiques

Elles sont destinées aux producteurs à moyenne technologie pratiquant une culture semi-intensive, C'est ainsi que les Synthétiques C et **J.D.B** ont été créés . La **multiplication** de ces variétés est en cours dans le Sine-Saloum dans le cadre des **responsabilités** du Projet-Mais Sénégal-Allemand.

### -3 création de composites

Ces composites sont destinés à la culture extensive du maïs pratiquée par les agriculteurs à faible technologie pour lesquels le maïs est principalement une céréale d'auto-consommation permettant le passage de la période de soudure.

On peut citer le Composite Précoce d'un cycle de 70-75 jours, résistant à la sécheresse permettant de couvrir la zone Centre Nord où la pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 500 à 600mm.

De surcroît les variétés QPM1 et QPM2 furent créées dans le cadre de la recherche de maïs riche en lysine et tryptophane.

#### IV - Situation actuelle

A l'état actuel, le programme national de recherche s'est ouvert à un mouvement d'introduction de matériel végétal, en cours de sélection faisant l'objet d'essais de comportement réalisés dans les différentes stations régionales. Ces essais variétaux ont été développés dans le cadre d'accord de coopérations avec divers organismes internationaux tels le SAFGRAD ; le CILSS ; l'INSAH ; l'IRAT ; et le CIMMYT. La figure 12 bis montre dans le cadre du CIMMYT, les différentes étapes d'amélioration des populations, le développement, l'évaluation et l'utilisation de variétés expérimentales.

Toutefois, ces essais n'ont pas donné les résultats escomptés à cause des problèmes d'adaptabilité du matériel étranger aux conditions agroécologiques locales.

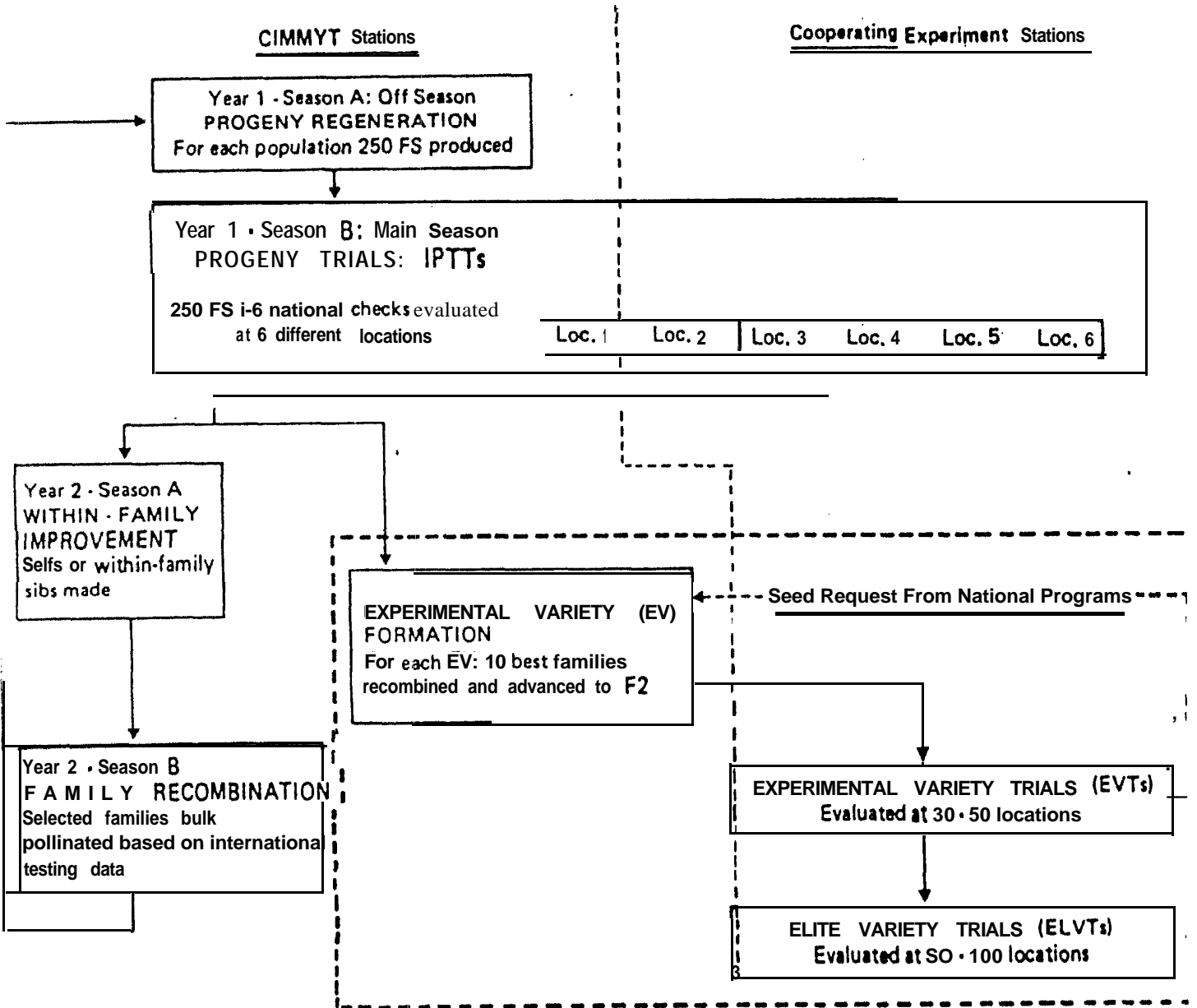
#### V - CONCLUSION :-

La recherche en matière de création variétale connaît beaucoup de contraintes. En effet, le schéma de sélection récurrente a été mal interprété et abandonné après le départ de DUROVRAY et les deux composites de départ n'ont pas été conservés. Les cultivars n'ont jamais fait l'objet de renouvellement mais sont plutôt maintenus par multiplication panmixte au fil des ans. C'est le cas de la ZM10, du BDS, et du JDB.

Les variétés tels que le CP75 (composite précoce de 75 jours) et le Synth C, toutes issues d'un polycross entre populations et lignées étrangères se trouvent en générations très avancées et présentant de la sorte une baisse régulière du rendement. L'hybride variétal de Bambeï (HVB1) a une base génétique très étroite car ayant à l'origine deux plantes A10 et B10 appelés à tort composites.

.../.

Figure A. Strpr in Population Improvement and Experimental Variety Development, Evaluation, and Use



Les populations et lignées introduites, n'ayant pas été reconduites et conservées dans les conditions optimales, présentent une faculté germinative **très** faible voire **nulle**(cf. chap. **Matériel** et méthodes).

Somme toute, la principale critique que l'on puisse formuler est que les essais réalisés n'ont porté que sur du matériel amélioré de provenances très diversifiée mais très peu sur des obtentions du programme **lui-même**.

Néanmoins, une exploitation indirecte des populations et lignées **recupé-**  
**bles** peut être entreprise en relation avec le nécessaire élargissement de la base génétique dont l'étude de la variabilité devient impérative pour la définition de nouveaux objectifs dans le cadre de la programmation régionale.

Deuxième partie : Etude de la variabilité génétique

En sélection, il est capital de partir d'une variabilité la plus large possible, au risque de tomber assez rapidement dans des limitations des possibilités d'amélioration, d'où l'importance pour le sélectionneur de constituer une collection aussi diversifiée que possible. De nos jours, **certaines** limites d'amélioration des principales cultures ont été atteintes et de façon générale. C'est en particulier le cas du maïs, pour lequel la base génétique, des principales variétés cultivées est **très** étroite. Cela est **dû** en partie, à la réduction des "réservoirs de variabilité" dont disposent les sélectionneurs et à **la non** utilisation de toute la variabilité disponible.

Sur ce, la **variabilité** génétique demeure un élément de base pour tout programme de sélection.

Partant du principe de l'augmentation de l'hétérosis en fonction du degré de divergence génétique **et/ou** géographique des géniteurs, les sélectionneurs ont jugé nécessaire d'effectuer **l'hybridation** entre des populations de **maïs** d'origines différentes (Goodman, 1965 ; Moll ; Salhuana et Robinson, 1962 ; Griffing et Lindstrom, 1954).

Ainsi le but de ce **travail** est d'étudier la valeur propre et les distances génétiques de populations et lignées pour la plupart introduites en vue de leur regroupement en "**pools**" pour mieux faciliter la gestion et la conservation de leur variabilité.

XI - Matériel et méthodes-

1. Matériel végétal :

Le matériel végétal est **constitué** de quatre vingt onze (91) **entrées** en provenance de divers pays (voir tableau en annexe 1). Dans cette étude chaque population est identifiée par le numéro de traitement (génotype) suivi de la plaque internationale du pays d'origine ; à défaut, une lettre lui est affectée.

vu les conditions de conservation, certaines populations ont eu des problèmes de levée. ce qui a réduit le nombre d'entrées à soixante et une (61). A cet effet, des tests de germination ont été effectués au service semencier pour une meilleure appréciation de leur faculté germinative.

Le tableau en annexe II montre les résultats des tests effectués à la fois sur sable et sur papier buvard.

Cependant, il faut noter que le matériel végétal présenté est relativement restreint et ne peut prétendre donner une image exhaustive de la diversité des maïs. Toutefois, il aura permis, à travers une étude détaillée de l'organisation de la variabilité génétique, de définir une démarche rationnelle et certaines règles de travail (cf. **chap.** sur les perspectives).

## 2. Méthodes d'évaluation.

### 2.1 Dispositif expérimental

L'essai est réalisé suivant un dispositif en blocs **randomisés** à quatre répétitions. Dans chaque bloc, la parcelle élémentaire est constituée d'une ligne de 7,5m. L'écartement adopté est de 0,8m entre lignes et 0,25m entre poquets.

Le dispositif à blocs randomisés avec 4 répétitions nous a été dicté par notre méconnaissance du terrain mis à notre disposition d'une part et la faculté germinative du matériel végétal compte tenu des **conditions** de conservation d'autre part.

### 2.2 Mensurations

Le choix des caractères mesurés a été effectué de façon à caractériser au mieux l'individu **considéré**. Ainsi, quatre (4) types de caractères ont été considérés :

#### Caractères agronomiques :

- **RDT/plte** : rendement par plante
- **FLOR** : date de 50% floraison femelle en quantième depuis la date de semis.

#### Caractères quantitatifs associés au rendement :

- **LEVEE** = nombre de pieds levés sur la ligne 10 jours après le semis.
- **HT** : hauteur totale de la plante, du sol à la base de la première ramification de l'inflorescence **mâle** en cm (10 plantes **mesurées/répétition**).
- **HEPI** : hauteur totale de la plante, du sol à la base de l'insertion de l'épi supérieur, en cm (10 plantes **mesurées/répétition**).
- **LOF** : longueur en mm de la feuille de l'épi supérieur (10 plantes **mesurées/répétition**).
- **LAF** : largeur en mm de la feuille de l'épi supérieur (10 plantes **mesurées/répétition**).
- **NTALL** = nombre de **talles** à la récolte sur la ligne.
- **NEPR** = nombre d'épis existants à la récolte sur la ligne.
- **NBPR** = nombre de pieds récoltés sur la ligne.
- **NEPI/plante** = nombre d'épis/plante
- **HUM** = humidité du grain au battage mesurée par un humidimètre Dickey-John.

- Pdep = Poids des épis à la récolte
- LOEP = longueur en mm de l'épi mesuré sur 10 épis
- LAEP = largeur en mm de l'épi mesurée sur 10 épis
- NBRGS = nombre moyen de rangs de l'épi sur 10 épis.

#### Facteurs de régularité du rendement

- Verse = nombre de pieds versés à la récolte sur la ligne
- Vig = vigueur au départ notée de 1 à 10 à un mois après le semis (1 = trop faible ; 10 = très bonne).
- SANT = santé de l'épi évaluée sur 10 épis.
- Cvep = couverture de l'épi évaluée sur l'ensemble des épis (1 à 5).  
1 = Très bonne couverture  
5 = Très mauvaise couverture.

#### Caractères qualitatifs purement descriptifs :

- Coul. = couleur du grain : 1 = blanc (BBB)  
2 = jaune (JJJ)  
3 = jaune blanc (BJJ ou BBJ)
- Texture : texture du grain : 1 = corné (ccc)  
2 = denté (DDD)  
3 = CCD ou CDD)

### 2.3 Méthodes d'analyse des résultats

L'analyse statistique des résultats est effectuée au centre de Recherches Océanographiques de Thiaroye (C.R.O.D.T.). En fait, l'étude de chacun des aspects de la **variabilité** nécessite l'emploi de techniques de description et d'analyse suivant que l'on désire étudier chaque caractère indépendamment ou leur ensemble, de façon synthétique :

#### a) L'analyse de variance

Elle permet de quantifier les variations inter et intrapopulations constituant la variabilité totale.

Nous avons, pour ce faire, effectué une analyse de **variance à deux facteurs** (bloc et génotype) sur les caractères pour voir s'il y a un effet génotypique **et/ou** un effet bloc.

b) Les études synthétiques

La structure générale de la variabilité d'un senssemble de populations peut être appréhendée par des **analyses** multivariées, comme l'analyse en composantes principales, l'**analyse** factorielle **discriminante** et la distance  $D^2$  de Mahalanobis.

Le schéma II.2.3 résume la **chaîne** des programmes Gensat utilisée pour le traitement des données.

. L'analyse en composantes principales : (ACP)

Dans l'**A.C.P.**, on **construit**, par combinaison linéaire des variables **observées**, les **axes** d'un nouveau **repère** sur lesquels l'interprétation sera plus **aisée**.

Ainsi,; l'**A.C.P.** permettrait-elle de réduire l'étude d'un grand nombre de variables à celles de quelques unes décrivant l'essentiel de la variabilité. Il faut cependant, noter que les nouvelles composantes seront orthogonales et non corrélées entre elles, ce qui, du reste, facilitera l'**interprétation**.

Du point de vue **pratique**, on peut effectuer l'analyse en composantes principales sur deux types de données différentes :

- Des données (centrées : la matrice traitée par l'analyse est alors une matrice de **variances-covariances** Si les échelles de mesure, et par suite les ordres de grandeur des observations sont très différents, l'analyse **privilégiera** sans raison biologique certaines variables ; d'où la nécessité de faire un choix judicieux d'échelles de mesure homogènes.

- Des données (centrées réduites : (divisées par l'écart-type) :

Dans ce cas, **toutes** les variables présentent ainsi la même **variance** égale à l'unité et la matrice traitée est alors la matrice des coefficients de corrélations simples.

Cette méthode, contrairement à la précédente, ne privilégie cette fois aucun caractère, mais présente l'inconvénient de donner le **même** poids à des variables dont les variations sont dues à l'incertitude de mesure et à celles pour lesquelles il existe une véritable variation environnementale voire génétique.

Nous nous limiterons par conséquent, à l'emploi de la deuxième **technique** qui reste. globalement la plus interprétable.

L'**analyse** en composantes principales **construites** par diagonalisation de la **matrice** de corrélation aura pour but de représenter le nuage multidimensionnel (toutes les variables) des points représentatifs des 61 populations à travers les projections sur des plans successifs déterminés par les vecteurs propres de la diagonalisation. Les axes constitués par ces vecteurs propres ont les propriétés suivantes :



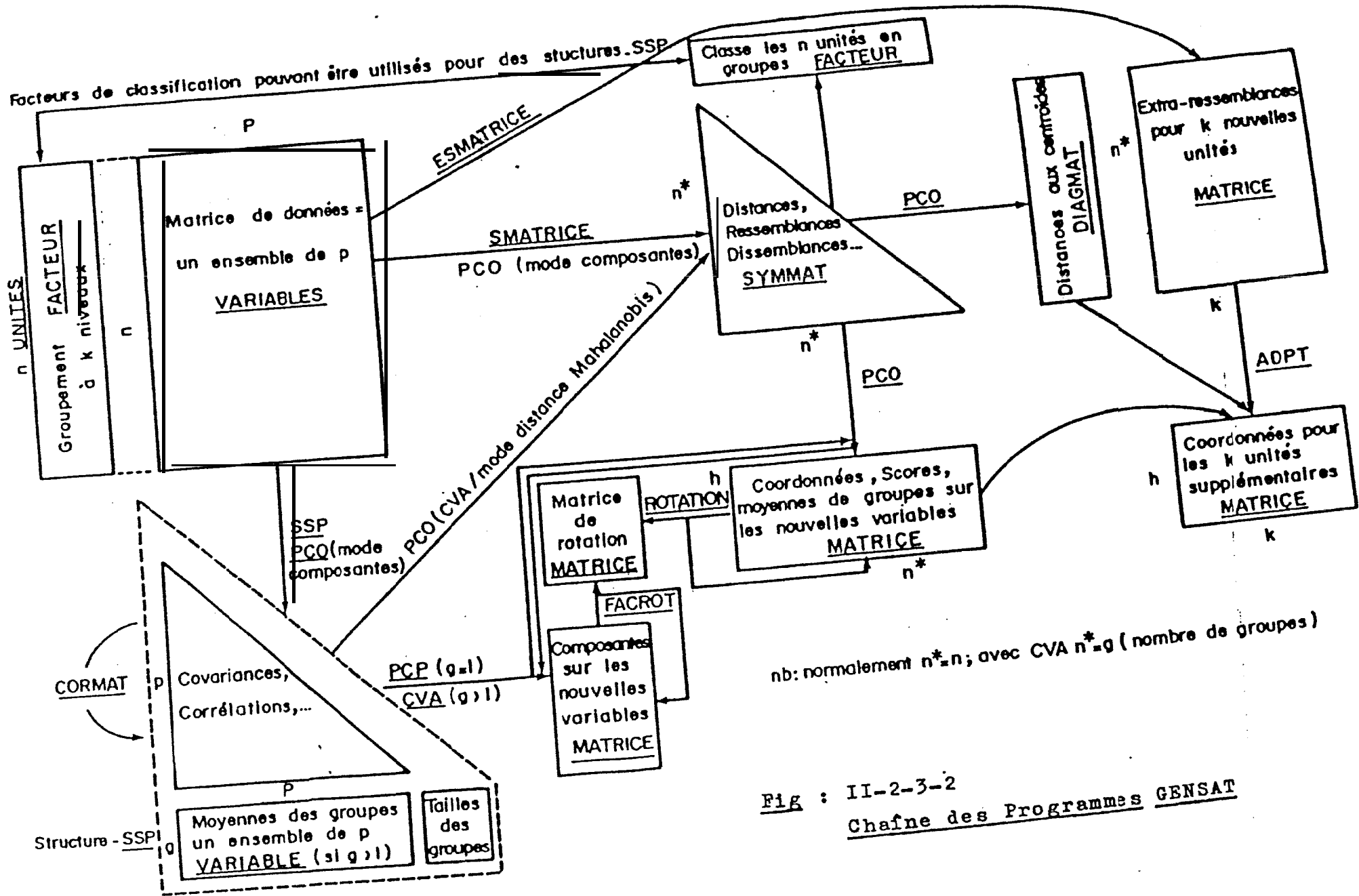


Fig : II-2-3-2

Chaîne des Programmes GENSAT

ils sont classés par ordre décroissant des valeurs propres (éléments de la trace de la matrice diagonale équivalente à la matrice de départ) et sont indépendants entre eux.

Géométriquement, cela revient à observer la dispersion des populations en considérant les directions dans lesquelles le nuage est le plus étiré. Ainsi la projection sur le plan des 2 premiers axes correspond au déploiement le plus important du nuage, rapporté à deux dimensions indépendantes (corrélation nulle entre l'ensemble des couples abscisse-ordonnée) calculées par les 61 populations.

. L'analyse factorielle discriminante (A.F.D).

L'analyse factorielle discriminante ou analyse des variables canoniques est une analyse réellement synthétique dans la mesure où elle consiste à construire des combinaisons linéaires de toutes les variables observées, qui deviendront les axes d'un nouveau repère.

Dans l'A.F.D, individus ou populations seront répartis à priori en groupes et les axes ou variables canoniques seront construits pour maximiser la dispersion de ces groupes ; les nouvelles variables seront élaborées de façon à présenter un pouvoir discriminant maximal.

. La Distance  $D^2$  de Mahalanobis

Nous tenterons de compléter l'A.F.D par l'utilisation de la distance  $D^2$  de Mahalanobis, outil synthétique, donnant une autre expression du voisinage ou de l'éloignement des moyennes de populations dans l'espace des variables (Dagnelie, 1975 ; Lefèvre, 1980)

Le calcul de la distance de Mahalanobis revient à soumettre les données brutes au filtre de la variation intrapopulation, en les exprimant dans la base des vecteurs propres (axes principaux) de la matrice de variante-covariance intrapopulation. Cette distance s'écrit dans le repère initial (Anderson, 1958).

$$DM^2(I, J) = (X_I - X_J)' W^{-1} (X_I - X_J)$$

eù :  $W$  = matrice de variante-covariance intrapopulation

$X_I$  et  $X_J$  = les vecteurs observations des populations I et J

.../.

*Notons* que tout écart  $(X_I - X_J)$  est ainsi projeté sur les axes principaux de la variation intrapopulation et est d'autant plus réduit, dans le calcul de la distance  $DM$ , que la valeur propre associée à cette **composante** est forte.

*Nous* l'utiliserons dans les calculs uniquement pour quantifier l'éloignement entre les points moyens des populations ou groupes de populations (Mahalanobis, 1930 ; Rao, 1952).

#### 2.4 CONCLUSIONS

Toutes ces méthodes d'analyse constituent en fait de bons éléments d'appréciation de la variabilité génétique de populations.

A ce titre, elles aident à mieux répondre aux questions relatives aux critères de choix des caractères quantitatifs permettant de définir clairement les différentes génotypes, à la relation entre diversité génétique **et** hétérosis, à la nécessité de classer un grand nombre de génotypes par la distance génétique en amélioration des **plantes**.

Somme toute, l'estimation des distances génétiques semble nécessaire dans l'établissement d'un programme de croisements dans la mesure où il existerait une bonne corrélation distance-hétérosis. On en reparlera au niveau des résultats expérimentaux,

*Résultats expérimentaux*

## I - L'ANALYSE DE VARIANCE

Le tableau I montre que tous les caractères présentent un effet **génotypique** hautement significatif hormis le nombre de talles. L'effet bloc, par contre n'est significatif que pour les **caractères** : vigueur au départ, hauteur de l'épi, longueur de la feuille, largeur de la feuille, rendement par plante et nombre d'épis/plante.

Cette **variance génétique**, présente au niveau de la plupart des caractères étudiés pourrait faire l'objet d'une décomposition en **variance** additive et épistasique. La connaissance de la part de chacune d'elles permettrait le choix des méthodes de sélection à mettre en oeuvre à court, moyen et long terme.

## II - L'analyse en composantes principales

### 1°/ Association des caractères

3

La matrice de corrélation globale est rapportée dans le tableau (II.1.A). seuls les caractères quantitatifs ont dû présenter des corrélations hautement significatives.

Au seuil de 5%, 57% des coefficients de corrélations sont significatifs ; 88% de ces coefficients sont cependant significatifs au seuil de 1%.

Nous nous limiterons pour des raisons pragmatiques, aux corrélations de quelques caractères d'intérêt agronomiques pour mieux faciliter l'interprétation.

La matrice de corrélation montre en particulier les relations suivantes :

- De très fortes corrélations positives entre la hauteur totale (H.T); la hauteur épi (HEPI), la date de floraison (FLOR), les dimensions de la feuille (LOF et LAF), la vigueur au départ et les dimensions de l'épi (LOEP ; LAEP). Il semble donc qu'une floraison tardive s'accompagne d'un fort développement végétatif et d'une production de grands épis.

- de fortes corrélations positives entre les dimensions de l'épi, le rendement et la date de floraison. En effet, une floraison tardive peut être associée à un bon rendement si les conditions climatiques sont favorables à une bonne fécondation et par suite à un bon remplissage des épis.

- Egalement des corrélations fortes et positives existent entre les dimensions de l'épi, le poids des épis à la récolte et les dimensions de la feuille. Il semble dans ces conditions, qu'un bon développement végétatif est une fois de plus nécessaire pour l'obtention de grands épis et un poids à la récolte très important. Autrement dit, ces corrélations mettent en évidence le rôle potentiel des dimensions de la feuille de

Résumé de l'Analyse de Variance sur les caractères

Caracères	Moyenne générale	Effet génotype	Effet bloc
Levée	38	64,96++	0,55 NS
Flor	54	26,80++	1,92 NS
Vig	6,83	3,76++	5,38++
HT	149	11,35++	3,13 NS
HEPI	65,30	16,76++	4,10++
LOF	726	11,03++	13,69++
LAF	77,61	9,96++	8,81++
NTALL	0,02	0,96 NS	2,49 NS
VERSE	0,85	2,36++	0,39 NS
NBPR	21	10,29++	0,89 NS
NEPR	23	8,12++	2,41 NS
Pdep	2448	9,79++	2,81 NS
LOEP	147,7	11,92++	1,00 NS
LAEP	41,82	21,36++	0,75 NS
NBRGS	14	7,76++	0,75 NS
HUM	12,14	3,59++	0,75 NS
RDT/PLTE	75,30	8,28++	5,20++
NEP/PLTE	1,0	2,38++	5,42++

Tableau : I : Résumé de l'analyse de variance sur les caractères

++ effet haute significatif 1%

NS effet non significatif

TABLEAU : II.I.A : MATRICE DE CORRELATION ( A.C.P SUR LES MOYENNES ).

	Levée	Flor.	Vig.	HT	HEPI	Lot.	Laf.	TALL	Verse	NBPR	NEPR	P.dep.	L.Dep.	LAep	NBRSS	Hum	Rdt	NE/P
Levée	1000																	
Flor.	550	1000																
Vig.	587	615	1000															
HT	194	391	150	1000														
HEPI	249	608	18	864	1000													
Lot	424	687	166	788	802	1000												
Laf.	484	740	224	666	785	817	1000											
TALL	186	75	137	108	35	45	7	1000										
Verse	293	456	311	332	379	380	441	1	1000									
NBPR	844	658	703	96	8	133	347	106	272	1000								
NEPR	833	677	704	59	16	150	243	91	310	983	1000							
P.dep.	36	35	278	743	677	721	637	70	215	404	380	1000						
L. Dep.	442	463	31	681	611	780	792	52	287	84	93	756	1000					
LA.ep.	478	751	235	704	710	843	813	11	424	204	244	754	782	1000				
NBRSS	292	552	196	537	442	612	473	122	397	148	243	542	541	781	1000			
Hum	409	596	167	493	609	682	719	106	149	151	133	592	643	682	342	1000		
Rdt	477	506	69	719	635	778	751	8	447	222	230	742	838	866	650	576	1000	
NE/P	364	106	227	120	18	85	181	100	13	417	270	150	94	3	271	195	195	1000

NB. Tous les coefficients sont multiplies par 1000.

	Levée	Flor.	Vig.	HT	HEPI	Lot.	Lat.	TALL	Verse	NBPR	NEPR	P.dep.	L. Dep.	LA ep	NBRG	Hum	Rdt	NE/P
vée																		
or.	▨																	
g.	▨	▩																
		▨																
PI		▨		▩														
f		▨		▩	▩													
f.		▨		▩		▩												
LL																		
rsc		▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨										
3PR	▩	▨	▨						▨									
EPR	▩	▨	▨						▨	▩								
dep.		▨	▨	▩	▩	▩	▩	▩		▨								
Dep.		▨	▨	▩	▩	▩	▩	▩		▨		▩						
.ep.		▨	▨	▩	▩	▩	▩	▩		▨		▩	▩					
BRGS		▨	▨	▩	▩	▩	▩	▩				▨	▩					
m		▨	▨	▩	▩	▩	▩	▩				▩	▩	▩	▩			
t				▩	▩	▩	▩	▩	▨			▩	▩	▩	▩	▩		
IF																		

Ombres différentiels de la matrice de corrélation.

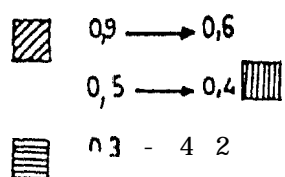


TABLEAU II 1 B



l'épi supérieur dans l'accumulation des réserves nutritives.

- La vigueur **au départ** et la date de **floraison sont corrélées de façon négative** ( $r_{\text{vig. FLOR}} = -0,6$ ). On en déduit que les populations **précoces** paraissent, d'une **façon générale, mieux adaptées aux conditions en début de végétation.**

- Des corrélations négatives existent entre la hauteur totale, la date de floraison et la **verse à la récolte** ( $r_{\text{HT,verse}} = -0,33$ ) ; ( $r_{\text{FLOR,verse}} = -0,45$ ). Il s'en suit qu'un bon développement végétatif est lié à une diminution de la verse mais cependant, une floraison précoce est statistiquement **associée à une augmentation de la verse** suite au vieillissement des tiges à la **récolte.**

- Une corrélation négative entre la vigueur au départ et le nombre d'**épis/plante** ( $r_{\text{vig NEPI/plet}} = 0,27$ ). Il semble que toutes les populations prolofiques se caractérisent par une faible vigueur au départ **et inversement.**

- vigueur au départ et faculté germinative ( $r_{\text{levée.vig}} = 0,58$ ). On remarque **généralement que** les populations ayant une très bonne faculté germinative font l'objet d'une très bonne vigueur au départ, Il faut **aussi ajouter que la** bonne levée au champ est l'aboutissement d'un ensemble de précautions prises pour produire la semence et d'un ensemble de moyens de **contrôle de la qualité.** Somme toute, la faculté germinative **est** mesurée par un **test** de germination ; **alors que la** vigueur **au départ** est une caractéristique variétale et doit faire l'objet d'une notation dans tous les essais.

L'étude des corrélations entre **caractères est** donc un outil supplémentaire pour mieux apprécier la **valeur génotypique**, mais aussi pour mieux comprendre l'organisation de la variabilité génétique au niveau multicaractère.

## II-2/ Analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales a été effectuée essentiellement sur les caractères quantitatifs dans le but de mieux cerner la **variabilité** existante.

Notons que les trois premiers axes représentent environ 76% de la **variabilité** totale, le quatrième axe avec 5% d'inertie contribue moins qu'une "variabilité mesurée" (chaque **variable** mesurée représente environ **5,5%** de la variabilité totale) à la description de la variabilité totale.

.../.

Pour décrire alors la variabilité à partir de cette analyse, nous pouvons donc nous limiter aux trois premiers axes. Les deux premiers axes comptent l'essentiel de la variabilité totale avec 68% d'inertie. La distribution des trois premiers axes confirme qu'il existe bel et bien un groupe de variables emportant 1 'essentiel de la variabilité. Il s'agit de :

- la largeur-épi (LAEP)
- la longueur feuille (LOF)
- la largeur-feuille (LAF)
- la longueur de l'épi (LOEP)
- la hauteur-épi (HEPI)
- la hauteur totale (HT)

un résumé de l'analyse en composantes principales sur les moyennes des populations est donné par le tableau (II-2.A)

	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Pourcentage d'inertie	46	22	8
Variables contribuant à la définition de l'axe.	LAEF (+ 0,32)	NBPR (-0,46)	NBRGS (-0,43)
	LOF (+ 0,31)	NEPR (-0,45)	NEPI/Plte(+0,59)
	LAF (+ 0,31)	Vig (-0,39)	Verse (+ 0,34)
	Rdt (+ 0,30)	Levée(-0,35)	Hum (+ 0,30)
	LoEP (+ 0,28)	Bdep (-0,33)	NTALL (-0,331)
	Hepi (+ 0,28)		
	HT (+ 0,26)		
	FLQR (+ 0,27)		

Tableau : XI.2. A Résumé de l'Analyse en composantes principales

- La première composante principale est un axe de caractéristique de la précocité avec un bon développement végétatif. Elle oppose en somme les grandes populations tardives et à grands épis d'origine mexicaine aux populations précoces de taille réduite d'origine américaine, soviétique et française essentiellement Ex. : le C.P. 75.

- La deuxième composante principale est **plutôt** un axe à caractéristique liées au rendement. On **y trouve les populations ayant une bonne vigueur au départ** et peu prolifiques d'un **côté** (ex. : RP64 N, CPJ Synt B et Pantnagar 7421), les populations à faible faculté germinative et à rendements faibles (ZM10 ; JDB) de l'autre.

- La troisième composante principale est un axe **de potentialité de production et d'architecture de la plante**. ON y rencontre **les populations prolofiques** à tallage réduit et avec des épis à nombre de rangs assez faible. Elle oppose ces dernières à celles ayant un fort tallage, une verse importante à la récolte et une humidité du grain élevée par exemple RF64BL ; C.164B, ZM10).

L'analyse **de variance sur les axes principaux** présentée sur le **tableau II. 2.8)** montre qu'il existe une variabilité intervarité, une variabilité entre pays d'origine et enfin une interaction importante variété - pays **d'origine très hautement** significatives. Cette interaction variété ) pays d'origine cautionne **toute l'importance** des problèmes d'adaptabilité auxquels il faut tenir compte dans le cadre des introductions de **matériel végétal**.

De façon générale, l'analyse en composantes principales permet de distinguer deux grands groupes selon les **caractères agronomiques : précocité et rendement** respectivement sur le **premier** et le **second** axe. L'**intercroisement** de ces deux **groupes** pourraient permettre la création de variétés **précoces et performantes pour la** couverture de la **zone-Nord**.

**N.B :** Le signe qui accompagne un caractère donné indique si ce **cont, les fortes** valeurs (+) ou les faibles valeurs (-) qui apparaissent pour ce caractère sur le demi axe **positif**.

.../.

# DISPERSION DES POPULATIONS SUR LE PLAN (1-2) (Pays)

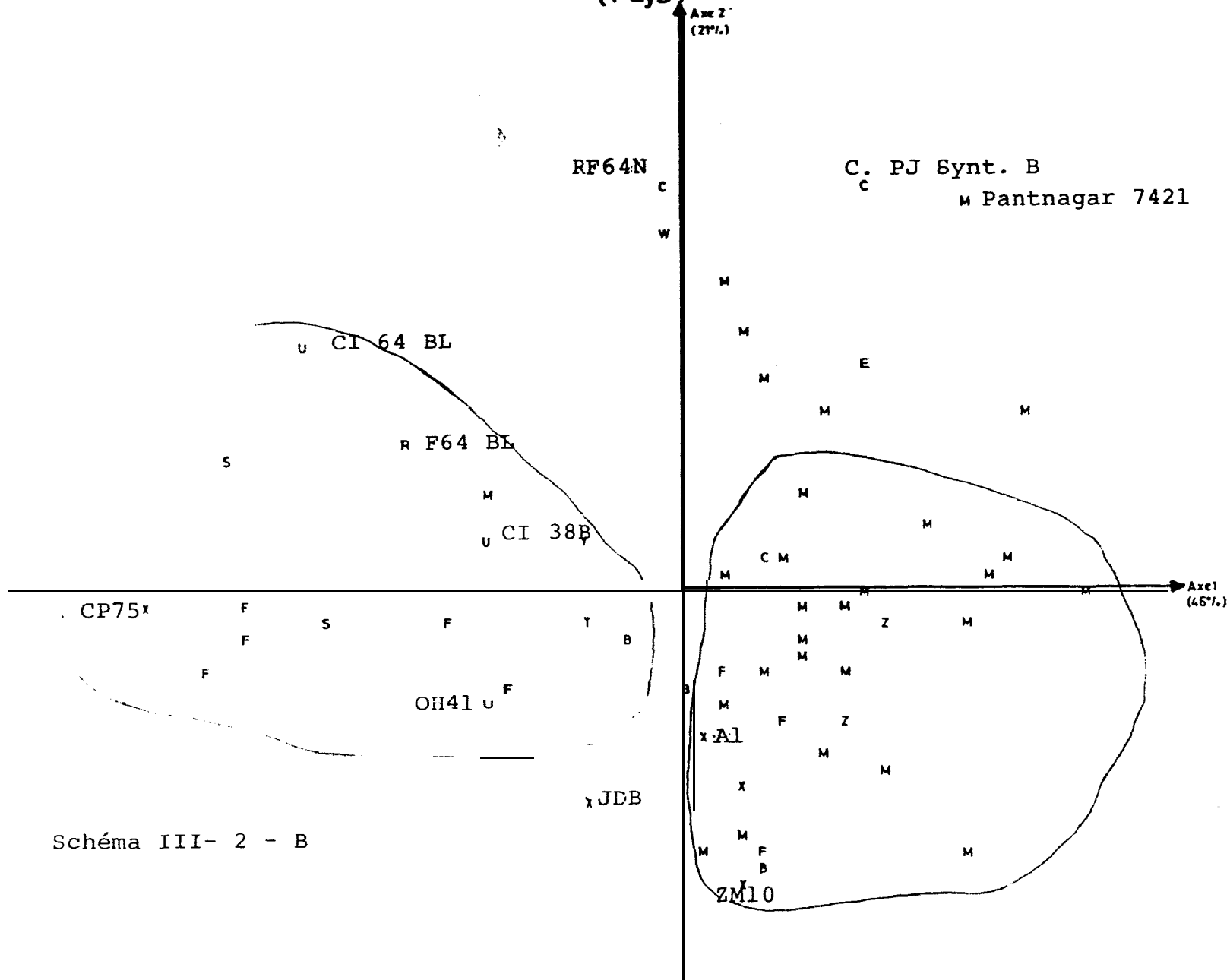
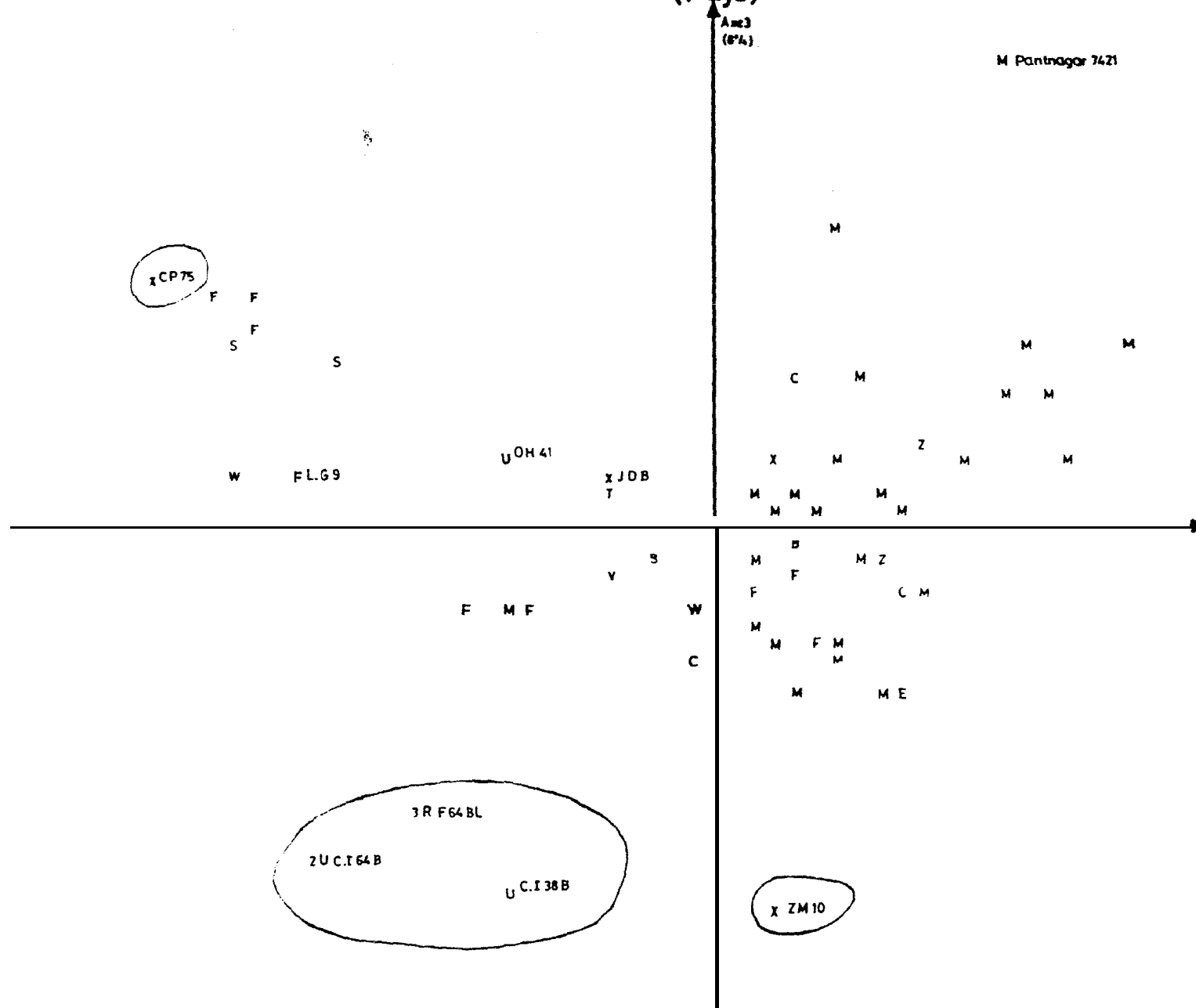


Schéma III- 2 - B



# SCHEMA II. 2.D. DISPERSION DES DES POPULATIONS SUR LE PLAN (1-3) (Pays)



La dispersion des populations sur les plans engendrés par les différents axes i-2 ; 1-3 ; 2-3 est donnée sur les figures (II-2.C, D-E,).

Source de Variation	ddl	C.M	F	Axe
Bloc	3	0,027	7,2++	A
Pays	12	0,315	83,34++	X E
Pays-Variétés	50	0,054	14,33++	1
Résiduelle	172	0,003		
Bloc	3	0,011	3,22 NS	A X
Pays	12	0,105	28,59++	E
Pays-Variétés	50	0,034	9,44++	2
Résiduelle	172	0,003		
Bloc	3	0,013	4,15++	A X
Pays	12	0,013	4,03++	E
Pays-Variétés	50	0,012	3,76++	3
Résiduelle	172	0,003		

Tableau : II.2.B : Résumé de l'analyse de variance sur les 3 premiers axes principaux.

### III - Classification hiérarchique ascendante

Après l'analyse en composantes principales sur les moyennes, nous avons fait une classification hiérarchique des populations et lignées traduite par la construction d'un dendrogramme permettant de mieux visualiser le regroupement des populations et de quantifier le degré de ressemblance entre ces populations. et de quantifier Le dendrogramme, ainsi constitué par regroupements successifs deux à deux de toutes les populations, est réalisé en utilisant la distance de Mahalanobis, un des divers indices de ressemblance.

Le dendrogramme issu de la classification est représenté à la figure III.A

# CLASSIFICATION HIERARCHIQUE ASCENDANTE

95%

= DENDROGRAMME DES POPULATIONS

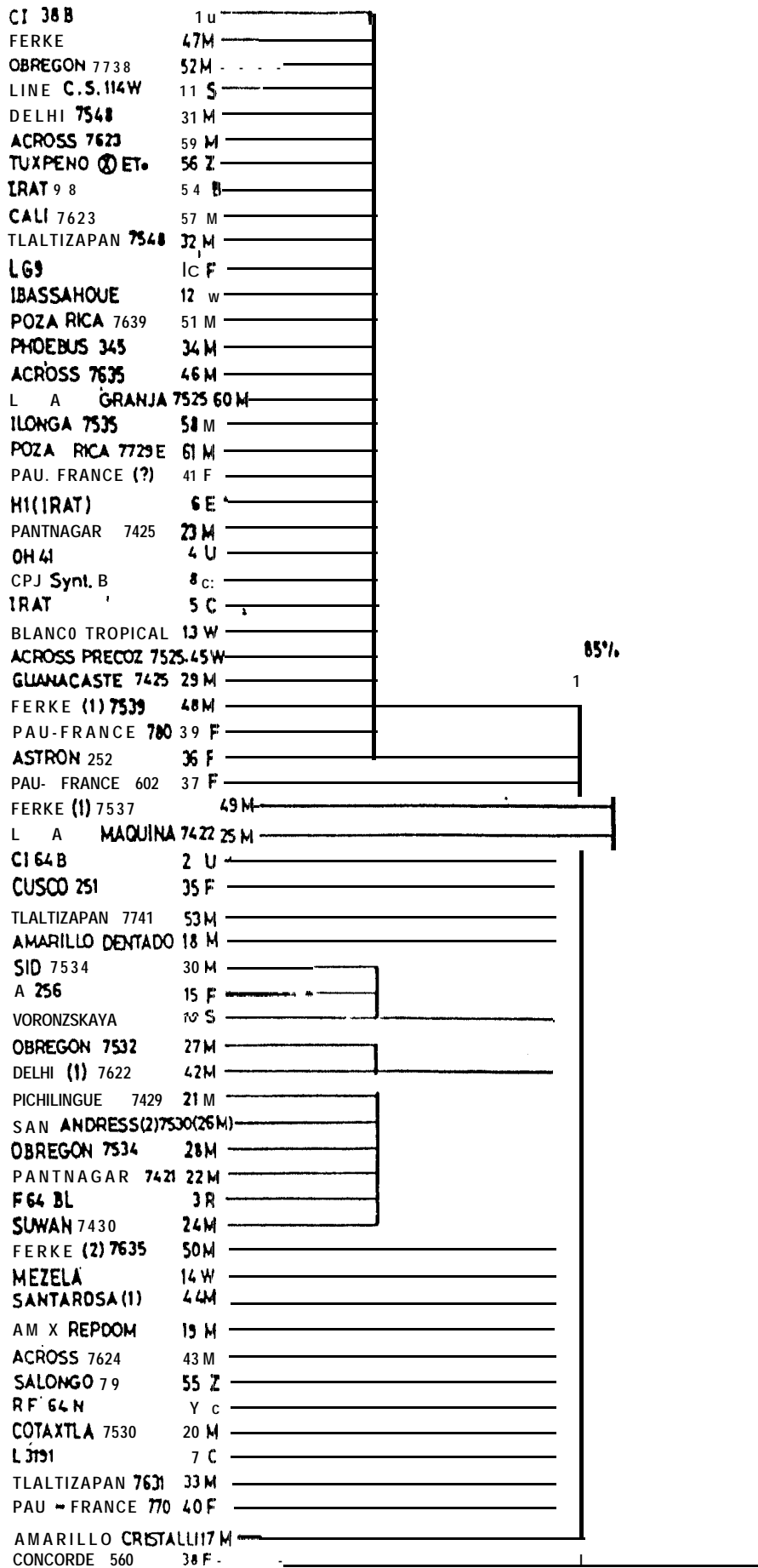


Fig. : III A



Deux grands groupes sont obtenus si on coupe le dendrogramme à un degré de ressemblance équivalent à 95%. Notons que ces **différentes** groupes ne correspondent pas obligatoirement aux diverses origines géographiques.

Le premier groupe comprend les populations originaires des Etats-Unis, du **Mexique**, de l'**Union Soviétique**, du Zaire, de la France, du **Nigéria**, du Burkina Faso, de la Réunion et de la C&e **d'Ivoire**.

Parmi ces populations qui révèlent un degré de ressemblance de 95% on peut citer les plus remarquables dont :

1. L'hybride variétal (Tuxpenó x Eto) en provenance du Zaire dont les parents se caractérisent par :

1.1 Tuxpenó 1 : C'est un **maïs** blanc denté, tardif, possédant une excellente stabilité et une hauteur totale réduite.

Il s'avère assez tolérant à plusieurs maladies foliaires et est entrain **d'être** amélioré pour la résistance au borer Spodoptera frugiperda.

1.2 Eto Blanco : C'est un maïs adapté à la zone tropicale et subtropicale. Il est issu d'un mélange de **plasmés** germinatifs tropicaux et tempérés. Il a un cycle intermédiaire et est amélioré pour la résistance aux maladies foliaires.

2. C.P.J Synt B : C'est une population provenant du Composite Jaune Précoce (C.P.J) originaire des Caraïbes, **semi-précoce**, à grain jaune corné, ayant subi plusieurs cycles de sélection, par test **S1** et par sélection **massale**, pour améliorer tant la précocité que la résistance à la verse. Il fut fabriqué pour remplacer C.P.J dans la formule de **l'Hybride** complexe IRAT 83 sous lennom C.P.J Synt B (SM) C6.

3. **IRAT 83** : C'est un hybride complexe issu de **croisement (C.P.J x I 137 TN)** semi-précoce et est à grain jaune-corné denté.

4. Blanco tropical : C'est un maïs blanc à cycle **intermédiaire** et de hauteur totale réduite. Il est amélioré pour la résistance au borer D. Saccharalis.

Le second groupe comprend des populations en provenance du Mexique (60%) de la France (22%), du Zaire, de la **Côte d'Ivoire**, du Portugal et des Etats-Unis.

Parmi ces populations qui ont un degré de ressemblance de **85%**, l'on peut distinguer entre autres :

1- Amarillo Dentodo : C'est un **maïs** jaune **denté**, tardif et de **taille** relativement haute. sa **large** base génétique vient de ses parents **originaires** des Caraïbes, du Mexique, de l'Amérique Centrale et du Brésil. Il est amélioré pour la résistance au mildiou.

2- R.F.64N : Originnaire des **Caraïbes**, c'est une population **naïve** **semi-précoce**, à grain jaune corné-denté. Il est le parent à base **génétique large** de l'hybride complexe **IRAT 82** à grain jaune corné, également **semi-précoce**, de **productivité** correcte et de stabilité de rendement intéressante. Ce dernier est de **surcroît** tolérant à Puccinia polysora et à Helminthosporium maydis mais **présente** cependant une **sensibilité** prononcée aux viroses à stries.

3- Amarillo Cristallino 1 : C'est un **maïs** jaune corné issu du **mélange** entre les plasmes **ET0** ; Cuba **Flint** et Tuxpen8. Il est outre sa taille **moyenne**, tardif et amélioré pour la **résistance** à la pourriture des épis.

Par ailleurs, ce **dendrogramme** laisse **apparaître**, une fois de plus, **l'intérêt** de la distance génétique dans l'élaboration d'un programme d'hybridation, Cela est justifié par le **positionnement** des parents de l'hybride double du "Blanc de Séfa" (BDS) assez distants l'un de l'autre ou mieux appartenant à deux groupes différents : (**1U** = C.I. 38BB ; **2U** = CI 64B ; **3R** = F64 BL ; **4U** = OH41).

Cependant la recherche de classification peut paraître absurde a priori, puisqu'il s'agit d'établir des groupes dans un ensemble de populations pour lequel aucune coupure biologique nette n'est manifestée.

On doit en fait traiter d'une diversité génétique plus ou moins continue ou recombinaisonnée et les limites de groupes (contours plus ou moins flous) seront en partie arbitraires.

Les travaux de sélection (hybridation et fixation des types nouveaux recombinaisonnés) auront le plus souvent pour **conséquence** la création d'intermédiaire entre des groupes qui auront été définis.

Ainsi, les classifications que nous avons tenté d'établir ne seront ni **complètement** rigoureuses ni **définitives** mais sont cependant le moyen de décrire une collection d'une **façon** beaucoup plus assimilable et compréhensible que par un tableau immense des distances génétiques constitués deux à deux entre toutes les entrées de la collection.

Biologiquement, elles mettront en évidence une organisation partiellement structurée de la variabilité génétique disponible ; ce qui

correspond en profondeur à des lois vraisemblables non encore **établies** de la génétique des populations qui font pressentir que **les associations bien fonctionnelles** des états alléliques pour des groupes de **gènes sont** encore en nombre limité.

#### IV - Discussions et conclusion

Dans cette partie nous avons essayé d'évaluer la variabilité génétique de la collection de **mafs** actuellement disponible.

L'analyse de **variance** nous a permis de mettre en **évidence** pour tous les caractères, hormis le nombre de talles, un effet **génotypique très important**. Une partie de cette variabilité est **liée à l'hétérogénéité du terrain**. Cependant, cette **hétérogénéité** semble ne pas avoir beaucoup **d'influence sur les caractéristiques de l'épi**.

L'analyse en composantes principales a permis de déterminer trois axes principaux dont un axe de précocité, un axe de caractéristiques de rendement et un axe de potentialités de production et **d'architecture** de la plante. **Les** représentations graphiques de l'analyse en composantes principales permettent de dégager les conclusions suivantes :

- Les populations d'origine géographiques très différentes, peuvent avoir des caractéristiques morphologiques très voisines
- De **même**, lbn trouve aussi des populations originaires d'un **même** pays qui révèlent des caractéristiques différentes. Cette considération exclut les populations du Mexique provenant en grande **majorité** du **CIMMYT** (Centro International de Mejoramiento de **Mafsy** de **Trigo**) et qui de ce chef, proviennent de tous les coins du monde.

Enfin, la classification hiérarchique ascendante a permis d'identifier deux grands groupes. En supposant une liaison entre hétérosis et divergence **génétique** et/ou géographique, on pourrait penser que certains hybrides issus de croisements entre ces différents groupes seront hétérotiques.

Toutes les méthodes **d'analyse** nous permettent de faire connaissance du matériel soumis à l'hybridation en vue de la maximisation de l'hétérosis. Elles facilitent une vision d'ensemble de la collection. Il s'agit là de permettre des évaluations agronomiques et d'orienter le sélectionneur en lui révélant des sous-ensembles entre lesquels l'ordre de grandeur des distances génétiques aura été déjà **calculé**

De surcroît, elles peuvent aider à apprécier le degré d'originalité de toute nouvelle introduction d'une part et d'autre part à simplifier considérablement les tâches du sélectionneur, toujours à l'affût des lignées ou populations nouvelles qu'il introduit sans connaître, en général, les détails de leur obtention génétique.

### Troisième partie : PERSPECTIVES

Depuis plusieurs années, la recherche a entrepris un travail de **sélection** variétale de grande envergure. Elle s'était fixée un programme constitué de 3 axes principaux :

- Création d'hybrides variétaux à haute **performance conçus dans le cadre** d'une culture intensive du **maïs** ;
- **Création de variétés** synthétiques ou de composites destinés à la culture semi-intensive.
- **Création de composites destinés à la culture extensive du maïs.**

Cependant, **le Programme national de recherche sur le maïs** a marqué le pas depuis quelques années. La principale critique que l'on puisse formuler est que les essais de comportement réalisés dans les différentes stations régionales ont porté sur du matériel amélioré de provenance très diversifiée mais **très peu** sur des obtentions du programme lui-même. Ces essais variétaux ont été développés dans le cadre d'accords de coopération avec les organismes tels que le CIMMYT, le SAFGRAD, le CILSS, l'Institut du Sahel, l'Institut dans les stations de Niou du Rip, Séfa, **Sinthiou-Malème et Vélingara (ARIEL et Yung, 1985)**.

Parallèlement à ces essais variétaux, un volet entomologie a été **mené** en association avec le CILSS (1.983-84). L'objectif de ce secteur, dans le cadre de l'augmentation de la productivité du **maïs**, était de dresser un inventaire des ravageurs, d'évaluer les **dégâts** occasionnés à chaque phénologie du développement de la plante, et de **tester l'efficacité** d'un certain nombre d'insecticides.

Pour répondre à tous ces différents aspects et pour **préparer le progrès** génétique à moyen et long terme, le Programme de recherche sur le **Maïs** se doit de :

- rassembler un grand nombre de populations adaptées à non conditions **pédo-climatiques**, en **l'occurrence** les populations locales (voir Projet de prospection de populations locales, **NDIAYE, 1986**);
- se donner les moyens d'étude et de conservation de cette variabilité ;
- Préciser les **methodologies** de gestion et d'utilisation de cette variabilité en sélection ;
- enfin, évaluer éventuellement les possibilités d'utilisation de **plasmés** germinatifs exotiques c'est à dire du matériel non adapté qu'il soit d'origine tropicale ou tempérée.

Ce programme de **redynamisation** et de **renforcement** du patrimoine génétique se présente comme suit :

## I/ Source de Variabilité

### 1. Populations adaptées-populations exotiques

Dans le cadre de ce Projet, les populations seront regroupées en deux grands types dont l'étude et l'utilisation seront **différentes** :

- Les populations précoces ou tardives qui fleurissent et **mûrissent** normalement sous nos latitudes ; elles seront dites "**adaptées**".
- Les populations dont l'utilisation directe sous nos latitudes s'avère difficile suite aux effets photopériodiques et thémopériodiques : elles seront dites "exotiques".

### 2. Conservation de la Variabilité

Une conservation statique du matériel végétal obtenu est également prévue au moins pour les populations adaptées, en envisageant une méthode assurant une conservation pour une longue durée.

Une multiplication avant étude et stockage est aussi à prévoir afin d'avoir des quantités des semences suffisantes. Au niveau de cette multiplication des populations connues comme étant proches pourront être fusionnées.

## II/ Travaux sur les populations adaptées

### 1. Etude en valeurs propres

Cette étude portera sur des caractères morphologiques essentiels : vigueur au stade jeune, précocité de floraison, hauteur de la plante, nombre d'épis (prolificité) et éventuellement sur d'autres caractères comme les dimensions de la feuille de l'épi **supérieur**, les **caractéristiques** de l'épi etc.

Un premier regroupement en "pools" (populations composites) pourra **être** réalisé sur la base des valeurs propres afin de diminuer le nombre d'"entrées" à étudier en valeur en combinaison.

### 2. Etude des valeurs en combinaison

Les populations seront étudiées pour leur valeur en combinaison par rapport aux différentes **variétés** (testeurs) mises au point par la recherche et choisies en fonction de leur appartenance aux grands d'aptitude à la combinaison, (**SRRASC**) ; Durovray, 1972).

### 3. Formation des pools

Cette étape est essentielle car la variabilité ne **pourra être gérée** et bien utilisée **que** par la réduction du nombre de populations **à considérer**. En fonction des **résultats** de valeur en combinaison mais **aussi** en **considérant** la valeur propre et les distances génétiques, des "pools" (populations composites) seront constitués par objectifs :

- **Des précoces** dont les populations à bonne valeur générale en combinaisons avec un ou tous les testeurs (AGC ou ASC).
- **Des tardifs** qui répondront aux **mêmes critères** de sélection que les précoces.
- **Des prolofiques** : populations prolofiques à bonne combinaison avec tous les testeurs.

L'amélioration appliquée aux "pools" précoces consistera d'abord en deux **cycles** de sélection **massale** assez "douce" en isolement ( ear to row = **méthode** de l'épi à la ligne) afin d'améliorer la valeur propre du matériel. **Puis** une sélection plus intense du type récurrent réciproque pourra **être** mise en oeuvre.

### 4. Amélioration des pools

La **connaissance** des relations intrapopulations, la meilleure considération de la réponse spécifique aux divers environnements génétiques et écologiques et une meilleure **compréhension** de l'aptitude générale et spécifique à la combinaison peuvent, non seulement, révéler le taux de variabilité disponible, mais aussi les **méthodes** adéquates d'introduction. Il existe deux grandes méthodes d'introggression.

#### a) La sélection massale

Elle **s'est** avérée relativement efficace dans l'amélioration des populations issues de croisements entre variétés exotiques (**Hallauer** et Sears, 1972 ; Troyer et Brown, 1972).

C'est à la fois un mode de création et d'amélioration de population qui donne satisfaction pour les caractères morphologiques ou physiologiques ayant une bonne héritabilité (prolificité ; résistance aux maladies etc.).

Elle offre cependant un progrès limité en ce qui concerne l'aptitude au rendement et le choix délicat de **plants** ayant véritablement les combinaisons nécessaires.

b) La sélection récurrente avec descendance

Elle a été créée pour réaliser un compromis entre l'efficacité à court terme et l'exploitation maximale de la **variabilité** à long terme (**Fig II-3-1A**) :

Cette méthode s'est développée pour l'**amélioration des caractères** quantitatifs très peu héréditaires et comprend une série de cycles de **sélection** en trois étapes (Jenkins, 1940) :

- 1°) La sélection des premières générations d'autofécondation de populations ;
- 2°) Le test de ces **population** en top-cross pour le rendement et pour d'autres **caractères d'intérêt** agronomique ;
- 3°) L'intercroisement des populations ayant obtenu les meilleurs **résultats** pour produire un synthétique.

Elle permet aussi d'assurer le maintien de la **variabilité** génétique (Paterniani et Vencovsky, 1978 ; Moll et Stuber, 1971 ; Martin et Hallauer, 1980).

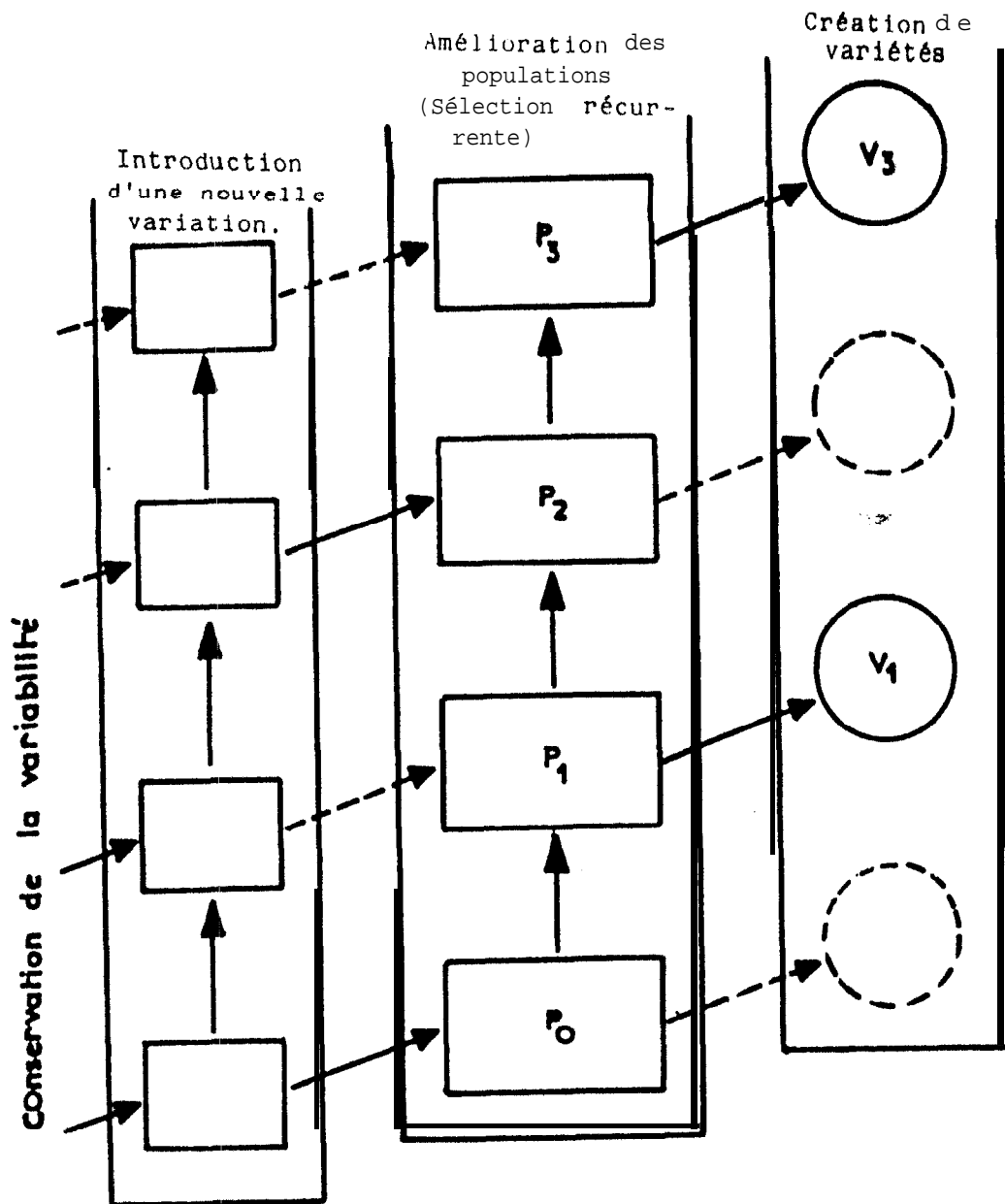
**Néanmoins**, l'aptitude à la fluctuation de la variabilité dépend de plusieurs facteurs dont l'intensité de sélection, la **variance** génétique de la population d'origine, le déséquilibre de linkage, le taux de recombinaison voire les conditions expérimentales (Un changement de technique de récolte pouvant modifier les critères de sélection).

CONCLUSION

compte tenu de la variabilité interne et entre variétés **exotiques**, des diverses manifestations de l'hétérosis et de la richesse des ressources exotiques (gènes de résistance), **l'introduction** de plasmogones germinatifs exotiques dans les programmes d'amélioration doit être l'un des soucis majeurs du sélectionneur.



Fig. II.3.1A: STRATEGIE INTEGREE DE LA CREATION DE VARIETES



Une flèche représente le passage d'une population à une autre par l'action de la sélection suivie de l'intercroisement des plantes **sélectionnées** ; en pointillé, elle représente **un passage possible**.

( GALLAIS 1985 )

### III/ Travaux sur les populations "exotiques"

#### **L'essentiel du travail prévu porte sur 1 'adaptation du matériel**

"exotique" aux diverses **conditions**. La méthode retenue sera celle de la sélection dans des croisements (exotique X adaptée) X exotique.

Pour la **formation** et l'amélioration des pools, les populations **seront** regroupées, selon les critères de ressemblance génétique connus, de **façon à** obtenir quelques groupes qui seront recroisés en isolement, avec maintien des **filiations**, par du matériel adapté à base large de bonne précocité (synthétique de **lignées**) pris comme **mâle**.

Ce premier croisement sera suivi d'une génération de brassage avec filiation maternelle, puis un **deuxième** recroisement par du matériel exotique sera réalisé en prenant les descendances maternelles du premier **croisement** comme femelles.

Deux cycles de sélection **massale** devront alors permettre d'obtenir du matériel adapté.

Le schéma (IV.A) résume les grandes lignes du projet de redynamisation et de renforcement du Programme de recherche dsur le mafs.

#### IV/ Création d'hybrides complexes

Du reste, la création d'hybrides complexes sera poursuivies. Cette formule étant intéressante à plus d'un titre (J-L Marchand, 1971) =

- il s'agit d'**hybrides** qui utilisent des effets d'**hétérosis** en **F1** et le taux de consanguinité réduit en **F2** peut permettre, dans certains cas, de réutiliser la semence une fois si nécessaire.

- l'utilisation de lignées introduites, déjà fortement sélectionnées pour la valeur hybride, l'homogénéité et les qualités **agronomiques**, permet d'obtenir des hybrides plus homogènes, de meilleure qualité et plus productifs que les hybrides intervariétaux.

- le parent à base génétique large, le plus souvent d'origine locale, apporte une certaine rusticité et garantit une meilleure **adaptabilité** et une plus grande stabilité de rendement que celles observée chez les hybrides classiques ; ces caractéristiques sont précieuses en milieu tropical ;

- l'utilisation d'un parent "variété" permet une **amélioration** de l'hybride par l'amélioration de la **variété** et, si nécessaire, la création de lignées ;

- enfin la production semencière est plus aisée puisqu'il y a souvent moins de lignées à maintenir et à multiplier.

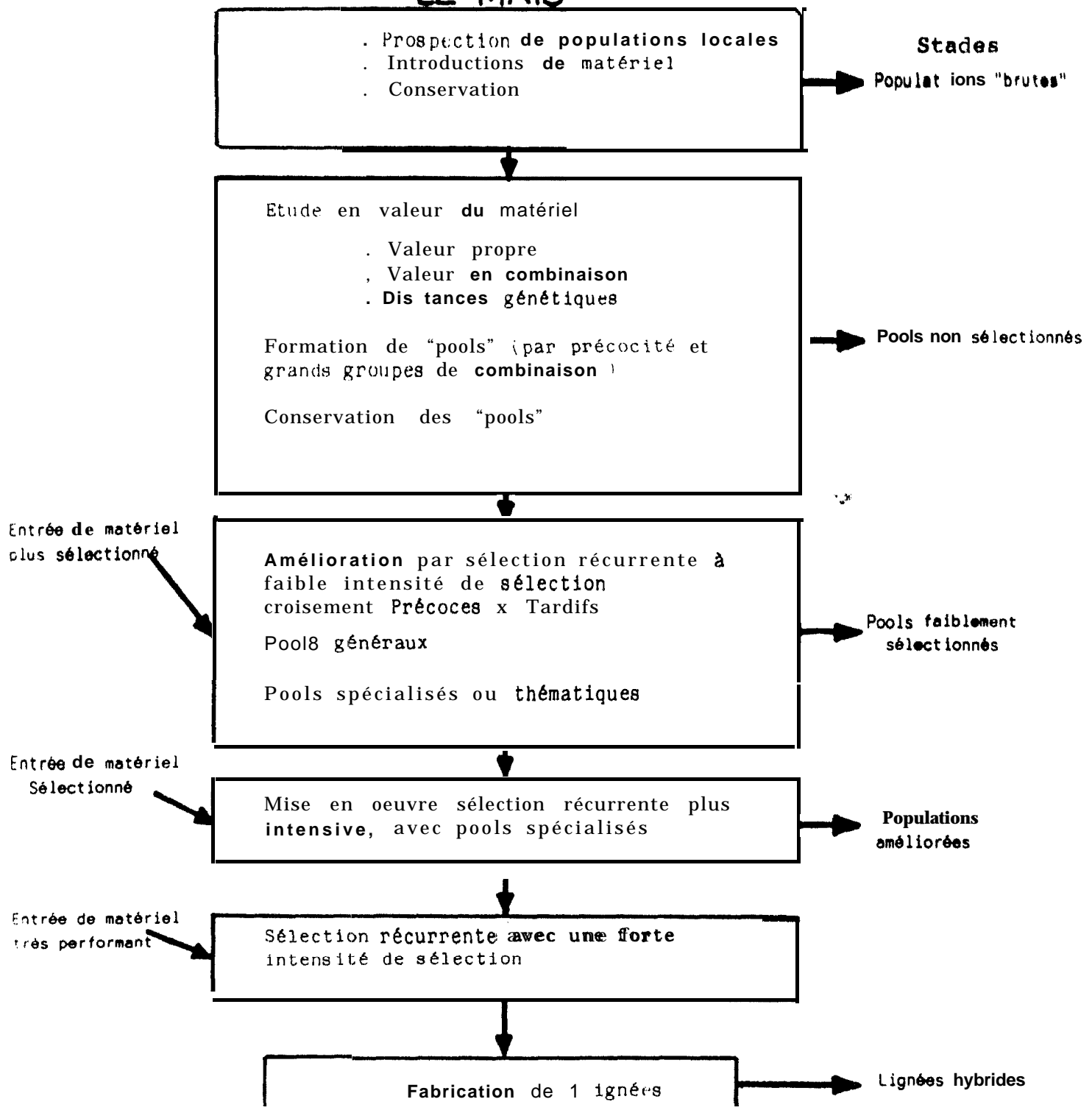
Lorsque l'utilisation en **F.2** est possible, la distribution de semences est plus facile,

les quantités à distribuer étant réduites de moitié par réemploi des semences.

CONCLUSION

*Somme toute, un tel projet nécessitera des moyens importants et une action commune de recherche pourrait permettre sa réafisation de telle sorte qu'il conduise à une meilleure utilisation possible des moyens (temps, espace, matériel, personnel...)*

**TABLEAU. IV. A : PROJET DE REDYNAMISATION ET DE RENFORCEMENT DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE MAÏS**



### Conclusion générale

vu la grande priorité (théorique) qui vient de lui **être accordée** au niveau national, le **maïs** doit pouvoir jouer un **rôle** important dans la couverture du besoin vivrier pour le moyen et long terme. A cet effet, des efforts importants doivent **être** développés dans le sens de la sélection et de la création variétale par le biais d'une démarche adéquate.

Pour ce faire, le Programme de recherche doit dorénavant :

- reconduire les variétés vulgarisées qui se trouvent actuellement en génération très avancées tels le BDS III et la **ZM10** qui n'ont pas été rejuvénés depuis **bientôt** 10 ans ;
- élargir la base génétique des variétés tel l'hybride variétal de Bambey (**HVB1**) dont les composites **géniteurs** **A1** et **B1** sont issus chacun d'un seul épi ;
- réunir une variabilité génétique naturelle suffisamment importante, une prospection de populations locales fait défaut au niveau de la **collection** ;
- redéfinir et hiérarchiser les objectifs de sélection dont la **prolificité** en épis, la résistance à la verse et à la casse, la résistance ou tolérance aux maladies virales, la résistance à la sécheresse etc..,
- améliorer les populations locales et introduites par sélection **massale** suivie de sélection de type récurrent ; ce qui offrirait des possibilités de sortie variétale au cours des **différents** stades.

Ainsi, l'ensemble de ces niveaux "réalistes" à atteindre permettra de définir le type de variétés à créer pour satisfaire aux exigences complémentaires et parfois contradictoires des producteurs et des consommateurs par exemple l'augmentation globale du rendement et l'**amélioration** de la **régularité** de la production pour les **premiers** et l'amélioration de la **qualité à la fois** sous tous les aspects nutritionnels et organoleptiques par une diversification des produits de transformation.

Au regard des résultats acquis, il serait nécessaire, dans le contexte de la valorisation des résultats, de recherche, de :

- réaliser **d'abord** un découpage du pays en zones à peu près homogènes du point de vue des vocations agricoles (culture pluviale) et des conditions **agro-écologiques** générales ; cette option facilitera le choix des lieux pour les tests **multilocaux** d'une part et l'établissement des cartes variétales **d'autre** part ;

- renforcer les relations avec les organismes internationaux dans le cadre des essais **régionaux** ; ce qui du reste, contribuera au maintien et à l'amélioration des **cultivars** et constituera pour le sélectionneur et le **généticien** un banc d'essai idéal pour tester dans une large zone écologique la **qualité** de son matériel comparée aux obtentions de ses **collègues** régionaux ;

- passer enfin par les organismes semenciers et de développement nationaux pour assurer l'étape finale de la **sélection** à savoir la diffusion **auprès** du paysannat des variétés les plus productives et les mieux adaptées aux zones agro-écologiques. Dans cette optique, il y a lieu de signaler **l'intégration** du programme de production semencière du Projet **Maïs** dans le plan triennal,

En définitive, la bonne compréhension et le soutien sans réserve aucune de toutes ces recommandations feront du programme de sélection un maillon très important dans la recherche de l'autosuffisance alimentaire. \*

## ANNEXE I

## LISTE DES POPULATIONS ETUDIÉES EN VALEUR PROPRE

N° traitement	Code d'identification	N° d'introduction	Origine	Noms
1	1U	63013	Connecticut	C.I 38 B
2	2U	63015	Connecticut	C.I 64 B
3	3R	63022	Argentine via France	F 64 BL
4	4U	63044	OHIO	O H 41
5	5C	77003	Bouaké	IRAT 83
6	6E	77008	IRAT/REUNION	H1
7	7C	77008	Côte d'Ivoire	L 31 97 ZAF
8	8C	77009	Côte d'Ivoire	CPJ Synt B
9	9C	77010	Côte d'Ivoire	R F64 N Cuba
10	10s	77013	URSS	Voronzskava
11	11s	77044	URSS	Line C.S. 143W 12361
12	12W	77051	Nigéria	Ibassahoué
13	13W	77086	Nigéria	Blanco Tropical Precoz CIMMYT
14	14W	77090	Nigéria	Mezcla Ampox. Thaf. CompXU. V
15	15F	77093	Gerzat (63360)	A 256
16	16F	77094	GIG	LG9
17	17M	78007	CIMMYT	Amarillo cristalino
18	18M	78088	"	Amarillo dentado
19	19M	78612	"	Ant X Rep Dom
20	20M	78027	"	Cotaxtla 7530
21	21M	78028	"	Pichiling 7429
22	22M	78029	"	Pantnagar 7421
23	23M	78030	"	Pantnagar 7424
24	24M	78031	"	Swan 7430
25	25M	78032	"	La Maquina 7422
26	26M	78033	"	San Andress (2) 7530
27	27M	79034	"	Obrégon 7532
28	28M	79035	"	Obrégon 75' 34
29	29M	78036	"	Guanacastae 7425
30	30M	78037	"	SIDS 7534
31	31M	78038	"	Delhi 7548
32	32M	78039	"	Tlaltizapan 7548
33	33M	78040	"	Tlaltizapan 7631

!	34	!	34M	!	78055	!	CIMMYT	!	Phoebus 345
!!	35	!	35F	!	78056	!	FRANCE	!	Cusco 251
!	36	!	36F	!	78057	!	"	!	Astron 252
!	37	!	37F	!	78058	!	CACBA-LESCAR	!	Pau-France 602
!	38	!	38F	!	78059	!	"	!	Concorde 560
!	39	!	39F	!	78061	!	"	!	Pau-France 780
!	40	!	40F	!	78062	!	"	!	Pau-France 770
!	41	!	41F	!	78063	!	"	!	Pau-France
!	42	!	42M	!	7001	!	CIMMYT	!	Delhi (1) 7622
!	43	!	43M	!	7900	!	ACROSS-CIMMYT	!	Across 76-24
!	44	!	44M	!	79003	!	"	!	Santa Rosa (1) ?
!	45	!	45M	!	79005	!	"	!	Across 7525
!	46	!	46M	!	79006	!	"	!	Across 7635
!	43	!	47M	!	79007	!	"	!	Ferké ?
!	48	!	48M	!	79008	!	"	!	Ferké (1) 7539
!	49	!	49M	!	79009	!	"	!	Ferké (1) 7635
!	50	!	50M	!	79010	!	"	!	Ferké (1) 7635
!	51	!	51M	!	79012	!	"	!	Poza Rica 7639
!	52	!	52M	!	79014	!	"	!	Qbrégon 77 38
!	53	!	53Ef	!	79015	!	"	!	Tlaltizapan 7741
!	54	!	54B	!	79018	!	BURKINA FASO	!	IRAT 98 H.
!	55	!	552	!	79096	!	ZAIRE	!	Salongo
!	56	!	562:	!	79027	!	ZAIRE CIMMYT	!	Tuxpen8 x Eto
!	57	!	57M	!	79033	!	CIMMYT	!	Cali 7623
!	58	!	58M	!	79034	!	"	!	Llonga 7530
!	59	!	59M	!	79035	!	"	!	Across 7623
!	60	!	60M	!	79036	!	Y	!	La Granja 7525
!	61	!	61	!	80022	!	"	!	Poza Rica 7729E
!	62	!	62M	!	80028	!	"	!	Poza Rica 7822 '
!	63	!	63M	!	80042	!	CIMMYT	!	Tlaltizapan 7740
!	64	!	64F	!	80083	!	MAISADOUR	!	Helios
!	65	!	65F	!	80084	!	"	!	Adour 250
!	66	!	66F	!	80085	!	"	!	But
!	67	!	67	!	80086	!	"	!	Score
!	68	!	68F	!	80087	!	"	!	Titan
!	69	!	69F	!	80088	!	"	!	Rallye
!	70	!	70F	!	80089	!	"	!	Roc
!	71	!	71M	!	81007	!	CIMMYT	!	Santa Rosa 7823
!	72	!	72M	!	81010	!	"	!	Poza Rica (E) 7729
!	73	!	73M	!	81011	!	"	!	Tuxpen8 Caribe HEO2
!	74	!	74	!	81013	!	"	!	Tlaltizapan 7740



75	75M	79017	LA REUNION	Révolution
76	76M	82002	CIMMYT/CI	Ferké (1) 7928 ₣ I 200
77	77M	82003	"	Tocumen (1) 7931
78	78M	82004	"	Across 7835
79				
80	80M		" ?	ACI R2 n° 26
81	81M		"	S1 B1 (5) n° 11
82	82M		"	ACI R2 n° 46
83				
84				
85				
86	86M			B10
88	88B	85025	Burkina FASO	IRAT 171
89	89B	89024	Burkina FASO	IRAT 200
90	90V	85026	Cap-Vert	Santa Catarina
91	91T	85027	Mauritanie	Maka

Témoins

79	79x	Synt C
83	83X	JDB
84	84X	CP 75
85	85X	A 10
87	87X	ZM 10

## ANNEXE IX

RESULTATS DES TESTS DE GERMINATION DES POPULATIONSDE MAÏS ETUDIÉES EN VALEUR PROPRE

N° Variété	Faculté germinative		N° Introduction	Noms
	Test sur sable	Test sur papier buvard		
1	20	80	+ 63013	C.I 38 B
2	20	52	+ 63015	C.I 64
3	12	84	+ 63022	F 64 BL
4	16	82	+ 63044	O H 41
5	0	48	77003	IRAT 83 H.C
6	0	42	77006	H 1 H.C
7	0	0	77008	L 31 91 <sup>x</sup>
8	0	50	77009	c P J Synth B
9	0	25	77010	R F64 N
10	8	13,5	+ 77013	voronzskaya
11	56	98	+ 77044	Line O.S. 143W 1236 I
12	80	98	+ 77051	Ibassahoué
13	0	14	77086	Blanco Tropical Pr
14	0	34	77090	Mezela Ampox. Thei.
15	12	30	+ 77093	A 256
16	0	46	77094	LG9
17	0	0	78007	Amarillo cristali
18	0	2	78008	Amarillo dentado
19	0	14	78012	AntxRep Dom
20	8	52	+ 78027	Cotaxtla 7530
21	0	50	78028	Pichilingue 7429
22	0	48	78029	Pantnagar 7421
23	8	24	+ 78030	Pantnagar 7424
24	24	56	+ 78031	SuWam 7430
25	8	20	+ 78032	La Maquina 7422
26	0	4	78033	San Andress (2)
27	20	56	79034	Obrégon 7532
28	16	56	+ 78035	Obrégon 7534
29	12	44	+ 78036	Guanacastae 742
30	36	54	+ 78037	SID 7534
31	40	40	+ 78038	Delhi 7548
32	4	0	+ 78039	Tlaltizapan 75

33	28	36	+ 78040	Tlaltizapan 7631
34	0	4	78055	Phoebus 345
35	0	0	78056	Cusco 251
36	0	0	78057	Astron 252
37	0	0	78058	Pau-France 602
38	0	0	78059	Concorde 560
39	0	4	78061	Pau-France 780
40	0	0	78062	Pau-France
41	0	0	78063	Pau-France
42	0	0	79001	Delhi (1) 7622
43	0	12	79002	ACROSS 7624
44	0	0	79003	Santa Rosa (1)
45	0	0	79005	ACROSS 7525
46	0	0	79006	ACROSS 7635
47	0	4	79007	Ferké
48	0	0	79007	Ferké (1) 7539
49	0	0	79009	Ferké (1) 7537
50	0	0	79010	Ferké (2) 7635
51	0	8	79012	Poza Rica 7633
52	0	0	79014	Obrégon 7738
53	0	2	79015	Tlaltizapan 7741
54	44	76	79018	IR AT 98 Hybride
55	24	40	+ 79026	Salongo 79
56	0	80	79027	Tuxpepō
57	0	0	79033	Cali 7623
58	0	0	79034	Longa 7530
59	0	0	79035	ACROSS 7623
60	0	0	79036	La Granja 7525
61	8	4	+ 80022	Poza Rica 7729 E
62	4	4	+ 80028	Poza Rica 7822
63	0	4	80042	Tlaltizapan 7740
64	20	0	+ 80083	Helios hybride
65	64	76	+ 80084	Adour 250 hybride
66	8	44	80085	But
67	12	60	80086	Score
68	4	0	80087	Titan
69	4	16	80088	Rallye
70	0	20	80089	Roc
71	84	76	81007	Santa Rosa 7823
72	24	32	81010	Poza Rica (E) 7729.

73	40	52	81011	Tuxpeño Caribe HEO2
74	40	28	81013	Tlaltizapan 7740
75	84	60	+ 79017	Revolution
76	0	0	82002	Ferké (1) 7928
77	0	0	82003	Tocuman (1) 7930
78	0	0	82004	Across 7835
79	84	96		Synt C
80	100	100		ACI R2 N° 26
81	68	96		S1 B1 (5) R1 N°11
82	100	96		AC1 R2 N°46
83	96	84		CAMARA 1
84	72	100		CP 75
85	28	44		A 10
86	84	76		B 10
87	92	88		ZM 10
88	100	92	85025	IRAT 17.1
89	0	64	85024	IRAT 200
90	44	52	+ 85026	Santa Catarina
91	40	96	+ 85027	Maka

+ Les introductions marquées d'une astérique (+) font l'objet de la réjuvenation.

## ANNEXE III

## RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCE

## CARACTERE PAR CARACTERE

Caractère	Source de Variation	ddl	Carrés moyens	F
Levée	Bloc	3	8,63	0,55NS
	Génotype	60	1014,68	64,96
	Résiduelle	179	15,62	
FLOR	Bloc	3	8,36	1,92NS
	Génotype	60	116,46	26,80++
	Résiduelle	176 (3)	4,34	
VIG	Bloc	3	9,60	5,38++
	Génotype	60	6,71	3,67++
	Résiduelle	175 (4)	1,78	
HT	Bloc	3	548,4	3,13NS
	Génotype	60	1984	11,35++
	Résiduelle	178 (1)	174,8	
HEPI	Bloc	3	244,54	4,10++
	Génotype	60	998,93	16,76++
	Résiduelle	178 (1)	59,60	
LOF	Bloc	3	1.35414	13,69++
	Génotype	60	28551	11,03++
	Résiduelle	177 (2)	2587	
LAF	Bloc	3	344,98	8,81++
	Génotype	60	390,23	9,96++
	Résiduelle	178 (1)	39,15	

Caractère	Source de variation	ddl	Carrés moyens	F
NTALL	Bloc	3	0,21	2,49NS
	Génotype	60	0,084	0,96NS
	Résiduelle	178 (1)	0,084	
VERSE	Bloc	3	0,46	0,39NS
	Génotype	60	2,82	2,36++
	Résiduelle	178 (1)	0,84	
NBPR	Bloc	3	11,58	0,89NS
	Génotype	60	132,74	10,29++
	Résiduelle	179	12,90	
NEPI	Bloc	3	39,66	2,41NS
	Génotype	60	133,55	8,12++
	Résiduelle	179	16,43	
Pdep	Bloc	3	1209876	2,81NS
	Génotype	60	4211321	9,79++
	Résiduelle	179	430155	
LOEP	Bloc	3	172,7	1,00NS
	Génotype	60	2045,3	11,92++
	Résiduelle	179	171,5	
LAEP	Bloc	3	2,87	0,73NS
	Génotype	60	83,28	21,36++
	Résiduelle	179	3,89	
NBRGS	Bloc	3	0,48	0,75NS
	Génotype	60	4,25	3,59++
	Résiduelle	179	1,18	
HUM	Bloc	3	0,89	0,75NS
	Génotype	60	4,25	3,39++
	Résiduelle	179	1,18	
RDT/PLTE	Bloc	3	1784,2	5,20++
	Génotype	60	2841,8	8,28++
	Résiduelle	179	343,0	
NEPI/PLTE	Bloc	3	0,04	5,42++
	Génotype	60	0,02	2,38++
	Résiduelle	179	0,008	2,38

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALLARD, R.W **and** HANSCCHE, P.F : (1963) Somme parameters of populations **variability** and their implications in plant **breeding**. Adv. Agron. 16.281.325.
- 2, BARRIERE, Y. (1979) Sélection du **maïs** pour la résistance à la pourrfture des tiges.  
Etude de **génotypes** précoces. Ann. **Am. pltes** 29 (3) 283-304.
3. BRANDOLINI A (1971) Preliminary report on South **European** and mediterranean maize gerplasm. Proceedings of the fifth meeting of the maize **and** sorghum section of Eucarpia.
4. BRANDOLINI, A and **AVILA**, G. (1971) **effects** of Bolivian maize gerplasm in South Euxopean Maize Breeding. In proceedings **of the** fifth Meeting of the Maize and Sorghum section of Eucarpia.
5. BRIEGER, F.C (1963) Collection and evaluation of indigenous races of maize  
Genetica Agraria vol. XVII
6. BROWN, W. L (1968) Broader germplasm base in Corn and Sorghum. **Proc. Annu. S**  
Corm and Sorghum Res. Conf. 30 : 81-89. Trop. Agric. **30:81-89**.
7. BROWN, **W.L** and **GOODMAN**, M,M (1977 : races of maize. In **corn** and Sorghum improvement,  
G.F. **SPRAGUE**, ed. pp 49-88, Am. soc. **Agron.** Madison, Wis.
8. **CAMARA**, P.A (1986) : Amélioration du **maïs**, Document présenté à l'évaluation du mais.
9. CAUDERON, A (1980) : Sur la protection des ressources génétiques en relation  
**avec** leur surveillance, leur modelage et leur utilisation.  
C.R. Acad. **agri.** n° 12. pp : 1051-1068
10. CULININEN, F. P : (1980) Need for and utilisation of additional sources of  
germplasm  
Horticultural Crops In Hodgson, R, E, ed, Germplasm.

11. CLARK, J.A (1956) Collection, Preservation, and utilisation of **indigenous** strains of maize. *Botany* 10 : 194-200.
12. DAGNELIE, P. (1975) : Théories et méthodes statistiques. Vol. : 2  
2° Edition.  
Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique,
13. DAGNELIE, P. (1973 : Théories et méthodes statistiques. Vol. : 1  
2° Edition.  
Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique.
14. DOLAN, D. D (1960) : New germplasm : the merit and the uses of some  
plant introductions.  
*Econ. Bot.* 11 : 244-248.
15. DUDLEY, J. W (1984) : Theory for identification and the use of exotic germplasm  
maize breeding programs. *Maydica* XXIX 84 : 391-407.
16. DUROVRAY, J. (1976) : Le point sur la sélection variétale du **maïs** au **CNRA** de  
**Bamako**. (IRAT)
17. EFRON, Y. and EVERETT H.L (1968) : Evaluation of exotic germplasm for improving  
hybrids in Northern **United States**.
18. FERRIF, J.P. (1925) *Asgrow* : "Faculté germinative, vigueur de départ"  
**Agromais**, 36,9-12.
19. GALLAIS, A. (1981) : Amélioration des populations, méthodes de sélection et  
création de variétés. I. Synthèse sur les **problèmes** généraux  
et **sur** les bases théoriques pour la sélection récurrente  
intrapopulation. *Ann. Amél. Plantes*.
20. GALLAIS, A. (1981) : Amélioration des populations en vue de la création variétale :  
Le sélectionneur français, 29, 5-23.
21. GALINAT. W.C., : STARBUCK, J.S. and PASARPELET, C.V, (1981) : Heterotic responses  
of maize hybrides containing **alien** germplasm.  
**MaizeCoop.** 55, 111-112



22. GOODMAN, M.M. (197 ) *The races of maize : XX. Use of **multivariate** analysis of **variance** to measure morphological **similarity**.* *Fitotec. Latinoam.*, 4, 1-22.
23. GOODMAN, M.M. and BIRD, R.M. (1977) *the races of maize : IFI. Choices of appropriate characters for racial classification,* *Econ. Bot* 1136, 92 p.
24. GOODMAN major Major M. and MOK-BIRD R. (1977) *The races of maize ; IV. Tentative grouping of 219 Latin **American** Races.* *Econ. Bot.* 31, 204-221.
25. GOODMAN, M.M. (1972) : *Distance analysis en **biology**.* *Syst. Zool.* 21,
26. HALLAUER, A.R, (1978) : *Potential of exotic germplasm for maize improvement.* In. D.B. Walden (ed). *Maize breeding and genetics* 229-247. New-York Wiley and Sons **Inc.**
27. HALLAUER, A.R. (1981) : *Process to date in **the** use of exotic materials **convensional** maize **breeding** programs.* *Proc.* 4th South **Africa** maize symp. 35-40.
28. HALLAUER, A.R. (1978) : *Germplasm. Chap. II. Maize breeding.*
29. HALLAUER, A.R. and J.H, (1972) : *Integrating exotic germplasm into cornbelt maize breeding programs.* *Crop Sci.* vol. 12, 203-206.
30. HOTTEMER, H.H. (1982) *theoretical and applied genetics.* **T.A.G.** 62, 219-223 genetic distance between populations.
31. Hugues de CHERISEY, (1983) : *"Contribution à l'évaluation des sources génétiques du millet Setaria italica variabilité des **caract.** quantitatifs. **Thèse** de Docteur Ingénieur Amélioration des plantes, **Université** Paris XI, Orsay.*
32. JAIN, H.K . (1982) *Plant Breeders' Rights and Genetic Ressources.* *Indian J. Genet.* 42, 12-128.

33. KANAN, F., RAUTOU, S; PANOUILLE, A., BOYAT, A.J., TESSAC M., :  
Etude des populations européennes de maïs pour les  
caractères d'intérêt agronomiques. En publication, IN RA  
Montpellier.
34. KAHLER, A.L. (1984) Theoretical and applied genetics (T.A.G. 68, 35-41. of means  
and genetics variances in backcrossing populations.
35. KRAMER, H.H., ULLSTRUP, A.J., (1959) : Preliminary evaluations of exotic maize  
germplasm., Agron. J. 51, 687-689.
36. Lhour, J. (expo Corn) (1985) : Le maïs aux U.S.A. **Agromais**. 37,7-12.
37. LIMAM., GIMENES-FERNANDES, N., MIRANDA, J.B., FILHIO, J.C., PEREIRA, V.A. =  
(1982) : Introduction of maize (*Zeamays* L.) germplasm  
sources for downy mildew (*Peronesclerospōra* Sorghi)  
**resistance**. *Maydica*, 27, 159-168.
38. LIMA M., MIRANDA FILHO J.B. ; BOLLER P. (1984) : Inbreeding depression in  
population of maize (*Zea mays* L.) *Maydica* 29, 203-215.
39. LEBART L.; FENELON J.P. (1980) : Statistiques et informatique appliquées 2ème  
édition Dunod, 195-252.
40. MARBOUA Berkoye Beninga, (1981) : Structure génétique du complexe des mils  
pénicillaires : Analyse des descendances issues d'hybrides  
entre formes cultivées et formes spontanées. Thèse 3e cycle  
Univ. Paris-Sud, Orsay.
41. MARCHAND J.L. (1977) : Création d'hybrides complexes de maïs en Côte d'Ivoire.  
*Agron. Trop.* 38.2,
42. MORRE C., JINAK ON S. (1973) : Utilisation of maize germplasm in Thailand.  
*Agron. Abstract.*; 10
43. MURESANT, COSMIN O. (1977) : Valeurs des maïs roumains du Sud du Pays comme  
source de matériel de départ pour les travaux d'amélioration  
**Proc.** 4th meeting of the maize and sorghum section of Eucarpia.  
Montpellier, 77-102.

44. ORLANDO J., MARTINEZ W., Major M. GOODMAN and D.H. TIMOTHY (1982) :  
Measuring racial **differentiation** in maize using  
multivariate distance. **Measures** standardized by variation  
F2 populations.
45. PATERNIANI E. (1970) : Value of exotic **and** local inbred Unes of **corn**,
- PERNES J. (1985) : Gestion des ressources génétiques des plantes,  
Tome 2, **chap. V**.
46. POEHLMAN J.M. and Dhirendranath BORTHAKERN (1982) : Breeding maize. **Chp. 8**.  
Breeding asian field Crop.
47. PRUDENT S.D. and KARKAR (1981) : **Gentic** variability in two heterozygous maize  
populations. Indian J. Genet., 41, **349-353**.
48. RADOVIC H.G., (1980) : Diversity of maize populations in Yougoslavia and their  
importance for breeding. Nations Unies, Syposium on  
production. Processing and utilization of maize, **12p**.
49. REBISCHUNG J. (195.3) : Etudes **sur** la variabilité des populations naturelles  
française de **Dactyle**. Ann. **Amél.** Plantes (III).
50. R. MCK BERD and Major A. GOODMAN (1977) : The races of Maize V ;  
Grouping maize Races ont the basis of Ear Morphology.  
**Economic Botany**, 31, 471-481. October, **7471-481**.
53. R.W. JUGENHEIMER, ph. S. (1975) Corn improvement, seed production **and** uses.  
**Chap.9. Germplasm** for present **and** future use. 111-121.
52. SALANOUBAT M. (1982) : Polymorphisme enzymatique et évaluation des ressources  
génétiques ; application à l'étude d'une collection de  
**maïs europeen** (Zea Mays L.). Univ. Paris-Sud, Thèse 3e cycle.
53. SHAMARAEF, G.E. (1978) : **Varietal** variations in maize and its utilization in  
plant breeding. Trudy **Prikl.** Bot. Genet. Selek. 41 (1)  
**94-112 (In Russian)**.

54. SPRAGUE G.E. (1975) : Chap. : Heterosis in **Maize : Theory and Practice**, 48-67.
55. SPRAGUE G.F., (1980) : **Germplasm** ressources of plants ; **their preservation** and use. Ann. Rev. Phytopathol. 18, 147-165.
56. STEVENSON J.C., GOODMAN M.M. (1978) : Ecology of exotic races of **maize leaf** number and **tillering** of 16 races **under four** temperatures and two photoperiods, Crop Science, 12 864-868.
57. STVBER G.W. (1978) : Exotic sources for broadening genetic diversity in breeding programs. **Proc. 33rd, Annual** Corn Sorghum Res, Conf. 34-47.
58. WARRIER J.L., (1983) : Ressources génétiques et amélioration du **maïs**. **Mafscope**, vol. 81 ; 15-15.
59. VELLHAUSEN, E.J. (1965) : Variation of maize in Mexico **and Central America**. Present and future utilisation. **Product**, 1st meeting maize section Eucarpia, 38-45.
60. WELLHAVSSEN E.J., (1985) : Exotic germplasm for improvement of Corn Belt maize. **Proc. 20th**. Corn and Sorghum. Genetic distances : measuring dissilarity among populations. Yearbook Physical Anthropology 17. 1. 38.
61. Report of the (1983) Plant Breeding Research Forum. Aug. **G. 9.11.83**. Conservation and utilization of exotic to improve varieties. Conservation of germplasm. **209-214**.
62. TRIGUI NEJIB (1984) : La variabilité génétique des mils (Pennisetum typhoides) (Burs). Stapf and Hubb) de Tunisie : Etude biométrique et Analyse du polymorphisme enzymatique. Thèse de 3e cycle **Univ.** Paris-Sud, Orsay.