

Etude de l'influence du sens du croisement sur la production de huit hybrides de cocotier entre écotypes Nains et Grands

Study of effect of the crossing direction on the yields of eight coconut hybrids between Dwarf and Tall ecotypes

R. BOURDEIX, Y.P. N'CHO, A. SANGARE⁽¹⁾

Résumé. — La valeur d'un hybride simple peut s'avérer différente selon le sens dans lequel est effectué le croisement. L'analyse d'un essai d'aptitude à la combinaison entre écotypes de cocotiers montre cependant que pour huit hybrides entre écotypes Nains et Grands, il n'existe pas d'effet significatif du sens de croisement sur le nombre de noix à l'âge adulte (production 9-14 ans). Dans certains cas, le délai plantation-floraison et la production au jeune âge semblent influencés par le sens du croisement. Chez l'hybride Nain Rouge Malaisie × Grand Rennell, les croisements sur arbre-mère Nain paraissent plus productifs au jeune âge (moyenne 5-8 ans). Dans le cas de l'hybride Nain Vert Guinée Equatoriale × Grand Malaisie la situation est inverse. Cependant ces différences ne sont vraisemblablement que des artefacts induits par les différences d'âge des plants au moment de la plantation. Les biais d'échantillonnage liés à la variabilité intra-écotype ont pu aussi jouer un rôle. L'étude confirme cependant qu'il n'existe pas d'inconvénient à employer les Nains comme arbres-mères pour la production des hybrides d'intérêt économique suivants : Nain Jaune Malais × Grand Ouest Africain (PB121 ou MAWA), Nain Jaune Malais × Grand Polynésie (PB122) et Nain Rouge Malais × Grand Polynésie (PB132).

Mots clés. — Cocotier, amélioration génétique, sens de croisement, production, hybrides.

Summary — The value of a simple hybrid may prove to be different depending on the direction in which the cross was carried out. However, the analysis of a trial testing the combining ability between coconut ecotypes shows that for eight hybrids between Dwarfs and Talls, the crossing direction has no significant effect on the number of nuts produced by adult trees (production 9-14 years). In certain cases, the planting-flowering interval and production in young trees seem to be affected by the crossing direction. In the Malayan Red Dwarf × Rennell Tall hybrid, crosses onto the Dwarf mother-tree seem to be higher yielding when young (average 5-8 years). In the case of the Equatorial Guinea Green Dwarf × Malayan Tall hybrid, the situation is reversed. Nevertheless, these differences are probably only artefacts induced by the differences in plant age at the time they are planted. Sampling bias linked to within-ecotype variability may also play a role. However, the study confirms that there are no drawbacks to using Dwarfs as mother-trees for the production of the following economically worthwhile hybrids: Malayan Yellow Dwarf × West African Tall (PB 121 or MAWA), Malayan Yellow Dwarf × Polynesia Tall (PB 122) and Malayan Red Dwarf × Polynesia Tall (PB 132).

Key words. — Coconut, genetic improvement, crossing direction, yields, hybrids

INTRODUCTION

De nombreuses expériences réalisées sur des espèces très diverses ont montré que les caractéristiques d'un croisement peuvent varier selon le sens dans lequel il est effectué. La plante la plus étudiée est sans doute *Zea mays* L. pour laquelle l'écart de rendement entre un croisement et sa réciproque dépasse dans certains cas quarante pour cent (Abdalla, 1974). Deux mécanismes susceptibles d'expliquer ces variations ont été décrits : les effets maternels et l'hérédité cytoplasmique (Voir, par exemple, Jinks, 1964 et Strikberger, 1976).

Dans le cas du cocotier, les hybrides entre écotypes Nains et Grands sont généralement produits en utilisant le parent Nain comme femelle. Ce choix est lié à des raisons de nature pratique: la technique de pollinisation assistée, utilisée pour la production de semences, est plus facile à mettre en œuvre sur des arbres de petite taille (Nucé de Lamothe et Rognon,

INTRODUCTION

Numerous experiments conducted on very different species have shown that the characteristics of a cross can vary depending on the direction in which it was carried out. The most frequently studied plant is without doubt *Zea mays* L. for which the difference in yields between a cross and its reciprocal sometimes exceeds forty percent (Abdalla, 1974). Two mechanisms that might explain these variations have been described (e.g. Jinks, 1964 and Strikberger, 1976).

For coconut, hybrids between Dwarf and Tall ecotypes are usually produced by using the Dwarf parent as the female. This choice is made for practical reasons: the assisted pollination technique, used for seed production, is easier to implement on small trees (de Nuce de Lamothe and Rognon, 1972). In addition, yellow or red Dwarfs have a simple, genetically determined germ colour marker (Wuidart, 1981a;

(1) IRHO/Dpt Oléagineux de l'IDEFOR, Direction IRHO-CI - 01 - BP 1001 - Abidjan 01 - Côte-d'Ivoire

1972). D'autre part, l'existence chez les Nains Jaunes ou Rouges d'un marqueur de la couleur du germe à déterminisme génétique simple (Wuidart, 1981a ; Bourdeix, 1988) permet l'élimination de la majorité des semences illégitimes.

Selon certains auteurs, il existerait chez le cocotier des différences de production liées au sens du croisement, Nain × Grand ou Grand × Nain (Ramanathan, 1981 cité par Satyabalan, 1982). Sur la station Marc Delorme certains croisements entre Nains et Grands ont été réalisés dans les deux sens, et permettent donc de tester l'existence d'effets réciproques ou maternels. Il a paru intéressant de vérifier si le sens du croisement avait une influence sur la production des hybrides créés par l'IRHO en Côte-d'Ivoire.

MATERIEL ET METHODES

Dispositif expérimental

L'essai PBGC5 a été planté en 1971 sur la station de recherches Marc Delorme (Côte-d'Ivoire). Il compare dix hybrides entre écotypes Nains et Grands, auxquels s'ajoute un témoin constitué de Grand Ouest Africain. Les Grands Polynésie, Malaisie et Ouest-Africain sont croisés avec les Nains Jaune Malais, Rouge Malais, et Vert de Guinée Equatoriale. Le Grand Rennell est croisé avec le Nain Rouge Malais. Le dispositif expérimental de l'essai PBGC5 est en blocs incomplets (Cochran et Cox, 1950, plan n° 11-20 page 333) et comporte 6 répétitions avec 21 arbres par parcelle élémentaire (3 lignes de 7 arbres).

Les méthodes utilisées pour la mise en place de l'essai ont été détaillées dans plusieurs publications, qui concernent, en particulier, la technique de fécondation artificielle (Nucé de Lamothe *et al.*, 1980), la tenue d'un germoir (Wuidart, 1979a et 1981), la pépinière de plants en sac plastique (Rognon, 1971 ; Wuidart, 1979b), la plantation (Pomier, 1979 ; Duhamel, 1987) et la fumure (Coomans et Ochs, 1976 ; Ouvrier, 1984).

L'essai est planté sur un sol constitué de colluvions de sables tertiaires à 8-10 pour cent d'argile, pauvre en matière organique et en éléments minéraux. Une couverture de légumineuses rampantes (*Pueraria*, *Centrosema*) a été semée et s'est correctement implantée. Le climat, de type soudano-guinéen, se caractérise par deux saisons sèches dont l'une est plus marquée (3 à 4 mois). La densité de plantation est de 143 arbres à l'hectare.

Caractères étudiés

La production et la composition des noix ont été enregistrées selon des méthodes déjà décrites (Meunier *et al.*, 1977 ; Wuidart et Rognon, 1978).

Les caractères analysés sont les suivants :

- nombres de régimes et de noix, au jeune âge (5-8 ans) et à l'âge adulte (9-14 ans) ;
- précocité, exprimée comme le délai entre la plantation et l'apparition de la première spathe (mois) ;
- délai entre la récolte des noix issues de fécondation artificielle (F.A.) et l'apparition de la première spathe. Cette mesure peut être considérée comme une précocité "corrigée". En effet, le faible rendement des F.A. induit quelquefois des décalages. Dans certains cas les plants des différents croisements n'ont pas exactement le même âge lors de la plantation. L'estimation du délai entre la récolte des noix et la floraison permet de prendre en compte ce facteur de variation.

Bourdeix, 1988), meaning that most of the illegitimate seeds can be eliminated.

According to certain authors, coconut shows production differences linked to the crossing direction, Dwarf × Tall or Tall × Dwarf (Ramanathan, 1981 quoted by Satyabalan, 1982) At the Marc Delorme station, certain crosses between Dwarfs and Talls were carried out in both directions, thereby making it possible to test the existence of reciprocal or maternal effects. It seemed worth checking whether the crossing direction had an effect on the production of hybrids created by IRHO in Côte-d'Ivoire.

MATERIAL AND METHODS

Experimental design

Trial PBGC5 was planted at the Marc Delorme Research Station (Côte-d'Ivoire) in 1971. It compares ten hybrids between Dwarf and Tall ecotypes, to which is added a West African Tall control. The Polynesia Tall, Malayan Tall and West African Tall are crossed with Malayan Yellow, Malayan Red and Equatorial Guinea Green dwarfs. The Rennell Tall is crossed with the Malayan Red Dwarf. The experimental design for trial PBGC5 is incomplete blocks (Cochran and Cox, 1950, layout drawing No. 11-20, page 333) and comprises 6 replicates with 21 trees per elementary plot (3 rows of 7 trees).

*The methods used to set up the trial have been described in detail in several publications and involve, in particular, hand pollination (Nucé de Lamothe *et al.*, 1980), seed bed management (Wuidart, 1979a and 1981) seedling nurseries in polybags (Rognon, 1971 ; Wuidart 1979b), planting (Pomier, 1979 ; Duhamel, 1987) and fertilization (Coomans and Ochs, 1976 ; Ouvrier 1984). The planting density is 143 trees/hectare.*

*The trial was planted on soil made up of tertiary sand colluvions with 8-10 percent clay, poor in organic matter and mineral nutrients. A creeping cover crop (*Pueraria*, *Centrosema*) was sown and is well established. The Sudan-Guinea type climate is characterized by two dry seasons, one of which is longer than the other (3 to 4 months). Planting density is 143 trees per hectare.*

Characters studied

*Nut production and composition were recorded using methods already described (Meunier *et al.*, 1977, Wuidart and Rognon, 1978).*

The characters analyzed were as follows:

- *number of bunches and nuts, on young trees (5-8 years) and adult trees (9-14 years);*
- *precocity, expressed as the interval between planting and the appearance of the first spathe (months);*
- *interval between harvesting of nuts obtained by hand pollination (HP) and the appearance of the first spathe. This measurement can be considered as "corrected" precocity. In fact, low HP yield sometimes induces staggered spathe appearance. In some cases, the plants of different crosses are not exactly the same age when they are planted. Estimation of the interval between nut harvesting and flowering makes it possible to take this variation factor into account.*

Méthodes statistiques

Deux hybrides ont été obtenus de façon unilatérale : il s'agit du Grand Rennell × Nain Rouge Malaisie (Grand pris comme femelle) et du Nain Vert Guinée Equatoriale × Grand Ouest-Africain (Nain pris comme femelle) ; ils ont donc été exclus de l'analyse.

La répartition selon le sens du croisement est irrégulière d'un hybride à l'autre et même d'une parcelle élémentaire à l'autre. Certaines parcelles élémentaires ne contiennent qu'un seul type de croisement. Au total, 47 parcelles élémentaires contiennent des croisements réalisés dans les deux sens. Après élimination des morts, remplaçants et anormaux les 890 arbres étudiés se répartissent en 155 hybrides Nain × Grand (Nain utilisé comme femelle) et 735 Grand × Nain (dont le parent femelle est un Grand).

L'étude de l'influence du sens du croisement a été réalisée grâce à des analyses de variance à deux facteurs : parcelle expérimentale et sens de croisement. Pour chaque hybride, les parcelles expérimentales sont considérées comme des blocs contenant des croisements de deux types (Nain × Grand et Grand × Nain) représentés par des effectifs inégaux.

Statistical methods

Two hybrids were obtained unilaterally: Rennell Tall × Malayan Red Dwarf (Tall taken as female) and Equatorial Guinea Green Dwarf × West African Tall (Dwarf taken as female); they were therefore excluded from the analysis

Distribution according to the crossing direction is irregular from one hybrid to the next and even from one elementary plot to the next. Certain elementary plots only contain one type of cross. In all, 47 elementary plots contain crosses carried out in both directions. After elimination of dead and abnormal trees and replacements, the 890 trees studied break down into 155 Dwarf × Tall hybrids (Dwarf used as female) and 735 Tall × Dwarf hybrids (with a Tall female parent).

The study of the effect of the crossing direction involved a two-factor analysis of variance: experimental plot and crossing direction. For each hybrid, the experimental plots were considered as blocks containing two types of crosses (Dwarf × Tall and Tall × Dwarf), represented by different numbers of trees.

TABLEAU I. — Moyennes des différents hybrides entre écotypes selon le sens du croisement — (Means of the different between-ecotype hybrids depending on the crossing direction)

Croisements (Cross)	Sens (arbre mère) (Direction -mother tree-)	Effectif (Number)	Régimes jeune âge (Bunches young trees)	Noix jeune âge (Nuts young trees)	Régimes âge adulte (Bunches adult trees)	Noix âge adulte (Nuts adult trees)	Délai plantation floraison (Planting flowering interval)	Délai récolte floraison (Harvesting flowering interval)
NJM × GOA (MYD × WAT)	Nain (Dwarf)	26	13.06	98.19	14.85	107.32	44.31 (2)	62.88
	Grand (Tall)	96	12.18	98.90	14.70	111.75	47.69	62.82
NJM × GPY1 (MYD × PYT1)	Nain (Dwarf)	43	11.82	93.68	14.01	109.37	44.37 (1)	62.07
	Grand (Tall)	71	11.24	87.80	14.00	107.92	47.32	63.39
NJM × GML (MYD × MLT)	Nain (Dwarf)	6	11.79	93.21	14.92 (1)	114.86	49.00	64.33
	Grand (Tall)	108	10.46	78.85	13.94	99.87	49.78	63.78
NRM × GOA (MRD × WAT)	Nain (Dwarf)	12	12.69 (1)	83.69	14.32	98.17	44.50 (2)	64.92
	Grand (Tall)	106	11.54	72.68	14.44	93.29	49.25	63.35
NRM × GPY (MRD × PYT)	Nain (Dwarf)	39	12.07 (1)	91.24 (1)	14.29	103.38	43.69 (2)	62.03
	Grand (Tall)	69	11.25	80.48	13.93	96.57	47.62	62.32
NRM × GML (MRD × MLT)	Nain (Dwarf)	11	10.84	63.61	13.85	74.21	50.18	66.00
	Grand (Tall)	107	10.65	69.32	13.64	84.56	50.01	66.38
NVE × GPY1 (EGD × PYT1)	Nain (Dwarf)	7	10.57	81.79	13.86	96.33	53.14	59.57
	Grand (Tall)	74	10.38	82.27	13.38	96.68	51.07	59.77
NVE × GML (EGD × MLT)	Nain (Dwarf)	11	8.82 (1)	53.82 (1)	12.98 (1)	76.18	58.91 (2)	64.82
	Grand (Tall)	104	10.44	66.66	14.07	84.70	53.12	62.03

Régimes et noix jeune âge
(Bunches and nuts from young trees)

Régimes, noix et noix par régime âge adulte
(Bunches, nuts and nuts per bunch from adult trees)

Délai plantation floraison
(Planting flowering interval)

Délai récolte FA floraison
(HP harvesting-flowering interval)

exprimés par arbre et par an - Moyenne de 4 à 8 ans
expressed per tree and per year - Mean from 4 to 8 years)

exprimés par arbre et par an - Moyenne de 9 à 14 ans
expressed per tree and per year - Mean from 9 to 14 years)

délai entre la plantation et l'apparition de la première spathe (mois)
interval between planting and the appearance of the first spathe (month-)

délai entre la récolte de la noix issue de fécondation artificielle et la floraison de l'arbre issu de cette noix (mois)
interval between harvesting of the nuts obtained from hand pollination and flowering of the trees obtained from these nuts-month)

(1) et (2)
(1) and (2)

:Différence significative due au sens du croisement (aux seuils respectifs de 5 et 1%)
(Significant difference due to the crossing direction -at 5 and 1% threshold respectively-)

RESULTATS

Le tableau I compare les croisements Nain \times Grand et Grand \times Nain pour les différents hybrides entre écotypes.

Le délai plantation-floraison varie significativement avec le sens du croisement pour cinq hybrides : NJM \times GOA, NJM \times GPY, NRM \times GOA, NRM \times GPY et NVE \times GML. Dans les quatre premiers cas, les hybrides Nain \times Grand sont plus précoces (de 3,8 mois en moyenne). Dans le dernier, la situation est inverse avec un écart de 5,8 mois. Cependant, si on considère le délai entre la récolte des noix issues de FA et la floraison des arbres issus de ces noix, les écarts observés sont plus faibles (inférieurs à trois mois) et non significatifs.

Au jeune âge, le sens du croisement influe significativement sur la production pour trois hybrides : NRM \times GOA (régimes), NRM \times GPY et NVE \times GML (régimes et noix). Dans le cas de l'hybride NRM \times GPY les croisements Nain \times Grand ont produit 13 % de plus que les croisements réciproques (nombre de noix 5-8 ans). Pour l'hybride NVE \times GML la situation est inverse, les hybrides Grand \times Nain produisant 24 % de plus.

A l'âge adulte, il existe peu d'écarts significatifs dus au sens du croisement. Les différences portent uniquement sur le nombre de régimes par arbre et par an. Dans le cas de l'hybride NJM \times GML, les arbres dont le parent femelle est Nain ont émis un plus grand nombre de régimes (+7%). On observe la situation inverse pour l'hybride NVE \times GML (écart de 18%). Aucune différence significative n'est mise en évidence pour le nombre de noix, bien qu'il existe dans certains cas des écarts importants (15 % dans le cas de l'hybride NJM \times GML).

DISCUSSION

Les traitements comparés dans cette étude ne sont pas des croisements réciproques au sens vrai, puisqu'il s'agit de combinaisons entre populations et non entre individus. Dans certains cas (par exemple NJM \times GML) les effectifs sont déséquilibrés avec en particulier un faible nombre d'hybrides Nain \times Grand. Même s'ils sont statistiquement significatifs, certains écarts observés peuvent être dus à des biais d'échantillonnage puisque chez les Grands (allogames), tous les individus d'un écotype n'ont pas la même valeur en croisement (Bourdeix *et al.*, 1989).

Cependant, pour trois hybrides l'effectif des croisements Nain \times Grand est supérieur à 25 arbres : 26, 43 et 39 respectivement pour les hybrides NJM \times GOA, NJM \times GPY et NRM \times GPY. Les résultats obtenus sur ces trois hybrides sont donc plus fiables.

Precocité et production au jeune âge

En ce qui concerne le délai entre la plantation et la floraison, les croisements de type Nain \times Grand apparaissent plus précoces excepté pour les hybrides de Nain Vert Guinée Equatoriale. Cependant, lorsque l'on considère le délai entre la récolte des noix de F.A. et la floraison des arbres correspondants, les écarts dus au sens de croisement apparaissent non significatifs.

Certaines contraintes techniques liées à la programmation des fécondations artificielles peuvent expliquer ce résultat. En effet, les faibles nouaisons obtenues induisent des décalages dans les programmes. Ainsi pour les cinq premiers hybrides du tableau I, les noix F.A. récoltées sur des Nains ont été obtenues en moyenne 3,5 mois avant les noix récoltées sur les Grands. Pour les hybrides de Nain Vert, la situation est inverse : les croisements de type Nain \times Grand ont été obtenus en moyenne 1,9 mois après les croisements réciproques. Ces écarts correspondent bien aux différences observées

RESULTS

Table I compares the Dwarf \times Tall and Tall \times Dwarf crosses for the different hybrids between ecotypes.

The planting-flowering interval varies significantly with the crossing direction for five hybrids: MYD \times WAT, MYD \times PYT, MRD \times WAT, MRD \times PYT and EGD \times MLT. In the first four cases, the Dwarf \times Tall hybrids are more precocious (by 3.8 months on average). In the last hybrid, the situation is reversed, with a difference of 5.8 months. However, taking the interval between the harvesting of nuts obtained by HP and flowering of the trees obtained from these nuts, the differences observed are less marked (under three months) and not significant.

In young trees, the crossing direction significantly affects the production of three hybrids: MRD \times WAT (bunches), MRD \times PYT and EGD \times MLT (bunches and nuts). In the case of the MRD \times PYT hybrid, the Dwarf \times Tall crosses produce 13% more than the reciprocal crosses (number of nuts, 5-8 years). For the EGD \times MLT hybrid, the situation was reversed, with the Tall \times Dwarf hybrids producing 24% more.

In adult trees, there are few significant differences due to crossing direction. The differences only concern the number of bunches per tree and per year. In the case of the MYD \times MLT hybrid, trees with a Dwarf female parent produced a greater number of bunches (+7%). The reverse situation is seen for the EGD \times MLT hybrid (difference 18%). No significant difference was detected for the number of nuts, although in certain cases there are considerable differences (15% in the case of the MYD \times MLT hybrid).

DISCUSSION

*The treatments compared in this study are not strictly speaking reciprocal crosses, since they are combinations between populations and not between individuals. In certain cases (for example, MYD \times MLT), the numbers are unbalanced with a particularly low number of Dwarf \times Tall hybrids. Even though they are statistically significant, some of the differences observed may be due to sampling bias, since in Talls (allogamous), not all the individuals in an ecotype have the same value in crosses (Bourdeix *et al.*, 1989).*

However, for three hybrids, the number of Dwarf \times Tall crosses exceeds 25 trees: 26, 43 and 39 for the MYD \times WAT, MYD \times PYT and MRD \times PYT hybrids respectively. The results obtained on these three hybrids are therefore more reliable.

Precocity and production of young trees

As regards the interval between planting and flowering, Dwarf \times Tall type crosses appear to be more precocious, except for the Equatorial Guinea Green Dwarf hybrids. However, if the interval between the harvesting of HP nuts and flowering of the corresponding trees is considered, the differences due to the crossing direction do not appear to be significant.

Certain technical constraints linked to hand pollination programming may explain this result. In fact, the low fruit-set rates obtained cause the programmes to be staggered. Thus, for the first five hybrids in table I, the HP nuts harvested from the Dwarfs were obtained 3.5 months on average before the nuts harvested from the Talls. The situation is reversed for the Green Dwarf hybrids the Dwarf \times Tall crosses were obtained 1.9 months on average after the reciprocal crosses. These differences tally well with those obser-

au niveau du délai plantation floraison. Les écarts observés ne sont donc vraisemblablement que des artefacts liés aux différences d'âge entre plants au moment de la plantation. La vitesse de germination des noix a pu aussi induire un biais supplémentaire. Deux noix résultant de croisements réciproques NJM×GOA et GOA×NJM ont-elles la même vitesse de germination ? Aucune étude n'a pour l'instant permis de le vérifier.

On observe des différences dues au sens du croisement pour le nombre de régimes et de noix au jeune âge. Dans le cas de l'hybride NRM×GPY, la différence significative observée en faveur des hybrides Nain × Grand (43 noix par arbre en cumulé 5-8 ans) peut difficilement être attribuée à des effets d'échantillonnage. Cependant, les écarts observés vont dans le même sens que les écarts de précocité : le matériel le plus précoce produit le mieux au jeune âge. Le décalage des programmes de fécondation artificielle est donc probablement aussi à l'origine des écarts observés.

Production à l'âge adulte

On observe une différence significative sur le nombre de régimes à l'âge adulte pour seulement deux hybrides. Pour NJM×GML les croisements Nain × Grand sont supérieurs, pour NVE×GML la situation est inverse. Chez ces deux hybrides le nombre de croisements de type Nain × Grand est faible (respectivement 6 et 11), et des biais dus à l'échantillonnage ont pu intervenir.

Pour les huit hybrides étudiés, le sens du croisement n'a pas d'effet significatif sur le nombre de noix à l'âge adulte. Ce résultat est important car le rendement, exprimé en coprah par arbre, peut être décomposé comme le produit du nombre de noix et du coprah par noix. L'absence de données individuelles pour le coprah par noix ne permet pas d'évaluer l'effet du sens du croisement sur cette composante. Cependant, comme l'albumen est un tissu triploïde (un génome haploïde provenant du pollen), il est peu probable que le sens du croisement ait une influence sur le coprah par noix.

CONCLUSION

Le but de cet article était d'étudier l'influence du sens du croisement sur la production de huit hybrides entre écotypes Nains et Grands plantés par l'IRHO en Côte-d'Ivoire

En ce qui concerne la production au jeune âge, un certain nombre de différences apparaissent comme significatives. Chez l'hybride NRM×GRL, les croisements sur arbre-mère Nain sont plus productifs, alors que chez l'hybride NVE×GML la situation est inverse. Cependant ces différences ne sont vraisemblablement que des artefacts induits par les différences d'âge des plants au moment de la plantation. Les biais d'échantillonnage liés à la variabilité intra-écotype ont pu aussi jouer un rôle.

Pour les huit hybrides entre écotypes Nains et Grands étudiés, le sens du croisement n'a pas d'effet significatif sur le nombre de noix à l'âge adulte. L'absence de données individuelles pour le coprah par noix ne permet pas d'évaluer l'effet du sens du croisement sur ce paramètre ; cependant, comme l'albumen est un tissu triploïde, il est très peu probable que le sens du croisement ait une influence. L'étude montre en particulier qu'il n'existe pas d'inconvénient à employer les Nains comme arbres-mères pour la production des hybrides d'intérêt économique suivants : Nain Jaune Malais × Grand Ouest Africain (PB121 ou MAWA), Nain Jaune Malais × Grand Polynésie (PB122) et Nain Rouge Malais × Grand Polynésie (PB132).

ved for the planting-flowering interval. The differences observed are therefore probably only artefacts linked to the differences in age between the seedlings when they were planted

The nut germination rate may also induce additional bias. Do two nuts obtained from the MYD × WAT and WAT × MYD reciprocal crosses germinate at the same rate? So far, no studies have been carried out to check this.

There are differences due to the crossing direction for the number of bunches and nuts from young trees. In the case of the MRD × PYT hybrid, the significant difference observed in favour of the Dwarf × Tall hybrids (43 nuts per tree cumulated from 5 to 8 years) can hardly be attributed to sampling effects. However, the differences observed move in the same direction as precocity differences: the most precocious material has the best yields when young. The staggering of the hand pollination programmes is therefore probably also behind the differences seen.

Production of adult trees

Only two hybrids reveal a significant difference in the number of bunches produced by adult trees. For MYD × MLT, the Dwarf × Tall crosses are better; for EGD × MLT, the situation is reversed. For these two hybrids, the number of Dwarf × Tall crosses is low (6 and 11 respectively) and sampling bias may have occurred.

For the eight hybrids studied, the crossing direction had no significant effect on the number of nuts produced by adult trees. This result is important because yields, expressed as copra/tree, can be broken down as the product of the number of nuts and copra per nut. The absence of individual data for copra per nut means that the effect of the crossing direction cannot be assessed using this component. However, as coconut meat is triploid tissue (a haploid genome from the pollen), it is unlikely that the crossing direction would have an effect on copra per nut

CONCLUSION

The aim of this article was to study the effect of crossing direction on the production of eight hybrids between Dwarf and Tall ecotypes planted by IRHO in Côte-d'Ivoire.

A certain number of differences appeared to be significant as regards young tree yields. For the MRD × RLT hybrid, the crosses with a Dwarf mother-tree were the highest yielding, whereas for the EGD × MLT hybrid, the situation was reversed. However, these differences are probably only artefacts induced by the differences in seedling age when they were planted. Sampling bias linked to within-ecotype variability may also have played a role.

For the eight hybrids between Dwarf and Tall ecotypes studied, the crossing direction had no significant effect on the number of nuts from adult trees. The absence of individual data for copra per nut prevents any assessment of the effect of crossing direction on this parameter; however, as coconut meat is a triploid tissue, it is highly unlikely that the crossing direction would have any effect. The study shows in particular that there is nothing to prevent the use of Dwarfs as mother-trees for production of the following economically worthwhile hybrids: Malayan Yellow Dwarf × West African Tall (PB 121 or MAWA), Malayan Yellow Dwarf × Polynesia Tall (PB 122) and Malayan Red Dwarf × Polynesia Tall (PB 132)

D'un point de vue méthodologique, cette étude souligne la difficulté d'évaluer les effets réciproques chez une plante pérenne à fort encombrement comme le cocotier. Le dispositif utilisé (subdivision des parcelles élémentaires) permet d'évaluer l'influence du sens du croisement sans trop alourdir les effectifs expérimentaux. Cependant les fécondations artificielles doivent être programmées de façon précise et avec un faible rendement théorique (de l'ordre d'une noix par fécondation). Sinon les mauvaises nouaisons obtenues sur certains matériels provoqueront des décalages qui peuvent biaiser les évaluations de production, notamment au jeune âge. Une analyse superficielle risque alors de conclure à un effet du sens du croisement, alors que les différences sont dues aux séjours plus ou moins longs que les plants ont effectués en pépinière.

From a methodology point of view, this study emphasizes the difficulty encountered in assessing reciprocal effects in a bulky perennial plant like the coconut palm. The design used (sub-division of elementary plots) makes it possible to assess the effect of crossing direction, without requiring an excessive number of trees for the experiment. However, hand pollination operations should be precisely programmed, with very low theoretical yields (around one nut per pollination). Otherwise the poor fruit-set obtained on certain types of material will lead to staggering of planting operations, which may result in bias in production assessments, especially for young trees. A superficial analysis would then run the risk of concluding that crossing direction did have an effect, whereas differences were due to the different lengths of time spent by the plants in the nursery

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ABDALLA M.M.F. (1974) —Reciprocal-cross differences and maize breeding 2. Magnitude of yield differences. *Z. Pflanzenzuchtg*, **72**, p 166-172.
- [2] BOURDEIX R. (1988). —Déterminisme génétique de la couleur du germe chez les cocotiers Nains. *Oléagineux*, **43**, (7), 283-295.
- [3] BOURDEIX R., SANGARE A., LE SAINT J.P. (1989) —Efficacité des tests hybrides d'aptitude individuelle à la combinaison chez le cocotier premiers résultats *Oléagineux*, **44**, (5), 209-214.
- [4] COCHRAN G.W., COX G.M. (1950) —Experimental design. Ed. John Wiley & sons, New York, USA.
- [5] COOMANS P., OCHS R. (1976) —Rentabilité des fumures minérales sur cocotier dans les conditions du Sud-Est Ivoirien. *Oléagineux*, **31**, (8-9), 375-392.
- [6] DUHAMEL G. (1987) —Piquetage des cocoteraies. Conseil de l'IRHO n°280 *Oléagineux*, **42**, (8-9), 325-326.
- [7] JINKS, J.L. (1964) —Extrachromosomal inheritance. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (USA) 322 p.
- [8] MEUNIER J., ROGNON F. et NUCE de LAMOTHE M. de (1977). —L'analyse des composantes de la noix du cocotier. Etude de l'échantillonnage *Oléagineux*, **32**, (1), 9-14.
- [9] NUCE DE LAMOTHE M. de. ROGNON F. (1972) —La production de semences par pollinisation assistée. *Oléagineux*, **27**, (11), 539-544.
- [10] NUCE DE LAMOTHE M. de, WUIDART W., ROGNON F., SANGARE A. (1980). —La fécondation artificielle du cocotier. *Oléagineux*, **35**, (4), 193-205.
- [11] OUVRIER M. (1984). —Exportation par la récolte du cocotier hybride PB121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne *Oléagineux*, **39**, (5), 263-271.
- [12] POMIER M. (1979) —Plantation des cocotiers élevés en sacs de plastiques Conseil de l'IRHO n°189. *Oléagineux*, **34**, (1), 17-20.
- [13] ROGNON F. (1971) —Les pépinières de cocotier en sacs de plastique. Conseil de l'IRHO n°106. *Oléagineux*, **26**, (5), 307-310.
- [14] SATYABALAN K. (1982) —The present status of coconut breeding in India *Journal of plantation crops*, **10**, p 67-80.
- [15] STRICKBERGER, (1976) —Genetics (second edition). Macmillan Publishing Co Inc, New York (USA) 914 p.
- [16] WUIDART W. ET ROGNON F. (1978). —L'analyse des composantes de la noix du cocotier Méthode de détermination du coprah. *Oléagineux*, **33**, (5) 225-233.
- [17] WUIDART W. (1979a) —Production de matériel végétal cocotier. Sélection au stade germeir Conseil de l'IRHO n°196 *Oléagineux*, **34**, (8-9) 395-397.
- [18] WUIDART W. (1979b) —Production de matériel végétal cocotier Sélection en pépinière. Conseil de l'IRHO n°197. *Oléagineux*, **34**, (10), 453-456.
- [19] WUIDART W. (1981a) —Production de matériel végétal cocotier. Sélection des hybrides en germeir Conseil de l'IRHO n°218. *Oléagineux*, **36**, (10), 497-500.
- [20] WUIDART W. (1981b). —Production de matériel végétal cocotier. Tenue d'un germeir Conseil de l'IRHO n°215. *Oléagineux*, **36**, (6), 305-309.

RESUMEN

Estudio de la influencia del sentido del cruzamiento sobre la producción de ocho híbridos de cocotero entre ecotipos Enanos y Grandes

BOURDEIX R., NCHO Y.P., SANGARE A. *Oléagineux*, 1992, **47**, N°3, p. 113-118

El valor de un híbrido simple puede averiguarse diferente según el sentido en el cual se efectúa el cruzamiento. El análisis de un ensayo de aptitud a la combinación entre ecotipos de cocoteros aunque señala que para ocho híbridos entre ecotipos Enanos y Grandes, no existe efecto significativo del sentido del cruzamiento sobre el número de nueces en la edad adulta (producción 9-14 años). En ciertos casos, el plazo siembra-floración y la producción en su edad joven parecen influenciados por el sentido del cruzamiento. En el híbrido Enano Rojo de Malasia x Grande Rennell, los cruzamientos sobre árbol-madre Enano parecen más productivos en su edad joven (promedio 5-8 años). En el caso de híbrido Enano Verde de Guinea Ecuatorial x Grande de Malasia se presenta una situación contraria. Sin embargo estas diferencias no son sino artificios inducidos por di-

ferencias de edad de las plantas en el momento de la siembra. Las desviaciones de las muestras ligadas con la variabilidad intra-ecotipo pudieron también desempeñar un papel. Por supuesto el estudio da confirmación de que no existe inconveniente en emplear Enanos como árboles-madres para la producción de híbridos de interés económico tales como los siguientes: Enano Amarillo de Malasia x Grande del Oeste Africano (PB121 o MAWA), Enano Amarillo de Malasia x Grande de Polinesia (PB122) y Enano Rojo de Malasia x Grande de Polinesia (PB132).

Palabras-claves. —Cocotero, mejoramiento genético, sentido del cruzamiento, producción, híbridos