



INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

**LABORATOIRE DE GENETIQUE**

**CENTRE ORSTOM D'ADIOPODOUME**

**BP V51 ABIDJAN (R C I)**

HYBRIDATIONS INTRA-SPECIFIQUES CHEZ ORYZA SATIVA:  
ETUDE D'UN ENSEMBLE D'HYBRIDES F1 REALISES A PARTIR DE 12  
VARIETES TRADITIONNELLES AFRICAINES  
1) OBSERVATION DES FERTILITES PANICULAIRES

par

Jean-Louis PHAM

Octobre 1987

## INTRODUCTION

La description de la structure génétique de l'espèce cultivée de riz *O.sativa* en Afrique est maintenant bien avancée pour ce qui est de la diversité enzymatique de cette espèce (GHESQUIERE et SECOND 1983, de KOCHKO 1987).

Elle l'est moins dans le domaine des barrières reproductives existant à l'intérieur même de l'espèce. La distinction classique indica-japonica n'a guère été affinée. Les observations des sélectionneurs sont très dispersées et concernent, pour les plus synthétiques ( CLEMENT et POISSON 1986), beaucoup de variétés non africaines.

Pourtant, les problèmes relatifs à ces barrières ( stérilité, défaut de recombinaison...) sont un des paramètres à gérer dans un programme d'amélioration variétale. L'importance des collections de variétés traditionnelles africaines rend le choix des géniteurs de plus en plus difficile, d'où la nécessité de classifications ou, pour reprendre un terme en vogue, d'outils d'aide à la décision.

Nous avons choisi d'aborder ce sujet en étudiant un ensemble , cohérent mais insuffisant, de 12 variétés africaines traditionnelles. Cet ensemble est cohérent dans la mesure où cet échantillon reflète, sans répétitions apparentes, une partie de la diversité enzymatique d'*O.sativa* en Afrique. Insuffisant car d'une part, il est illusoire de condenser en 12 variétés une diversité voisine de celle des riz asiatiques et d'autre part, la diversité génétique ne saurait être réduite à la diversité enzymatique.

Ce rapport ne présentera que les résultats et interprétations obtenues à partir de l'observations des fertilités paniculaires. Ceux-ci nous ont en effet paru suffisamment intéressants pour justifier une présentation individualisée. La partie "Materiel et méthodes" concernera cependant l'ensemble des analyses effectuées sur cet essai afin d'alléger les publications ultérieures.

TABLEAU 1: VARIETES PARENTALES UTILISEES

NOM	PAYS D'ORIGINE	TYPE RIZICULTURE	TYPE DE STRUCTURE ENZYMATIQUE	REACTION PHENOL
ES70-6	Ile Pemba (Tanzanie)	Bas-fond	<i>japonica</i>	-
YS252-1	Guinée-Conakry	Bas-fond, pluvial	<i>japonica</i>	-
YS138-3	Guinée-Conakry	Pluvial	<i>japonica</i>	-
YS45-1	Guinée-Conakry	Pluvial	<i>japonica</i>	-
ES79	Ile Pemba (Tanzanie)	Pluvial	<i>indica</i>	+
BS117	Guinée-Bissau	Bas-fond	<i>indica</i>	+
SS404	Sénégal	Bas-fond	<i>indica</i>	+
BS125	Guinée-Bissau	?	<i>indica</i>	+
ES44	Tanzanie	Irrigué	<i>indica</i>	+
YS309	Guinée-Conakry	Sol hydromorphe	<i>japonica introgressé</i>	+
BS20	Guinée-Bissau	Pluvial	<i>indica introgressé</i>	-
2LS102	Mali	irrigué	<i>indica introgressé</i>	+

## MATERIEL ET METHODES

### A) GENITEURS UTILISES

Les 12 variétés utilisées en croisement sont présentées dans le tableau 1.

### B) PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Un tableau de croisements 12\*11 a été réalisé , le parent 2LS102 n'intervenant qu'en parent femelle.

L'essai s'est déroulé d'aout à décembre 1986 en serre tunnel. Le premier semis a été fait le 25-08-86, le second le 09-09-86.

Les grains sont décortiqués puis désinfectés dans une solution d'eau de Javel, puis mises à germer en boîtes de pétri avec une solution nutritive. Les plantules sont ensuite repiquées dans des pots de 20 cm de diamètre.

4 plantules par génotype (hybrides et parents) ont été intégrées dans le dispositif expérimental qui consistait en 1 seul bloc totalement randomisé. Les pots sont placés dans des bacs remplis d'eau, l'alimentation hydrique de la plante est donc assurée en permanence. Chaque bac contient 16 lignes de 4 pots.

Au cours du cycle, une fumure est apportée au moment du repiquage (10-18-18), puis toutes les 4 semaines (urée). Des traitements sanitaires sont effectués préventivement toutes les semaines (Decis, Thymul).

### Notations

- Nombre de talles à 60 jours
- Date d'épiaison
- Hauteur à la feuille paniculaire à l'épiaison
- Longueur et largeur de la feuille paniculaire à l'épiaison
- Epaisseur de la tige (moyenne de 3 tiges)
- Caractères paniculaires:

Les calculs sont effectués sur la moyenne de 3 panicules ensachées. Seule la longueur de l'exsertion est mesurée sur des fécondations libres

- Longueur de l'exsertion
- Longueur de la panicule
- Nombre de ramifications primaires et secondaires
- Nombre de grains
- Nombre d'insertions d'épillets
- Dimensions des grains (longueur, largeur, épaisseur),

(moyenne sur 10 grains)

## Fertilités

La fertilité paniculaire est définie comme le rapport du nombre de grains sur le nombre total d'insertions d'épillets. C'est donc la résultante des fertilités mâle et femelle .

La fertilité pollinique est observée avec la coloration d'Alexander. Trois types de grains de pollen sont notés ( BOUGEROL 1987): normal, intermédiaire, avorté.

Les quelques valeurs manquantes dans le tableau général de résultats ont été remplacées par la fertilité du croisement réciproque.

### C) DEFINITIONS

Nous appellerons ***profil de compatibilité hybride*** l'ensemble des fertilités F1 observées pour une lignée parentale donnée. Nous définirons 2 types de profil. Selon que l'on identifiera ou non les géniteurs en combinaison, on distinguera le profil général (PGCH), ou le profil spécifique (PSCH).

### D) OUTILS STATISTIQUES

Les différents tableaux se rapportant aux fertilités hybrides ont été traités par analyse factorielle des correspondances (AFC), puis par classification ascendante hiérarchique (CAH, distance du chi-2 pondéré et critère de la variance).

Les caractères quantitatifs morphologiques ont été traités par analyse de la variance, analyse en composantes principales (ACP), CAH (distance euclidienne non pondérée, critère de la variance), régressions simple et multiple.

## RESULTATS

### A) Taux de germination et de reprise au repiquage

Il paraît difficile d'interpréter les variations du pourcentage de germination des caryopses . En effet, pour une même combinaison, ce pourcentage peut varier du tout au rien d'un lot à un autre. Par exemple, on observe pour le croisement BS117/YS45-1 aucune germination pour 12 grains semés dans un premier lot, 17 sur 20 dans un second. Nous citerons cependant les combinaisons ayant présenté de faibles pourcentages de germination, pour d'éventuelles confirmations ultérieures.

BS20/BS117

BS20/ES44

BS20/YS138-3

BS117/BS125

BS117/ES44

BS125/ES44

ES44/YS45-1

ES79/YS252-1

On peut noter la fréquence d'apparition de certaines variétés dans cette liste: ES44, 4 fois; BS20, 3 fois; BS117, 3 fois

Les pertes après la germination sont très faibles.

### B) OBSERVATIONS METHODOLOGIQUES

Les fertilités parentales, théoriquement voisines de 100%, sont l'indicateur de la validité de la méthode de mesure.

Les fertilités paniculaires des parents ( tableau 2 ) varient de 72 à 90 %. Ceci confirme que l'ensachage gêne la fécondation (MONTENARIE 1986), mais dans des limites acceptables compte tenu de la sécurité apportée par l'élimination des allofécondations.

Les combinaisons qui avaient déjà été observées (PHAM 1984) montrent des fertilités comparables.

### C) EFFETS DU SENS DE CROISEMENT

Nous avons choisi de considérer la différence de fertilité entre hybrides réciproques comme significative à partir de 20% d'écart, ce qui correspond à la différence maximale de fertilité observée entre parents. Le tableau 2 fait apparaître les combinaisons où se manifeste un effet du sens de croisement. On en recense 16, ce qui

Tableau 2: FERTILITE PANICULAIRE DES HYBRIDES F1 ENTRE 12 VARIETES AFRICAINES D'O.SATIVA (%)

	BS117	BS125	BS20	ES44	ES70-6	ES79	SS404	YS138-3	YS252-1	YS309	YS45-1	2LS102
BS117	87	75	<i>40</i>	80	0	79	81	<i>0</i>	<i>.5</i>	.2	<i>43</i>	•
BS125	88	84	<i>53</i>	<i>64</i>	7	74	66	<i>9</i>	<i>41</i>	2	<i>17</i>	•
BS20	<i>64</i>	<i>85</i>	90	•	57	57	60	•	79	72	83	•
ES44	90	<i>44</i>	63	75	<i>85</i>	87	86	11	<i>38</i>	20	<i>21</i>	•
ES70-6	12	16	60	<i>39</i>	87	<i>58</i>	35	83	82	<i>26</i>	<i>70</i>	•
ES79	84	74	•	78	<i>0</i>	73	85	45	<i>.5</i>	23	9	•
SS404	89	81	64	90	43	90	77	50	<i>60</i>	9	74	•
YS138-3	<i>32</i>	<i>34</i>	87	29	84	48	34	76	87	29	84	•
YS252-1	<i>67</i>	<i>70</i>	80	<i>73</i>	67	47	<i>81</i>	85	<i>88</i>	<i>70</i>	84	•
YS309	18	12	74	54	33	17	19	30	<i>43</i>	72	28	•
YS45-1	<i>73</i>	<i>51</i>	79	<i>67</i>	74	<i>83</i>	65	•	89	16	88	•
2LS102	71	78	92	68	44	65	65	15	27	51	29	81

COLONNE: PARENT FEMELLE

LIGNE : PARENT MALE

GRAS ITALIQUE: HYBRIDES RECIPROQUES DIFFERANT PAR PLUS DE 20% DE FERTILITE

## 2) PROFIL GENERAL COMME PARENT MALE

L'ensemble des variétés se scinde en 2 groupes qui correspondent à la classification indica-japonica.

La plupart des variétés indica, y compris BS20 se caractérisent donc par de nombreux hybrides fertiles alors que les variétés japonica ont des spectres plus étalés.

BS20 confirme, dans ce sens de croisement, sa large compatibilité hybride. ES79, en parent male est également bien compatible.

## D) PROFILS SPECIFIQUES DE COMPATIBILITE HYBRIDE

### 1) COMPORTEMENT COMME PARENT FEMELLE

Trois grands groupes apparaissent sur la CAH ( figure 5 ), facilement repérables sur le plan 1-2 de l'AFC (figure 5).

Le premier groupe contient toutes les variétés indica sauf BS20, et SS404. Il peut se diviser en BS117, BS125 et ES79 d'une part, qui manifestent des réactions de fertilité extrêmes avec les variétés japonica, et 2LS102, ES44 d'autre part, aux réactions en croisement plus modérées .

Le second groupe ne comprend que YS309 qui se caractérise par un mauvais comportement général.

Le troisième groupe contient tous les autres japonica plus BS20 et SS404 . On peut y distinguer SS404, YS45-1, YS252-1, et BS20 d'une part, YS138-3 et ES70-6 d'autre part.

YS309 est plus proche du groupe des Japonica que de celui des indica.

Il faut noter que BS20 ,YS252-1 et 2LS102 sont les seules variétés à présenter des hybrides fertiles avec YS309.

La classification indica /japonica est globalement respectée, à l'exception notable de SS404 . La variété BS 20 est bien classée d'après la réaction au phénol, mal classée d'après son profil enzymatique.

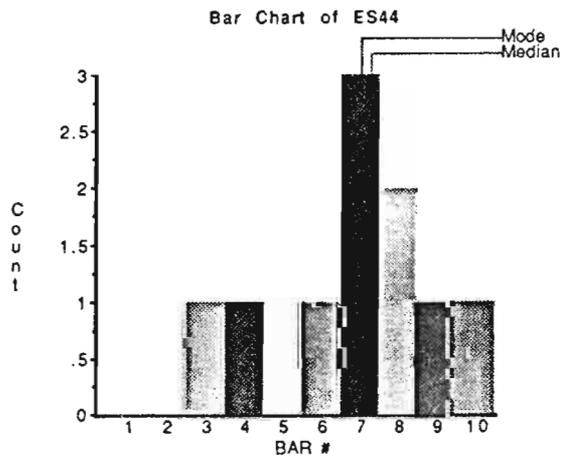
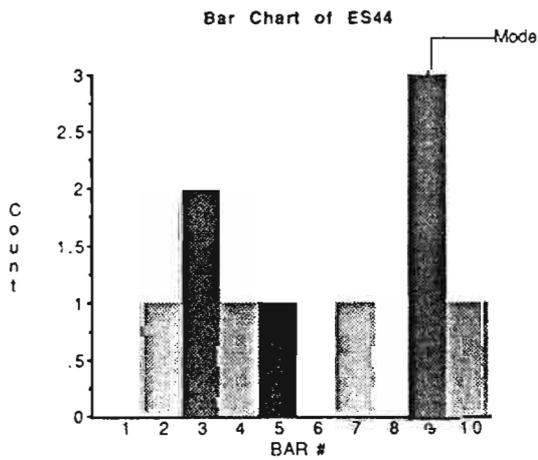
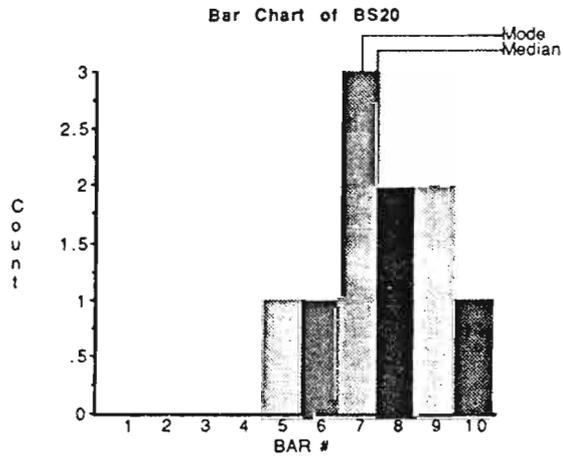
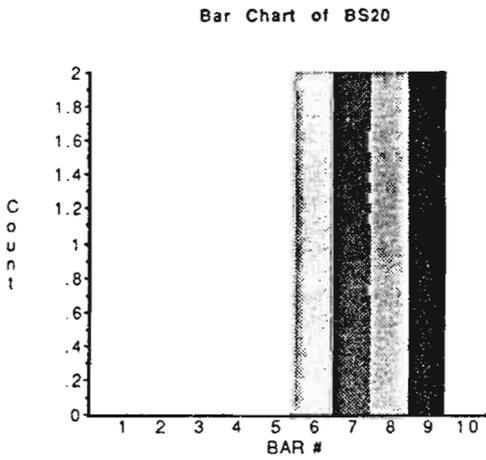
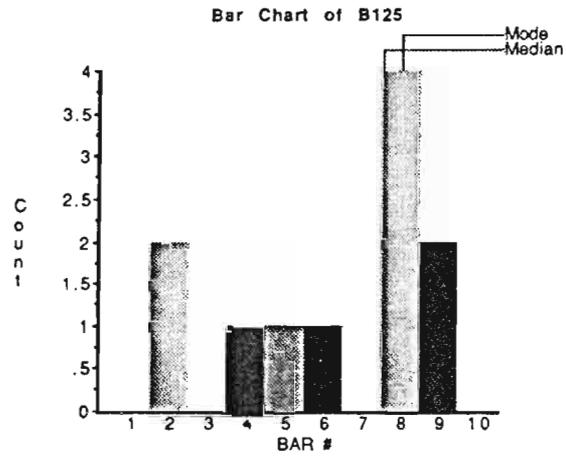
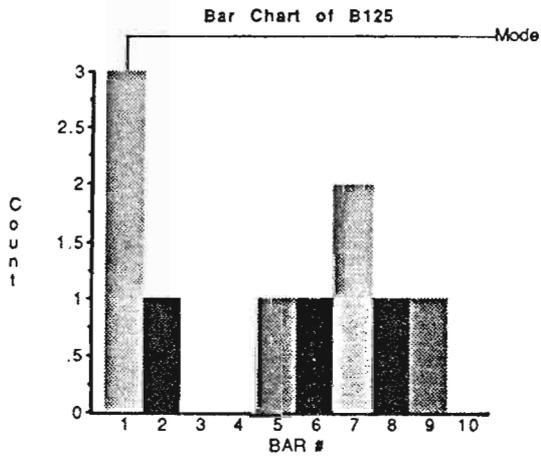
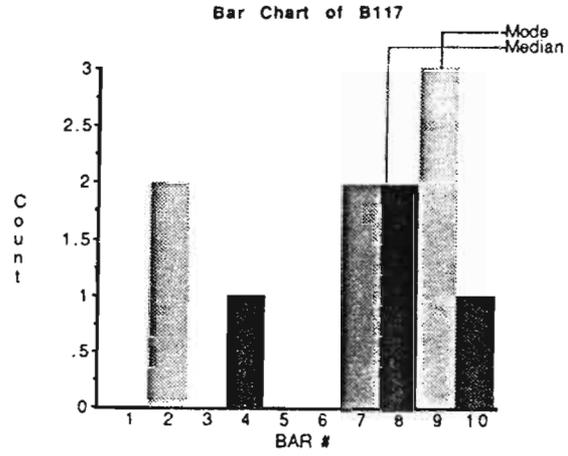
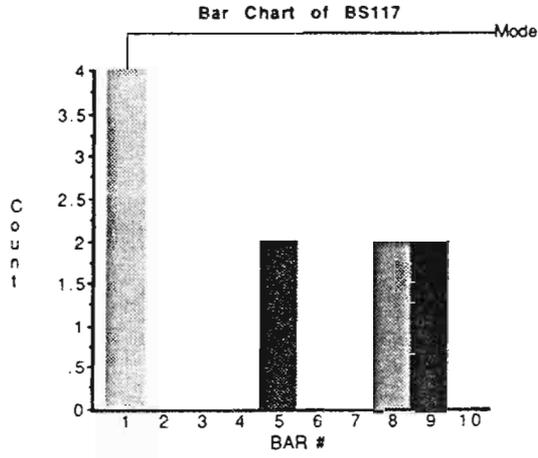
Les deux grands groupes constitués d'après la CAH représentent chacun une fraction à peu près égale de l'inertie totale.

Le groupe indica apparaît clairement structuré en 2 sous-groupes.

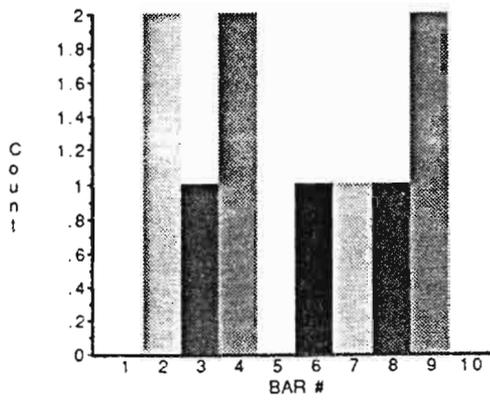
FIGURE 1 : PROFILS GENERAUX DE COMPATIBILITE HYBRIDE

à gauche : EN PARENT FEMELLE

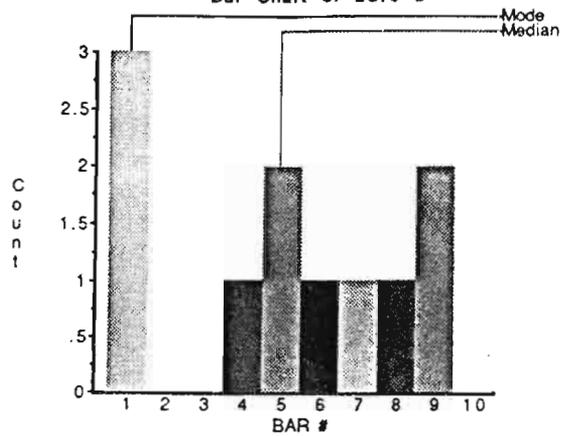
à droite : EN PARENT MALE



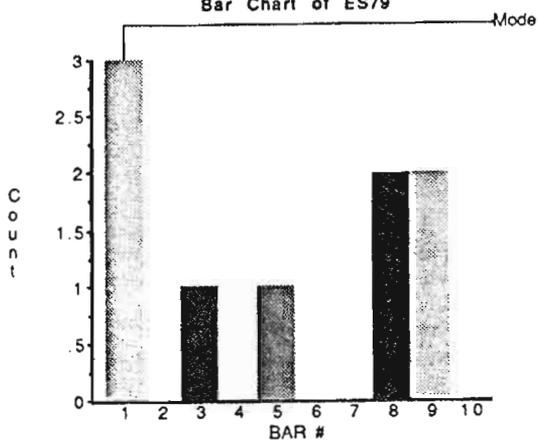
Bar Chart of ES70-6



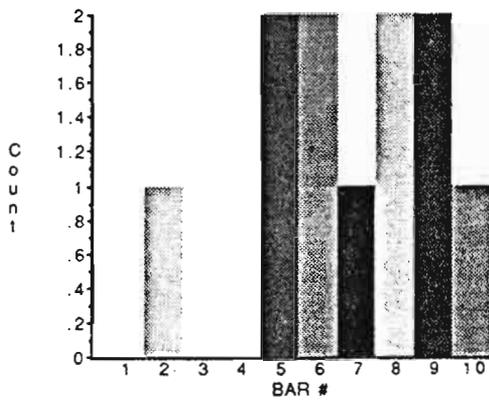
Bar Chart of ES70-6



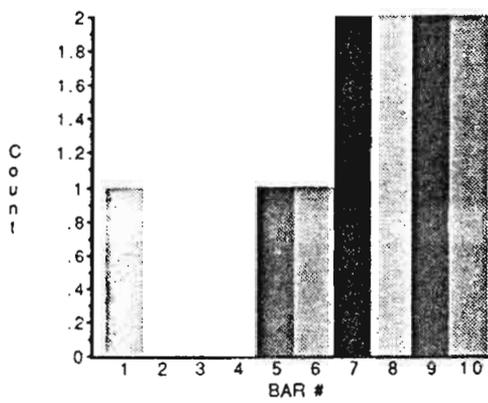
Bar Chart of ES79



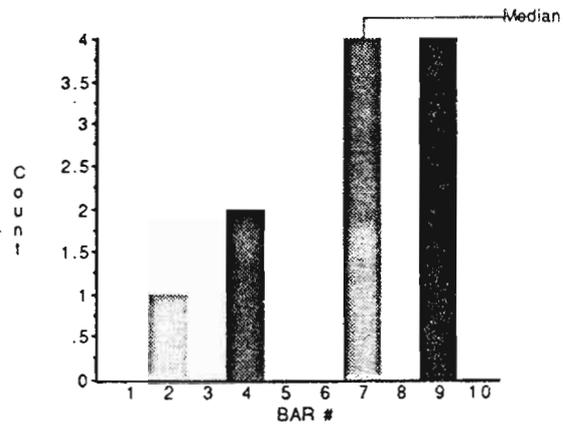
Bar Chart of ES79



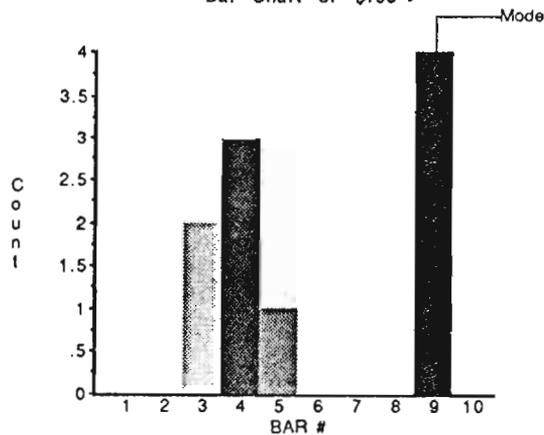
Bar Chart of SS404



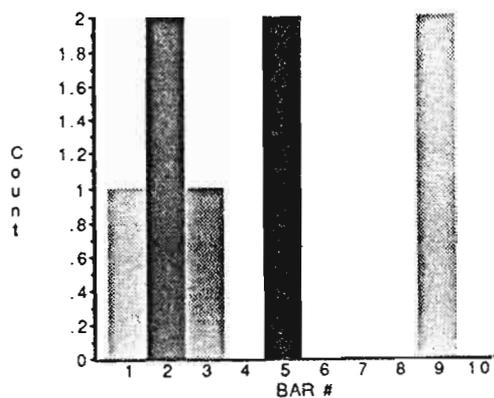
Bar Chart of S404

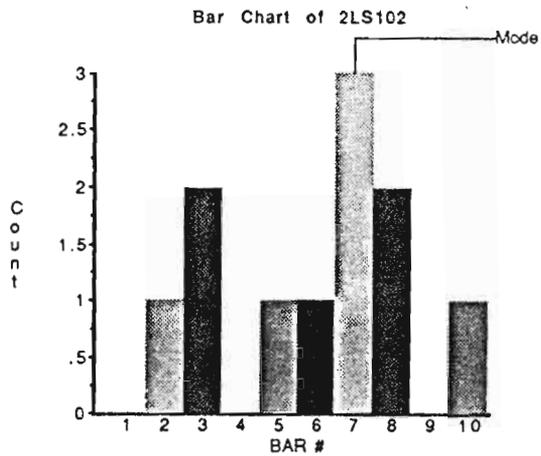
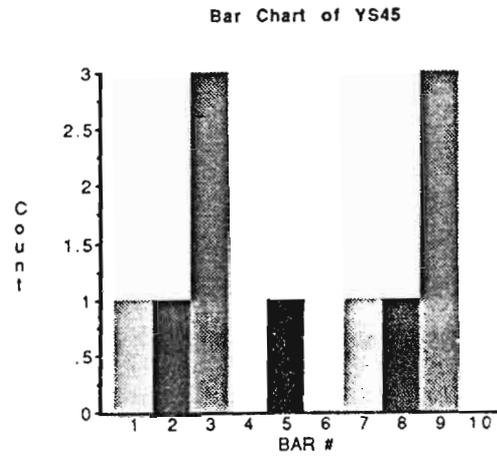
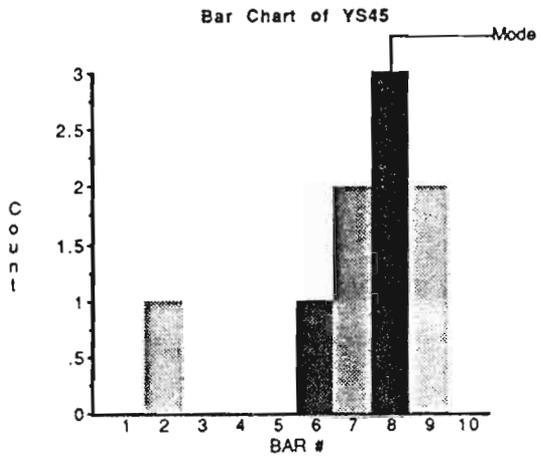
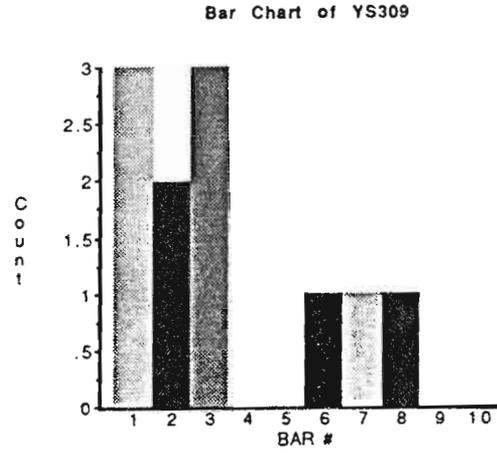
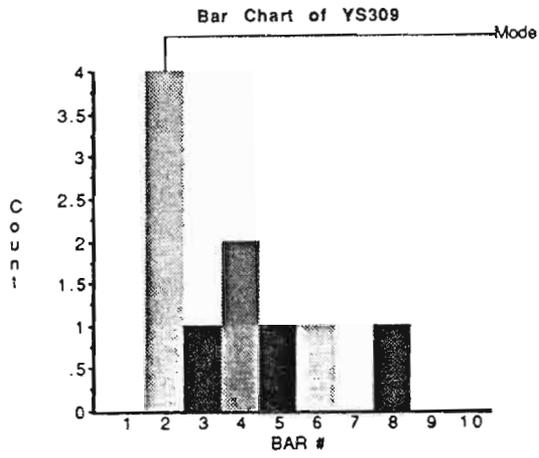
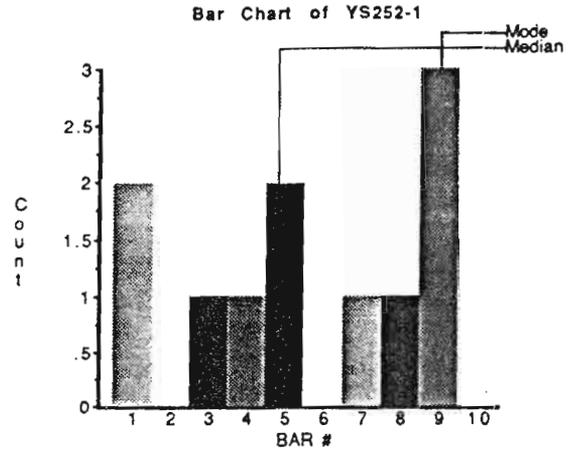
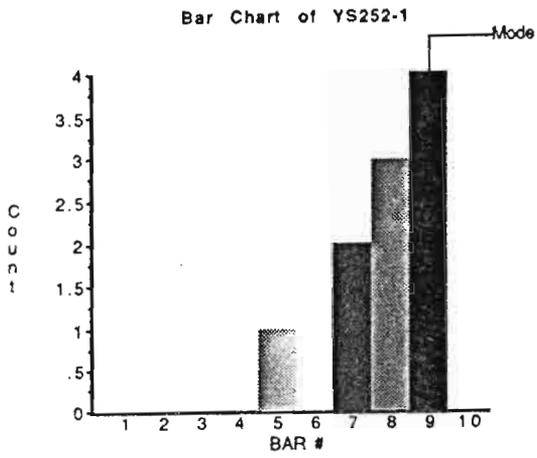


Bar Chart of YS138-3



Bar Chart of YS138-3

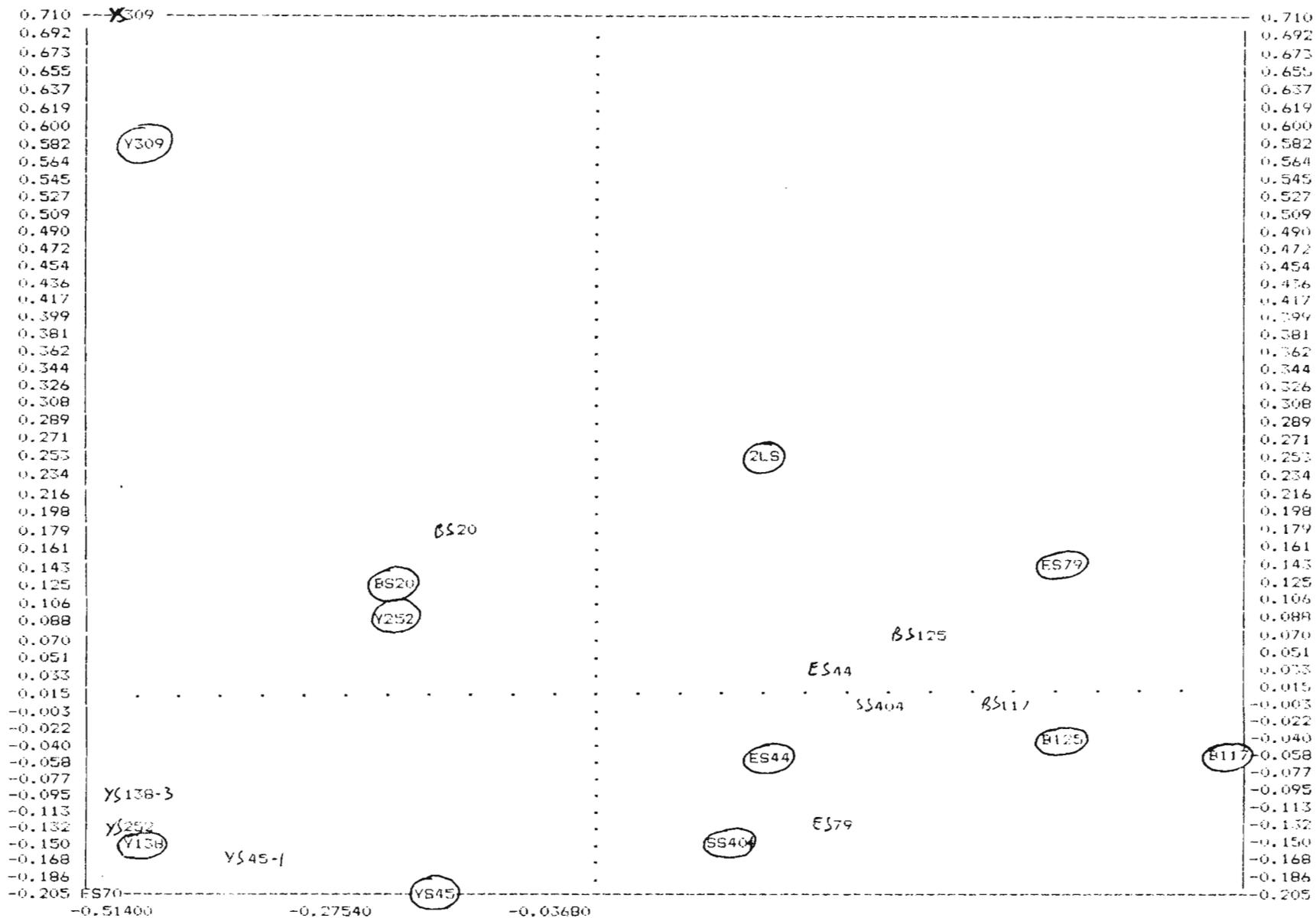




## 2) COMPORTEMENT COMME PARENT MALE

La CAH (figure 6) fait clairement apparaître la distinction Indica/japonica. Les variétés indica, excepté BS20, constituent un premier groupe, très homogène.

Le reste des variétés forme un groupe plus hétérogène dans lequel YS309 se distingue particulièrement.



POINTS MULTIPLES PAR COUPLES

Point vu	Point cache	Abscisse	Ordonnee
Y138	70	-0.471	-0.150

FIGURE 4: PLAN 1-2 DE L'AFK REALISEE SUR LE TABLEAU DES FERTILITES HYBRIDES (Tableau 2).

Le nom des variétés est entouré lorsqu'elles sont considérées comme géniteurs femelles, non entouré en géniteur mâle.

FIGURE 5: CLASSIFICATION ( CAH) DES VARIETES POUR LEUR PROFIL  
 SPECIFIQUE DE COMPATIBILITE HYBRIDE:  
 COMPORTEMENT COMME *GENITEUR FEMELLE*.

EMPLACEMENT DU DENDROGRAMME

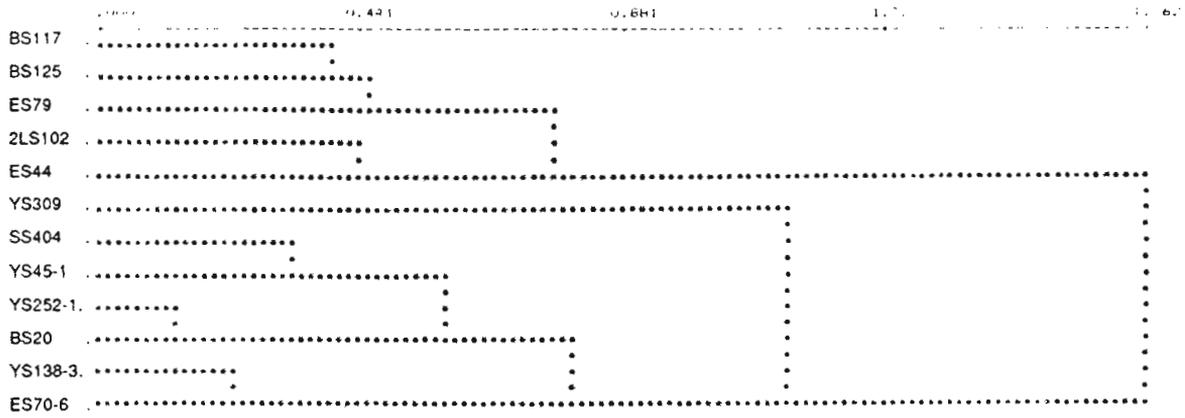
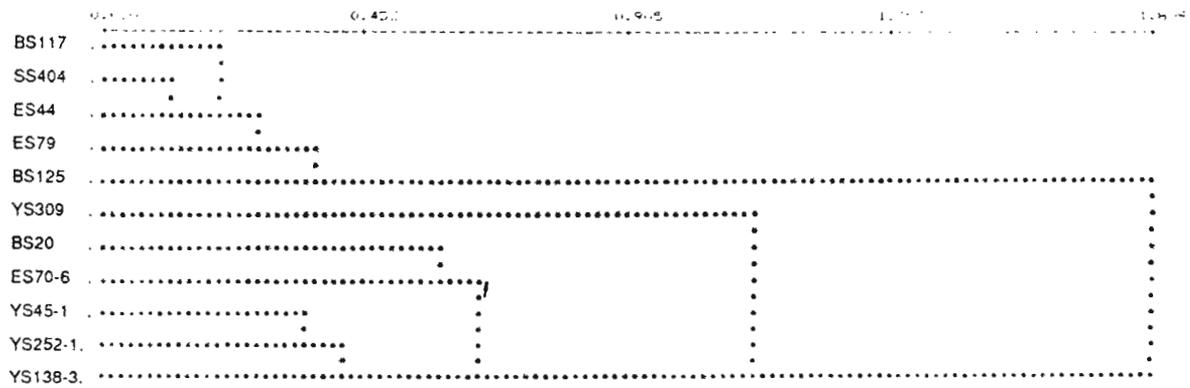


FIGURE 6: CLASSIFICATION ( CAH) DES VARIETES POUR LEUR PROFIL  
 SPECIFIQUE DE COMPATIBILITE HYBRIDE:  
 COMPORTEMENT COMME *GENITEUR MALE*.

EMPLACEMENT DU DENDROGRAMME



## DISCUSSION

1- Les différences de fertilité entre hybrides réciproques sont plus fréquentes dans notre échantillon qu'il n'est couramment rapporté (CLEMENT et POISSON 1986), puisqu'elles concernent environ un cinquième des croisements observés. Ceci a pour conséquence une classification différente des variétés selon leur comportement mâle ou femelle.

Les parents paraissant plus sujets que les autres aux effets réciproques sont les variétés Indica BS117 et BS125 ainsi que les variétés japonica YS252-1, YS309 et YS45-1. On remarquera que ces cinq variétés sont issues de la même zone géographique (Guinée Bissau et Guinée Conakry).

2) L'analyse des profils généraux de compatibilité hybrides permet de dégager une typologie des réactions en croisements. Deux grands types peuvent être établis : Profil continu et profil discontinu. Un profil continu signifie que la variété considérée réagit différemment selon le géniteur qui lui est confronté. Un profil discontinu signifie qu'il existe un nombre limité de réactions possibles (du moins dans l'échantillon utilisé).

3) L'analyse des profils spécifiques permet une classification du groupe des variétés indica. Le groupe indica apparaît extrêmement homogène dans son comportement mâle alors qu'il est bien structuré en 2 sous-groupes pour son comportement femelle. Le premier sous-groupe engendre des hybrides de fertilité très faible, voire nulle avec les variétés japonica. Les réactions du second sous-groupe sont plus modérées. Ces deux groupes pourraient correspondre à l'existence d'au moins 2 types cytoplasmiques.

4) Quel est l'apport de la classification sur critères enzymatiques à la prédiction des réactions de fertilité?

- la comparaison des zymogrammes et de la réaction au phénol met en évidence des variétés hors-norme telles YS309 et BS20. Le comportement en croisement de ces variétés est également hors-norme: faible compatibilité hybride pour YS309, forte pour BS20. Le géniteur 2LS102, bien qu'ayant également une trace d'introggression d'*O.longistaminata* se comporte comme un indica ordinaire.

- si l'on excepte donc BS20 et YS309, la classification indica japonica basée sur le profil enzymatique est retrouvée par le

comportement en parent mâle, mais n'apporte rien de plus par rapport à la réaction au phénol dans la mesure où elle ne permet pas d'affiner la prédiction de la fertilité F1. Ainsi, si on assimile la stérilité hybride à une distance entre variétés, cette distance n'apparaît pas corrélée à la distance enzymatique.

- La même remarque peut être faite, avec plus d'acuité encore, pour le comportement femelle. Le classement de la variété javanica YS45-1 parmi les variétés indica conforte l'idée qu'une classification sur les types cytoplasmiques ne recouvrerait pas une classification enzymatique.

5) Enfin, les mécanismes de compatibilité large apparaissent sensibles au sens de croisement. Seul BS20 est largement compatible et peu sensible au sens de croisement. Cette variété, qui correspond en fait à un type aus ,pourrait constituer la source d'un mécanisme intéressant à isoler et transférer.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOUGEROL B. (1987). Contribution à l'étude des relations génétiques entre les 2 espèces de riz cultivées en Afrique *O.glaberrima* Steud et *O.sativa* L.1) Etude d'hybrides F1 entre une variété d'*O.glaberrima* et un ensemble de variétés d'*O.sativa* . 2) Etude de quatre descendances de back-cross (*O.glaberrima* x *O.sativa*) x *O.sativa*.  
Rapport de stage de DEA, ORSTOM, Abidjan
- CLEMENT G., POISSON C. (1986). Les problèmes de la stérilité dans les croisements indica par japonica pour l'amélioration du riz (*O.sativa* L.). I- La recherche de la compatibilité hybride  
*L'Agronomie Tropicale* 41:27-36
- GHESQUIERE A. , SECOND G. (1983). Polymorphisme enzymatique et évolution d'*Oryza sativa* en Afrique.  
Réunion de la Société de Zoologie (Paris, Mai 83) :  
Electrophorèse et systématique.
- IKEHASHI H, ARAKI H (1987). Varietal screening for compatibility types revealed in F1 fertility of distant crosses in rice.  
*Japan. J. Breed.* (34) : 304-313
- KOCHKO de A. (1987). Isozymic variability of traditional rice *Oryza sativa* L. in Africa.  
*Theor. Appl. Genet.* (73) : 675-682.
- MONTENARIE M. (1986). Etude d'un tableau diallèle de croisements entre 4 variétés de riz. Observations des fertilités F1 et étude de quelques caractères quantitatifs.  
Rapport de stage, ORSTOM, Abidjan
- PHAM J.L. (1984). Hybridations intraspécifiques chez *O.sativa* L.  
Etude de quelques hybrides F1 et descendances F2.  
Rapport d'élève. ORSTOM, Abidjan