

# Efficacité des tests hybrides d'aptitude individuelle à la combinaison chez le cocotier : premiers résultats

R. BOURDEIX (1), A. SANGARE (2), J. P. LE SAINT (3), Y. P. N'CHO (4)

**Résumé.** — L'amélioration d'hybrides simples entre écotypes a été entreprise par l'IRHO en Côte d'Ivoire. Les plans de croisement unilatéraux étudient des individus de l'un des écotypes, l'autre servant de testeur. Les premiers résultats de six essais permettent d'estimer le gain génétique entre 20 à 30 %, pour une sélection des 7 à 8 % meilleurs géniteurs. Le progrès réalisé est essentiellement dû à l'amélioration du nombre de noix. Une sélection phénotypique préalable dans les écotypes semble efficace, mais ne peut remplacer le test de descendance. L'utilisation des hybrides améliorés se développera de façon prépondérante au cours de la prochaine décennie.

## INTRODUCTION

Les deux premières étapes de l'amélioration du cocotier en Côte d'Ivoire ont consisté à réunir en collection un grand nombre d'écotypes, puis à rechercher ceux qui se combinaient le mieux entre eux (de Nuce de Lamothe, 1970) [1]. Cette méthode mit en évidence l'existence d'une forte vigueur hybride chez le cocotier : l'effet d'hétérosis, bien que variable, est globalement très net. Les résultats ont permis la vulgarisation à l'échelle mondiale des meilleures combinaisons entre écotypes.

L'étape suivante du schéma d'amélioration débuta dès 1970 et consiste en l'amélioration séparée des hybrides les plus performants (Gascon et de Nucé de Lamothe, 1976 [2]) Elle s'inspire de la sélection récurrente réciproque (Comstock *et al.*, 1949 [3]) qui recherche l'amélioration simultanée de deux populations l'une par rapport à l'autre. Les premiers résultats de ce schéma permettant une estimation de son efficacité en terme de sélection pour le rendement, il nous a paru intéressant de les présenter ici.

## I. — MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 1. — Plans de croisement.

La phase de test comprend théoriquement deux types d'essais comparatifs correspondant à des plans de croisements complémentaires : des arbres de l'un des écotypes sont individuellement croisés avec un ensemble d'arbres de l'autre écotype, et inversement. L'étude des familles de demi-frères ainsi obtenues permet de déterminer les géniteurs de chaque écotype qui se combinent le mieux avec l'autre.

Nous avons simplifié le plan de croisement lorsque les deux écotypes présentaient des niveaux de variabilité très inégaux. En effet il semblait plus rentable — en termes de

progrès génétique — de tester individuellement un grand nombre d'individus de l'écotype le plus variable

Ainsi pour l'amélioration des hybrides de type Nain × Grand nous avons préféré tester l'aptitude à la combinaison de nombreux géniteurs Grands quitte à supprimer le test réciproque. la plupart des Nains de la collection de Port-Bouet, autogames et ayant probablement subi divers effets fondateurs, semblent très proches de la lignée pure. Dans ces conditions, la méthode s'apparente à une sélection sur famille de pleins-frères.

### 2. — Dispositifs expérimentaux.

Les dispositifs lattices, permettant la comparaison de multiples traitements, sont particulièrement adaptés aux tests de descendance.

L'un des premiers croisements améliorés fut l'hybride Grand Ouest Africain (GOA) par Grand de Polynésie (GPY) : 63 géniteurs GPY ont été individuellement testés en combinaison avec le GOA dans trois essais : PBGC 2.2, 2.3 et 13.

Les PBGC 2.2 et 2.3 testent des individus GPY contre une population de 384 Grands Ouest Africains : le plan de croisement ne permet pas de détecter de différences génétiques entre les parents africains, qui ont tous été utilisés comme arbres mères. Par contre l'essai PBGC 13 a été conçu de façon bilatérale : il étudie l'aptitude à la combinaison de 24 géniteurs Grands Ouest Africains avec autant de géniteurs de Polynésie. Les croisements ont été réalisés dans les deux sens. Chaque objet correspond cependant à un géniteur polynésien, les géniteurs GOA étant répartis aléatoirement. Le faible nombre de parents impliqués a entraîné un étalement des programmes de fécondations artificielles et une plantation de 150 parcelles élémentaires (lattice 5 × 5 répété 6 fois), en deux ans et à raison de 75 parcelles élémentaires par an.

Trois autres essais concernent l'amélioration des combinaisons suivantes :

- Nain Rouge de Malaisie croisé avec le Grand Rennell.
- Nain Jaune de Malaisie croisé respectivement avec le GOA et le GPY.

Le tableau I résume les caractéristiques des six essais présentés ci-dessus.

(1) Division Sélection IRHO/CIRAD, Boîte postale 5035, 34032 Montpellier Cedex (France).

(2) Directeur Adjoint de la station Marc Delorme, 07 Boîte postale 13, Abidjan (Côte d'Ivoire)

(3) Chef du Service Sélection de la station Marc Delorme, 07 Boîte postale 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire)

(4) Service Sélection de la station Marc Delorme, 07 Boîte postale 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire).

**TABLEAU I. — Dispositifs expérimentaux des six essais étudiés**

(*Experimental designs of the 6 trials studied*)

Numéro de l'essai ( <i>Trial number</i> )	Date de plantation ( <i>Planting date</i> )	Dispositif expérimental ( <i>Experimental design</i> )	Effectif des parcelles élémentaires ( <i>Number of experimental plots</i> )	Nombre de géniteurs testés ( <i>Number of parents tested</i> )
PBGC 2.2	GOA × GPY 1970	Lattice équilibré 5 × 5	8	24
PBGC 2.3	GOA × GPY	Lattice équilibré 4 × 4	7	15
PBGC 13	GOA × GPY 1975/76	Lattice équilibré 5 × 5	12	24
PBGC 15	NJM × GOA 1978	Lattice équilibré 4 × 4	12	15
PBGC 17	NJM × GPY 1977	Lattice équilibré 4 × 4	15	15
PBGC 20	NRM × GRL 1979	Lattice équilibré 4 × 4	12	15

Chaque essai comprend un témoin. Le Grand Ouest Africain dans les essais PBGC 2.2, 2.3, 13 et l'hybride PB 121 dans les autres cas (*Each trial includes a control the West African Tall in trials PBGC 2.2, 2.3 and 13 and the PB 121 hybrid in the other trials*).

## II. — PREMIERS RÉSULTATS

### 1. — Les tests de descendance.

Le tableau II présente le progrès génétique observé sur le coprah par arbre selon deux pressions de sélection, l'une forte, correspondant au choix du ou des 2 meilleurs croisements selon l'essai (6,6 ou 8,3 % des descendance retenues), l'autre faible, correspondant au choix des 3 ou 5 meilleurs croisements (taux de sélection de 20 %).

Le progrès génétique réalisé grâce aux tests de descendance décrits oscille entre 20 et 30 % pour une forte pression de sélection. Cette estimation repose sur une amélioration unilatérale, les individus de l'écotype le plus variable étant testé avec l'autre écotype considéré comme homogène.

Dans le cas du PBGC 13, il est possible de calculer le gain réalisable par sélection sur les descendance de GOA. Cependant comme le coprah par noix a été mesuré par parcelle élémentaire et non individuellement, l'estimation porte uniquement sur le nombre de noix. Les deux meilleures descendance de Grand Ouest Africain ont une production de noix supérieure de 10,3 % à la moyenne. Un calcul similaire par descendance polynésiennes aboutit au chiffre de 31,0 %. L'amélioration attendue par sélection des géniteurs africains reste comparativement faible.

Le Grand Ouest Africain, remarquablement homogène, est considéré comme un écotype à faible variabilité. Dans l'essai PBGC 13, les GOA sont croisés avec un testeur GPY très hétérogène qui masque les différences entre descendance. D'autre part le dispositif est conçu pour détecter plus précisément les différences entre géniteurs polynésiens.

Dans l'essai PBGC 15 le progrès génétique bien qu'important (19 % sur le coprah par arbre) est légèrement inférieur à celui des autres essais, et confirme l'homogénéité relative du GOA. Cependant parmi les géniteurs testés, douze se

**TABLEAU II. — Progrès génétique réalisé grâce aux tests de descendance hybrides.**

**Comparaison avec une sélection phénotypique additionnelle**

(*Genetic progress achieved through hybrid progeny tests. Comparison with additional phenotypic selection*)

Numéro de l'essai ( <i>Trial number</i> )	Pourcentage de descendance retenues ( <i>Percentage of progenies chosen</i> )	Gain génétique (%) selon deux types de sélection : (coprah par arbre) ( <i>Genetic gain depending on 2 types of selection - copra/tree</i> )	
		sur la valeur phénotypique des parents (based on phenotypic values of parents)	sur tests de descendance (based on progeny tests)
PBGC 2.2	8.3 20.8	8.0 2.0	29.6 24.6
PBGC 2.3	8.7 20.0	0.0 1.3	21.9 17.6
PBGC 13	8.3 20.8	- 2.5 - 1.9	28.3 22.7
PBGC 15	6.7 20.0	10.2 3.9	19.0 11.8
PBGC 17	6.7 20.0	13.4 2.3	29.5 20.4
PBGC 20	6.7 20.0	25.1** 4.2	26.0 19.5

PBGC 2.2 : Nombre de noix 9-12 ans, coprah par noix 8-11 ans.  
PBGC 2.3 : (Number of nuts) 9-12 (years), (copra/nut) 8-11 (years)  
PBGC 13 : — 8-10 — , — 6-9 —  
PBGC 15 : — 4-8 — , — 5-8 —  
PBGC 17 : — 4-9 — , — 5-8 —  
PBGC 20 : — 4-7 — , — 5-7 —

\*\* Estimation, quelques géniteurs n'ayant pas été évalués pour le coprah par noix (*Estimate, as a few parents were not assessed for copra/nut*).

répartissent en quatre familles de plein-frères, issus de parents sélectionnés phénotypiquement puis intercroisés. Cet apparemment a peut-être réduit artificiellement les écarts entre lignées.

A l'opposé le Grand de Polynésie montre un fort potentiel d'amélioration, qu'il soit croisé avec un écotype Nain ou Grand.

### 2. — Efficacité de la sélection phénotypique.

#### Sélection phénotypique préalable au test.

Les géniteurs choisis pour les tests ont été préalablement sélectionnés sur leurs caractéristiques phénotypiques : si cette première sélection a été efficace, l'amélioration réalisée doit être supérieure à celle révélée par le test de descendance.

Dans le cas de l'essai PBGC 15, il est possible, grâce au témoin, d'estimer le gain génétique dû à cette première sélection phénotypique. Le témoin, constitué d'hybrides NJM × GOA issus de pollinisation assistée, est inférieur de 7,3 % à la moyenne des quinze descendance NJM × GOA. On a donc réalisé une amélioration de 7,3 % par sélection

phénotypique dans la population, puis de 19,0 % grâce au test de descendance. La part de la sélection phénotypique, comparativement faible, reste non négligeable.

#### Efficacité d'une sélection phénotypique additionnelle.

Il est intéressant de se demander quels seraient les résultats si, au lieu d'un test de descendance, nous avons uniquement effectué une sélection phénotypique des géniteurs les plus performants.

Grâce aux caractéristiques de production des pollinisateurs, il est possible de simuler une seconde sélection phénotypique dans l'échantillon des géniteurs retenus pour le test. Le tableau II permet de comparer le progrès réalisé grâce aux tests de descendance à celui qui aurait été obtenu par une nouvelle sélection phénotypique sur le rendement.

Pour les fortes pressions de sélection, l'efficacité moyenne du second choix phénotypique est faible, comparée à celle des tests de descendance : de l'ordre de 9 % d'amélioration contre 26 %. La faible répétabilité des résultats rend une sélection uniquement phénotypique dangereuse : si dans certains cas celle-ci permet un gain de l'ordre de 25 %, dans d'autres la descendance du géniteur le plus productif est inférieure à la moyenne de l'essai.

#### Il convient cependant de tempérer ces résultats.

Tout d'abord l'évaluation phénotypique n'est pas toujours très précise : du fait de leur utilisation intensive dans les programmes d'amélioration, les arbres subissent des fécondations artificielles avant que leurs caractéristiques soient bien connues. Ces fécondations perturbent la production de façon incontrôlée, et peuvent modifier le classement des géniteurs. Même si l'évaluation ultérieure exclut les périodes de croisement, des biais subsistent. Néanmoins l'alternative consiste à accepter ce biais ou à renoncer à toute évaluation phénotypique : la simulation conserve donc une valeur expérimentale pratique.

En outre les géniteurs des tests de descendance ont été préalablement sélectionnés : nous ne testons pas l'efficacité d'une sélection phénotypique dans l'intégralité d'une population mais dans un échantillon constitué des meilleurs arbres de cette population. L'échantillonnage introduit un biais en diminuant artificiellement la variabilité phénotypique.

Cet exemple démontre cependant qu'une sélection sévère sur les caractéristiques parentales ne peut en aucun cas remplacer un test de descendance. La meilleure stratégie consiste à sélectionner de bons géniteurs dans les écotypes puis à tester individuellement chacun d'entre eux.

### 3. — Partition du progrès génétique selon les composantes du rendement.

Il est possible de comparer les descendance sélectionnées à la moyenne pour certaines composantes du rendement : nombre de régimes et de noix, coprah par noix. Comme le montre le tableau III, le progrès réalisé sur le rendement s'explique essentiellement par l'augmentation du nombre de noix ou, plus précisément, du nombre de noix par régime : le coprah par noix des meilleures descendance n'a pas été amélioré, et le nombre de régimes l'a peu été.

## III. — DISCUSSION

Comme on pouvait s'y attendre chez une plante allogame (écotypes grands) et dont l'amélioration est encore récente,

TABLEAU III. — Comparaison des meilleures lignées à la moyenne de la population pour les composantes du rendement (Comparison of the best lines with the mean of the population for yield components)

Numéro de l'essai (Trial number)	Pourcentage de descendance retenues (Percentage of progenies chosen)	Gain sur le rendement et diverses composantes (pourcentage) (Gain based on different components - percentage)			
		C/A (C/R)	NR (BN)	NN	C/N
PBGC 2.2	8.3	30	2	29	0
	20.8	25	3	25	-1
PBGC 2.3	6.7	22	3	25	-4
	20.0	18	2	19	-1
PBGC 13	8.3	28	5	28	-1
	20.8	23	-0	24	-3
PBGC 15	6.7	19	-1	21	-2
	20.0	12	0	14	-2
PBGC 17	6.7	30	8	33	-3
	20.0	20	6	18	2
PBGC 20	6.7	26	2	27	-1
	20.0	20	0	24	-4

NN : Nombre de noix (Number of nuts)

C/A : Coprah/arbre (copra/tree)

NR : Nombre de régimes (Bunches number)

C/N : Coprah par noix (copra/nuts)

PBGC 2.2	Noix et régimes	9-12 ans,	coprah par noix	8-11 ans
PBGC 2.3	(Nuts and bunches)	9-12 (years),	(copra/nut)	8-11 (years)
PBGC 13	—	8-10	—	6-9
PBGC 15	—	4-8	—	5-8
PBGC 17	—	4-9	—	5-8
PBGC 20	—	4-7	—	5-7

un important progrès génétique s'avère réalisable. La variabilité intra-écotype permet, en une génération, une amélioration du rendement de l'ordre de 30 %.

La sélection phénotypique sur le rendement, bien qu'efficace, s'avère nettement moins performante que la méthode des tests de descendance. D'autres éléments, qui feront l'objet d'une prochaine publication, laissent à penser que cet état de fait résulte de la faible héritabilité au sens strict du rendement, plutôt que d'éventuels effets d'aptitudes spécifiques à la combinaison. Les différences relatives de comportement en hybridation s'expliqueraient, dans le cas du cocotier, essentiellement par des effets additifs.

Le nombre de noix s'avère, d'un point de vue génétique, la composante prépondérante du rendement. Ceci confirme les observations réalisées sur les croisements entre écotypes (Meunier, 1984, [4]) La forte corrélation négative entre coprah par noix et nombre de noix explique, qu'apparemment, aucune amélioration n'est réalisée sur le coprah par noix.

#### Les implications sur la production de semences : une nouvelle génération de semences améliorées.

L'important progrès génétique réalisé débouche sur des applications directes au niveau de la production de semences : la méthode permet une vulgarisation rapide des résultats expérimentaux.

La production de semences est assurée grâce à l'autofé-

condation des géniteurs retenus pour les tests d'aptitudes individuelles. Ces autofécondations, dont le rôle est essentiellement multiplicatif, ont été réalisées suffisamment tôt pour pouvoir être en production au moment où les résultats des tests comparatifs d'hybrides sont connus avec précision.

Ainsi environ 100 plants issus d'autofécondation, pour chacun des géniteurs testés, ont été plantés dans des « champs de multiplication ». Ils fourniront le pollen nécessaire à la production de semences. Aucune sélection n'est prévue sur ces autofécondations, pour garantir la reproduction conforme du croisement initial.

La méthode, comme tous les tests de descendance, permet dans une certaine mesure de choisir le gain génétique selon l'intensité de sélection. Ainsi, pour la production de semences, une sélection drastique fournira le progrès maximum : si la quantité de pollen n'est pas limitante, les semences seront produites à partir des autofécondations du meilleur géniteur. Par contre la poursuite du programme d'amélioration, qui exige une préservation de la variabilité, utilisera des intensités de sélection plus faibles.

L'avantage de cette méthode tient au fait que les semences seront produites sur les champs semenciers d'arbres-mères déjà installés : seul le pollen change d'un cycle à l'autre. Cette technique permet de produire des semences améliorées tout en valorisant les investissements préalablement réalisés [5].

#### IV. CONCLUSION

##### Un progrès génétique déterminant.

Les tests d'aptitude individuelle à la combinaison fourniront dans les prochaines années un matériel supérieur de 20 à 30 % aux hybrides actuellement vulgarisés. Cette amélioration sera réalisée à moindre coût puisque les champs semenciers nécessaires à la production de semences sont déjà mis en place. L'utilisation de ces semences de deuxième génération se développera de façon prépondérante au cours de la prochaine décennie.

D'un point de vue méthodologique, les résultats démontrent qu'une sélection sévère sur les caractéristiques parentales ne peut en aucun cas remplacer un test de descendance. La meilleure stratégie consiste à sélectionner de bons géniteurs dans les écotypes puis à tester individuellement chacun d'entre eux. Cette méthode permet, en outre, de déceler des combinaisons hybrides tolérantes à certaines maladies ; c'est ainsi qu'en Côte d'Ivoire la lutte génétique contre les parasites *Dsechslera* (Helminthosporiose des feuilles) et *Phytophthora hevea* (chute des noix immatures) peut dès à présent être envisagée [6].

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. de NUCE de LAMOTHE (1970) — Application du principe des croisements interorigines au cocotier. Premiers résultats obtenus en Côte d'Ivoire. *Oléagineux*, 25, N° 4, pp 207-210.
- [2] R. E. COMSTOCK, H. F. ROBINSON, P. H. HARVEY (1949) — A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific ability. *Agron. J.*, 41, pp 360-367.
- [3] J. P. GASCON, M. de NUCE de LAMOTHE (1970) — Amélioration du cocotier méthodes et suggestions pour une coopération internationale. *Oléagineux*, 31, N° 1, pp 479-482.
- [4] J. MEUNIER, A. SANGARE, J. P. LE SAINT, F. BONNOT (1984). — Analyse génétique des caractéristiques du rendement chez quelques hybrides de cocotier *Cocos nucifera* L. *Oléagineux*, 39, N° 12, pp 581-584.
- [5] W. WUIDART, F. ROGNON (1981). — La production de semences de cocotier. *Oléagineux*, 36, N° 3, pp 131-137.
- [6] H. de FRANQUEVILLE, G. de TAFFIN, A. SANGARE, J. P. LE SAINT, M. POMIER, J. L. RENARD (1989) — Mise en évidence de caractères de tolérance au *Phytophthora heveae* chez le cocotier en Côte d'Ivoire. *Oléagineux*, 44, N° 2, pp 93-103.

#### SUMMARY

##### Effectiveness of individual combining ability tests on hybrid coconuts. Initial results.

R. BOURDEIX, A. SANGARE, J. P. LE SAINT, Y. P. N'CHO, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 5, p 209-214.

Improvement of simple hybrids between ecotypes has been undertaken by IRHO in Côte d'Ivoire. The unilateral crossing plans study individuals from one of the ecotypes, with the other used as a tester. The initial results from 6 trials make it possible to estimate a genetic gain of 20 to 30 % for selection of the best 7 to 8 % of parents. The progress achieved is basically due to improvement in the number of nuts. Prior phenotypic selection within the ecotypes seems to be effective, but cannot replace the progeny test. The use of improved hybrids will develop substantially over the next decade.

#### RESUMEN

##### Eficacia de las pruebas híbridas de habilidad combinatoria individual en el cocotero : primeros resultados.

R. BOURDEIX, A. SANGARE, J. P. LE SAINT, Y. P. N'CHO, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 5, p 209-214.

El IRHO acometió en Côte d'Ivoire el mejoramiento de híbridos sencillos entre ecotipos. Los planes unilaterales de cruzamiento estudian individuos de uno de los ecotipos, utilizándose el otro como « tester ». Los primeros resultados de seis pruebas permiten evaluar la ganancia genética en un 20 a un 30 %, con una selección de un 7 a un 8 % entre los mejores genitores. El progreso logrado se debe principalmente a la mejora del número de nueces. Una selección fenotípica previa en los ecotipos parece eficaz, pero no puede sustituir la prueba de descendencias. La utilización de los híbridos mejorados se desarrollará con prioridad en el próximo decenio.

# Effectiveness of individual combining ability tests on hybrid coconuts : initial results

R. BOURDEIX (1), A. SANGARE (2), J. P. LE SAINT (3), Y. P. N'CHO (4)

## INTRODUCTION

The first two stages in coconut improvement in Côte d'Ivoire consisted in bringing together a collection containing a large number of ecotypes, then in finding those which combined best with each other (de Nucé de Lamothe, 1970) [1]. This method brings out the existence of considerable hybrid vigour in coconut : whilst the heterosis effect is variable, it is very distinct overall. The results have enabled worldwide extension of the best combinations between ecotypes.

The next stage of the improvement scheme began as early as 1970 and involves the separate improvement of those hybrids with the best performance (Gascon and de Nucé de Lamothe, 1976) [2]. It is based on reciprocal recurrent selection (Comstock *et al.*, 1949) [3] which is intended to simultaneously improve two populations with respect to each other. The initial results in this scheme have made it possible to estimate its effectiveness in terms of selection based on yields and we felt it worthwhile presenting these results here.

## I. — MATERIAL AND METHOD

### 1. — Crossing Plans.

In theory, the test phase includes two types of comparative trial with complementary crossing plans : trees from one of these ecotypes are individually crossed with a set of trees from the other ecotype, and vice versa. A study of the half-sib families obtained in this way makes it possible to determine which parents from each ecotype combine best with the other.

When the two ecotypes revealed very unequal variability levels, we simplified the crossing plan. In fact, in genetic progress terms, it seemed more profitable to proceed with the individual testing of a large number of individuals from the most variable ecotype.

Hence, for the improvement of Dwarf  $\times$  Tall type hybrids, we preferred testing the combining ability of a large number of Tall parents, even if it meant abandoning the reciprocal test : most of the Dwarfs in the Port-Bouet collection, which are self-fertilized and have probably undergone various founding effects, seem to be very close to the pure line. Under these conditions, the method is related to selection based on full-sib families.

### 2. — Experimental designs.

Lattice designs, which enable the comparison of multiple treatments, are particularly suitable for progeny tests.

One of the first improved crosses was the West African Tall (WAT)  $\times$  Polynesia Tall (PYT) hybrid. 63 PYT parents have been individually tested with the WAT in three trials : PBGC-2 2, 2 3 and 13.

Trials PBGC-2 2 and 2 3 test PYT individuals in relation to a population of 384 West African Talls ; the crossing plan does not make it possible to detect genetic differences between African parents, which were all used as mother-trees. However, trial PBGC-13 has a bilateral design, it studies the combining ability of 24 West African Talls with the same number of Polynesia Talls. Crosses were carried out in both directions. Nonetheless, each treatment corres-

ponds to a Polynesian parent with the WAT parents randomly distributed. The low number of parents involved led to hand pollination programmes being spread out over time, with planting over a period of two years at a rate of 75 elementary plots a year.

The other three trials improve the following combinations :

- Malayan Red Dwarf crossed with Rennell Tall
- Malayan Yellow Dwarf crossed with WAT and PYT respectively.

Table I summarizes the characteristics of the six trials mentioned above.

## II. — INITIAL RESULTS

### 1. — Progeny tests.

Table II shows the genetic progress observed for copra per tree depending on two levels of selection pressure, one high — corresponding to the choice of the best one or two crosses according to the trial (6.6 or 8.3 % of the progenies chosen), the other low — corresponding to the choice of the best 3 or 5 best crosses (20 % selection rate).

The genetic progress achieved through the progeny tests described fluctuates between 20 and 30 % for high selection pressure. This estimate is based on unilateral improvement, with the individuals of the most variable ecotype being tested with the other ecotype considered to be homogeneous.

In the case of PBGC-13, it is possible to calculate potential gain through selection based on the WAT progenies. However, since copra/nut has been measured per elementary plot and not individually, estimates are based solely upon the number of nuts. The nut production of the best two WAT progenies is 10.3 % higher than average. A similar calculation per Polynesian progeny leads to a figure of 31.0 %. The improvement expected from the selection of African parents remains comparatively low.

The West African Tall, which is remarkably homogeneous, is considered to be a low variability ecotype. In trial PBGC-13, the WATs are crossed with a very heterogeneous PYT tester, which masks the differences between progenies. In addition, the experimental layout is designed to detect more accurately the differences between polynesian parents.

In trial PBGC-15, although genetic progress is substantial (19 % for copra/tree), it is slightly less than that in the other trials and confirms the relative homogeneity of the WAT. However, out of the parents tested, twelve can be divided up into four full-sib families, obtained from parents selected phenotypically and then crossed with each other. This relationship may have artificially reduced the differences between lines.

On the other hand, the Polynesia Tall reveals high improvement potential, whether crossed with a Dwarf ecotype or a Tall ecotype.

### 2. — Effectiveness of phenotypic selection.

#### Phenotypic selection prior to testing.

The parents chosen for the tests were selected beforehand according to their phenotypic characteristics, whilst this initial selection was effective, the improvement achieved needs to be greater than that revealed by the progeny test.

In trial PBGC-15, the control makes it possible to estimate the genetic gain due to this initial phenotypic selection. The control, which is made up of MYD  $\times$  WAT hybrids obtained through assisted pollination, is 7.3 % inferior to the average of fifteen MYD  $\times$  WAT progenies. Improvement of 7.3 % was therefore achieved through phenotypic selection within the population, then 19.0 % through the progeny test. Whilst comparatively small, the role played by phenotypic selection still remains not inconsiderable.

(1) IRHO-CIRAD Breeding Division, BP 5035, 34032 Montpellier cedex (France)

(2) Assistant Director, Marc Delorme station, 07 BP 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire).

(3) Head of Breeding Service, Marc Delorme station, 07 BP 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire)

(4) Breeding Service, Marc Delorme station, 07 BP 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire).

#### Effectiveness of additional phenotypic selection.

It would be interesting to find out what the results would be if phenotypic selection had been carried out on the parents with the best performance, rather than testing progenies.

The production characteristics of the pollenizers make it possible to simulate further phenotypic selection within the sample of parents chosen for the test. Table II enables a comparison to be made between the progress obtained through progeny tests with that which would have been obtained through further phenotypic selection based on yields.

For high selection pressure levels, mean effectiveness for the second phenotypic choice is low compared to that in progeny tests : around 9 % improvement as opposed to 26 %. Low result repeatability makes it dangerous to apply phenotypic selection only ; whilst it enables a gain of 25 % to be made in certain cases, in other cases the progeny of the highest-yielding parent is inferior to the mean of the trial

#### Nonetheless, these results need to be placed in context.

First of all, phenotypic evaluation is not always very accurate , given their intensive use in improvement programmes, the trees undergo hand pollination before their characteristics are well known. Such hand pollination leads to the uncontrolled disruption of production and can modify parent classification. Even if later assessment excludes crossing periods, bias still remains. Nonetheless, the alternative consists in accepting this bias or abandoning all phenotypic assessment ; simulation therefore retains its practical experimental value.

In addition, the parents used in the progeny tests have undergone prior selection ; we do not test the effectiveness of phenotypic selection throughout a population, but merely within a sample made up of the best trees in this population. Sampling introduces bias by artificially reducing phenotypic variability.

This example shows, however, that stringent selection based on parental characteristics can in no way replace the progeny test. The best strategy consists in selecting good parents within the ecotypes, then testing each of them individually.

### 3. — Distribution of genetic progress depending on yield components.

It is possible to compare selected progenies with the mean for certain yield components — number of bunches and nuts, copra/nut. Table III shows that the progress attained with respect to yield can basically be explained through the increase in nut number or, more precisely, the number of nuts per bunch ; the copra/nut of the best progenies has not been improved and the number of bunches is only slightly improved..

### III. — DISCUSSION

As could be expected with an allogamous plant (Tall ecotypes), whose improvement is only recent, considerable genetic progress proves to be feasible. Between-ecotype variability enables yield improvements of around 30 % to be obtained within one generation.

Whilst phenotypic selection based on yield is effective, it proves to be clearly less productive than the progeny test method. Other elements, which will be covered in a pending publication, suggest

that this state of affairs results from low yield heritability, in the strict sense of the term, rather than from possible effects of specific combining ability. For coconut, the differences relative to performance in hybridization would seem to come mainly from additive effects

From a genetic point of view, nut number proves to be a predominant yield component. This confirms the observations made on crosses between ecotypes (Meunier, 1984) [4]. The strong negative correlation between copra/nut and nut number explains why there is no apparent improvement as far as copra/nut is concerned.

#### Implications for seed production : a new generation of improved seeds.

The considerable genetic progress made leads to direct applications at seed production level ; the method enables rapid extension of experimental results.

Seed production is ensured through the selfing of the parents chosen for individual aptitude tests. These selfs, which play a mainly multiplicative role, are carried out early enough for them to start bearing at the moment the results of the hybrid comparative trials are accurately known.

Thus, approximately 100 seedlings, obtained by selfing for each of the parents tested, have been planted in « multiplication trials ». They will provide the pollen required for seed production. No selection is planned on these selfs, so as to guarantee that the reproductions conform to the initial cross.

To a certain extent, as with all progeny tests, this method makes it possible to choose genetic gain in accordance with selection intensity. Thus, for seed production, very intensive selection will provide maximum progress ; if the quantity of pollen is not a limiting factor, seeds will be produced from the selfs of the best parent. On the other hand, continuation of the improvement programme, which requires that variability be maintained, will involve lower selection intensities.

The advantage of this method is that seeds will be produced in already existing mother-tree seed gardens ; only the pollen changes from one cycle to the next. This technique makes it possible to produce improved seeds while valorizing the investment already made [5]

### IV. — CONCLUSION

#### Determinative genetic progress.

Over the next few years, individual combining ability tests will provide planting material which is 20 to 30 % superior to current widely available hybrids. This improvement will cost less, because the seed gardens required for seed production exist already. Utilization of these « second generation » seeds will develop enormously over the next decade.

From a methodological point of view, results show that stringent selection based on parental characteristics can in no way replace the progeny test. The best strategy consists in selecting good parents within ecotypes, then testing each of them individually. In addition, this method also brings out hybrid combinations which are tolerant to certain diseases ; it is in this way that genetic control of the parasites *Drechslera* (*Helminthosporium* leafspot) and *Phytophthora heveae* (premature nut-fall) can now be envisaged in Côte d'Ivoire [6]

