

# Etude du déterminisme génétique de la couleur du germe chez le cocotier Nain

R. BOURDEIX (1)

**Résumé.** — Ce travail étudie les ségrégations de couleur du germe dans la descendance d'hybrides simples entre trois cocotiers Nains (Nains Jaune et Rouge de Malaisie, Nain Vert de Guinée Equatoriale). Les ségrégations semblent indiquer un déterminisme génétique simple faisant intervenir deux couples d'allèles indépendants. Les données fournissent quelques estimations maximales de taux d'autogamie : 94,9 p. 100 pour le Nain Jaune de Malaisie, 99,5 et 94,3 p. 100 pour les hybrides entre Nain Jaune et respectivement Nain Rouge et Nain Vert.

## INTRODUCTION

Le déterminisme de la transmission des couleurs chez le cocotier est encore mal connu. Si ce caractère ne présente pas d'intérêt agronomique apparent, il permet un contrôle *a posteriori* de la légitimité de certaines fécondations artificielles ou pollinisations dirigées. De plus, la couleur est l'un des facteurs qui permettent de différencier certains écotypes Nains.

Certaines méthodes sont déjà employées pour la production de semences hybrides par pollinisation assistée [2]. Dans le cas d'une production de semences hybrides PB-121 (Nain Jaune de Malaisie × Grand Ouest Africain), on observe dans les conditions de Côte d'Ivoire environ 5 p. 100 d'illégitimes. Du fait de l'isolement des champs semenciers et de l'autogamie des Nains employés comme arbres-mères, la quasi totalité des illégitimes sont des Nains jaunes qui résultent d'une émasculature incomplète. Il est aisé de les éliminer grâce à la couleur du germe, d'un jaune vif caractéristique, alors que les hybrides présentent une coloration verte ou brune, plus proche de celle du parent africain [4]. Des systèmes analogues sont employés pour d'autres types d'hybrides, incluant un parent Nain jaune ou rouge.

## I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérience pour tenter de préciser le déterminisme génétique de la couleur du germe a été réalisée sur un essai mis en place en 1971 à Port-Bouet (PB-GC 4, [1]) qui compare les combinaisons hybrides entre trois Nains : le Nain Jaune de Malaisie (NJM), le Nain Rouge de Malaisie (NRM) et le Nain Vert de Guinée Equatoriale (NVE). Ces trois écotypes préférentiellement autogames [3], sont homogènes pour la couleur et le germe des noix, et ont donné des descendances hybrides homogènes. Ils peuvent donc être assimilés à des lignées pures, homozygotes pour les gènes contrôlant la couleur du germe.

L'étude a porté sur quatre objets : les descendances de trois hybrides NJM × NRM, NJM × NVE, NRM × NVE auxquelles s'ajoute un témoin constitué de Nains jaunes malais.

Les parcelles expérimentales du PB-GC 4 comprennent 36 arbres répartis en six lignes contiguës de six individus.

Les noix ont été prélevées uniquement sur les quatre arbres centraux de chaque parcelle. Les parents Nains étant préférentiellement autogames, nous avons fait l'hypothèse que les hybrides présentaient le même mode de reproduction. Les noix prélevées sur les hybrides devraient donc correspondre à des autofécondations. Même si quelques allopollinisations se produisent, le fait de prélever les noix sur les arbres centraux des parcelles élémentaires augmente la probabilité de fécondation entre arbres de même nature génétique. Un arbre a en effet *a priori* plus de chances d'être pollinisé par ses proches voisins.

La totalité des noix a été prélevée lors d'une récolte bi-mensuelle, les effectifs réunis semblant suffisants :

NJM .....	355 noix,
NJM × NRM .....	480 noix,
NJM × NVE .....	395 noix,
NRM × NVE .....	395 noix.

Ces noix ont été mises en germe selon la méthode préconisée par l'IRHO [6]. Les couleurs ont été observées dans la semaine suivant l'apparition du germe, période où les colorations sont les plus discriminantes, et réparties en quatre classes : jaune, rouge, vert et brun.

## II. — RÉSULTATS

Le tableau I présente l'ensemble des ségrégations observées pour les quatre objets.

TABLEAU I. — Fréquence des couleurs de germes après 17 semaines de germeo (Germ colour frequency after 17 weeks in the seedbed)

Hybrides (Hybrids)	Couleur des germes (Germ colour) — p 100 —				Effectifs noix germées (Nbr of germinated nuts)
	jaune (yellow)	rouge (red)	vert (green)	brun (brown)	
NJM × NJM (MYD × MYD) (Témoin-Control)	95,09	0,35	3,86	0,70	285
NRM × NJM (MRD × MYD)	29,21	70,26	0,53	0,00	380
NJM × NVE (MYD × EGD)	31,43	2,22	62,86	3,49	315
NVE × NRM (EGD × MRD)	6,67	15,56	23,70	54,07	270

(1) IRHO-CIRAD, Station Cocotier Marc-Delorme ; 07 B P. 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire).

**Taux d'allopollinisation.**

Le pourcentage de germes non jaunes observés dans le témoin NJM × NJM permet une estimation minimale du taux d'allopollinisation : 4,9 p. 100. La valeur observée est inférieure à la valeur réelle car, du fait du dispositif expérimental, les allopollinisations entre Nains jaunes ne sont pas détectables.

**Interprétation des ségrégations.**

Les ségrégations obtenues ne peuvent être expliquées à l'aide d'un modèle monofactoriel en raison de l'existence dans la descendance des hybrides NVE × NRM d'une proportion non négligeable de germes jaunes, alors que les parents Nains sont homozygotes.

Le modèle le plus simple consiste à considérer deux couples d'allèles indépendants : (r,R) et (v,V). Les correspondances entre génotypes et phénotypes seraient alors les suivantes :

$\frac{r}{r}$	$\frac{v}{v}$		$\frac{R}{r}$	$\frac{v}{v}$	[germe jaune]
$\frac{R}{r}$	$\frac{v}{v}$		$\frac{R}{R}$	$\frac{v}{v}$	[germe rouge]
$\frac{r}{r}$	$\frac{V}{V}$	et	$\frac{r}{r}$	$\frac{V}{V}$	[germe vert]

Tous les autres génotypes correspondent à des germes bruns. Le modèle aboutit aux fréquences théoriques présentées dans le tableau II.

TABLEAU II. — Fréquences théoriques attendues  
(Expected theoretical frequencies)

Hybrides (Hybrids)	Couleur des germes (Germ colour) — p. 100 —			
	jaune (yellow)	rouge (red)	vert (green)	brun (brown)
<b>NRM × NJM (MRD × MYD)</b>				
Fréquences théoriques (Theoretical frequencies)	25,0	75,0	0	0
Fréquences observées (Observed frequencies)	29,2	70,3	0,5	0
<b>NJM × NVE (MYD × EGD)</b>				
Fréquences théoriques (Theoretical frequencies)	25,0	0	75,0	0
Fréquences observées (Observed frequencies)	31,4	2,2	62,9	3,5
<b>NVE × NRM (EGD × MRD)</b>				
Fréquences théoriques (Theoretical frequencies)	6,2	18,7	18,7	56,2
Fréquences observées (Observed frequencies)	6,7	15,6	23,7	54,1

La validité de l'hypothèse a été testée en considérant que les germes verts du croisement NJM × NRM ainsi que les

germes rouges et bruns du croisement NJM × NVE étaient des illégitimes. Leur faible fréquence, proche de celles observées pour les illégitimes du témoin, autorisait cet ajustement : les fréquences ont été recalculées en éliminant les illégitimes détectables.

Le test Chi-deux au niveau 5 p. 100 aboutit à la concordance entre effectifs théoriques et observés dans deux cas sur trois. Dans le cas de l'hybride NJM × NVE, les proportions s'écartent significativement du rapport 3/4 1/4 du fait d'une trop forte proportion de germes jaunes.

**III. — DISCUSSION**

Bien que significatif, l'écart entre distributions théoriques et observées dans la descendance de l'hybride NJM × NVE reste relativement faible : les proportions sont globalement de 2/3 1/3 en faveur des germes verts au lieu de 3/4 1/4.

La difficulté à distinguer certaines colorations — le vert, quelquefois assez pâle, pouvant être classé comme jaune [3] — expliquerait le léger excès de cette couleur.

L'existence de fécondations croisées pourrait aussi être à l'origine des écarts observés. En effet, la proportion de pollen de Nain Jaune de Malaisie est beaucoup plus élevée que celle des autres types de cocotiers : l'essai contient 300 Nains jaunes (aussi utilisés en bordure) contre seulement 180 individus par type hybride. Ce déséquilibre peut être à l'origine de la forte proportion de germes jaunes dans la descendance NJM × NVE.

Cette hypothèse implique un taux d'allogamie relativement forte pour le NJM × NVE (10 à 15 p. 100), et plus faible chez les descendants de NRM. Le pourcentage réduit d'illégitimes détectables dans la descendance du NJM × NRM indique que l'hybride est plus autogame que le témoin Nain jaune. Ceci suggère que le NRM, très autogame, transmet cette caractéristique. Le NVE, classé comme autogame semi-direct [3], est considéré comme le moins autogame des trois Nains.

Sangaré [5] a montré l'existence de compétition pollinique chez le cocotier : des fleurs femelles de NJM sont plus réceptives au pollen des Nains en général qu'à celui des Grands, et présentent une aptitude préférentielle à être fécondées par un pollen de la même variété. L'existence d'une telle compétition au niveau des hybrides de Nains pourrait expliquer le biais observé dans les ségrégations.

**CONCLUSION**

Compte tenu des diverses incertitudes induites par la composition du nuage pollinique et les taux d'autogamie variables selon les hybrides, l'accord entre les observations et le déterminisme proposé semble, en première approche, très satisfaisant. Seule une expérience basée sur la fécondation artificielle permettrait, grâce à l'absence d'illégitimes, de confirmer définitivement ce déterminisme. Le modèle le plus simple pour expliquer la ségrégation des couleurs du germe chez les cocotiers Nains reste, en attendant une telle expérience, un déterminisme basé sur deux couples d'allèles indépendants.

## RÉFÉRENCES

- [1] LE SAINT J.P. et NUCÉ de LAMOTHE M. de (1987). — Les hybrides de cocotiers Nains : performances et intérêt (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 42, n° 10, p. 353-362
- [2] NUCÉ de LAMOTHE M. de, ROGNON F. (1972). — La production de semences hybrides chez le cocotier par pollinisation assistée (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 27, n° 11, p. 539-544
- [3] NUCÉ de LAMOTHE M. de, ROGNON F. (1977). — Les cocotiers Nains à Port-Bouet : Nain Jaune Ghana, Nain Rouge Malaisie, Nains Vert Guinée, Equatoriale, Nain Rouge Cameroun (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 32, n° 8-9, p. 367-375.
- [4] ROGNON F. (1972). — Production de matériel végétal cocotier, sélection des hybrides au stade germe. Conseils de l'I.R.H.O. n° 116, *Oléagineux*, 27, n° 4, p. 539-544
- [5] SANGARÉ A. (1981). — Compétition pollinique et légitimité des semences produites dans les champs semenciers de cocotiers (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 36, n° 8-9, p. 423-427
- [6] WUIDART W. (1981). — Production de matériel cocotier, tenue d'un germe (trilingue fr.-angl.-esp.) Conseils de l'I.R.H.O., n° 215, *Oléagineux*, 36, n° 6, p. 305-309.

## SUMMARY

## Genetic determinism in Dwarf coconut germ colour.

R. BOURDEIX, *Oléagineux*, 1988, 43, N° 10, p. 371-374.

This study examines germ colour segregations in simple hybrid progeny from three Dwarf varieties (Malayan Yellow and Red Dwarfs, Equatorial Guinea Green Dwarf). These colour segregations seem to indicate simple genetic determinism involving two couples of independent alleles. The data provide a few maximum estimates for self-fertilization rates : 94.9 p. 100 for the Malayan Yellow Dwarf, 99.5 and 94.3 p. 100 for the hybrids from the Yellow Dwarf crossed with the Red and Green Dwarfs respectively.

## RESUMEN

## Estudio del determinismo genético del color del germen en el cocotero Enano.

R. BOURDEIX, *Oleagineux*, 1988, 43, N° 10, p. 371-374.

Este trabajo estudia las segregaciones de color del germen en la descendencia de híbridos sencillos entre tres cocoteros Enanos (Enano Amarillo y Enano Rojo de Malasia, Enano Verde de Guinea Ecuatorial). Las segregaciones parecen indicar un determinismo genético sencillo que utiliza dos pares de alelos independientes. Los datos proporcionan algunas evaluaciones máximas de los porcentajes de autogamia, que ascienden a un 94,9 p. 100 para el Enano Amarillo de Malasia, a un 99,5 p. 100 y un 94,3 p. 100 para los híbridos de Enano Amarillo con Enano Rojo y Enano Verde respectivamente.

## Genetic determinism in Dwarf coconut germ colour

R. BOURDEIX (1)

## INTRODUCTION

Little is known about colour transmission determinism in coconut. Although this character is of no apparent agronomical interest, it does enable the legitimacy of certain artificial fertilizations or directed pollinations to be checked retrospectively. Moreover, colour is one of the factors which makes it possible to distinguish certain Dwarf ecotypes.

Certain methods are already used to produce hybrid seeds through assisted pollination [2]. Under Côte d'Ivoire conditions, PB 121 hybrid seed production (Malayan Yellow Dwarf x West African Tall) results in approximately 5 p. 100 illegitimates. As the seed gardens are isolated and self-fertilizing Dwarfs are used for mother-trees, almost all of the illegitimates are yellow Dwarfs resulting from incomplete emasculation. It is easy to eliminate them because of the colour of the germ, a characteristic bright yellow, while the hybrids are green or brown in colour, closer to that of the African parent [4]. Similar systems are used for other hybrid types, including a yellow or red Dwarf parent.

## I. — MATERIAL AND METHOD

The experiment designed to try and specify germ colour genetic determinism was carried out on a trial set up in 1971 at Port-Bouet (PB-GC 4 [1]) which compares hybrid combinations between three Dwarfs : the Malayan Yellow Dwarf (MYD), Malayan Red Dwarf (MRD) and Equatorial Guinea Green Dwarf (EGD). These three ecotypes, which are preferentially self-fertilizing [3], are homogeneous with respect to colour and germ, and produced homogeneous progenies. They can therefore be classed as pure lines and homozygous for genes controlling germ colour.

The study involved four treatments : the progenies from three hybrids : MYD x MRD, MYD x EGD, MRD x EGD, and a MYD control.

Each experimental plot in PB-GC 4 contains 36 trees planted in 6 adjacent rows with 6 individuals per row. Only nuts from the 4 innermost trees of each plot were sampled. As the Dwarf parents are preferentially self-fertilizing, we assumed that the hybrids use the same reproduction method. The nuts sampled from the hybrids should therefore correspond to self-fertilization. Even if a few cross-fertilized individuals occur, the fact that the nuts are taken from the innermost trees of each elementary plot increases

(1) IRHO-CIRAD Marc-Delorme Station ; 07 B.P. 13, Abidjan 07 (Côte d'Ivoire).

the probability of fertilization between trees of the same genetic nature. In effect, a tree generally has a better chance of being pollinated by close neighbouring trees.

All of the nuts were sampled during a fortnightly harvest ; the quantities appear sufficient :

MYD .....	355 nuts,
MYD × MRD .....	480 nuts,
MYD × EGD .....	395 nuts,
MRD × EGD .....	395 nuts.

These nuts were placed in the seed bed using the method recommended by the IRHO [6]. Colours were observed one week after the germ appeared, which is the period when colours are the easiest to distinguish : yellow, red, green and brown.

## II. — RESULTS

Table I gives all of the colour segregations observed for the four treatments.

### Cross-fertilization rate.

The percentage of non-yellow germs observed in the MYD × MYD control enables a minimum estimate of the cross-fertilization rate to be made : 4.9 p. 100. The value observed is less than the real value, since cross-fertilization between yellow Dwarfs is undetectable, given the experimental layout.

### Interpretation of colour segregations.

Thé colour segregations obtained cannot be explained using a monofactorial model because within the EGD × MRD progenies, there is a not inconsiderable number of yellow germs, while the Dwarf parents are homozygous.

The simplest model consists in taking two couples of independent alleles : (r,R) and (g,G). Correspondances between genotypes and phenotypes would then be the following :

$\frac{r}{r}$	$\frac{g}{g}$					[yellow germ]
$\frac{R}{R}$	$\frac{g}{g}$	and	$\frac{R}{R}$	$\frac{g}{g}$		[red germ]
$\frac{r}{r}$	$\frac{G}{G}$	and	$\frac{r}{r}$	$\frac{G}{G}$		[green germ]

All of the other genotypes correspond to brown germs. The model leads to the theoretical frequencies given in Table II :

The validity of this hypothesis was tested by assuming that the green germs of the MYD × MRD cross and the red and brown germs of the MYD × EGD cross were illegitimates. Their low

frequency, close to that observed for the control illegitimates, enabled this adjustment : frequencies were recalculated by eliminating detectable illegitimates.

The Chi-two test at 5 p. 100 leads to concordance between theoretical and observed numbers in two out of the three cases. With the MYD × EGD hybrid, proportions deviate significantly from the 3/4 1/4 ratio because of an exceedingly high proportion of yellow germs.

## III. — DISCUSSION

Although significant, the discrepancy between theoretical and observed colour distribution in the progeny of the MYD × EGD hybrid remains relatively low : overall, ratios are 2/3 1/3 in favour of green germs instead of 3/4 1/4.

The difficulty in distinguishing certain colours, e.g. green, which is sometimes quite pale and may be classed as yellow [3], could explain the slightly higher occurrence of this colour.

The fact that there are crossed fertilizations could also explain the discrepancies observed. In effect, the proportion of pollen from the Malayan Yellow Dwarf is much higher than that of the other types of coconut : the trial includes 300 Yellow Dwarfs (also used as border trees) compared to only 180 hybrid individuals. This imbalance could account for the high proportion of yellow germs in the MYD × EGD progeny.

This hypothesis implies a relatively high self-fertilization rate for the MYD × EGD (10 to 15 p. 100) and a lower rate for the MYD progenies. The low percentage of detectable illegitimates in the MYD × MRD progeny indicates that the hybrid is more autogamous than the Yellow Dwarf control. This suggests that the MRD, which is extremely autogamous, transfers this characteristic. The EGD, classified as a semi-direct autogamous type [3], is considered to be the least autogamous of the three Dwarfs.

Sangaré [5] showed that there exists pollen competition in coconut : MYD female flowers are generally more receptive to Dwarf pollen than tall pollen, and have a preferential ability to be fertilized by pollen of the same variety. The fact that such competition exists for Dwarf hybrids could explain the bias observed in the colour segregations.

## CONCLUSION

Given the many uncertainties induced by the composition of the pollen cloud and the variable self-fertilization rates among the hybrids, there seems to be, initially, a very satisfactory agreement between the observations made and the determinism proposed.

Only an experiment based on artificial fertilization will enable this determinism to be definitively confirmed, through the absence of illegitimates. Pending this experiment, the simplest model to explain Dwarf coconut germ colour segregations remains determinism based on two couples of independent alleles.

Nous prions nos abonnés de bien vouloir noter que leurs règlements doivent être désormais établis :

We ask our subscribers to note that their payment should now be made as follows :  
 Rogamos a nuestros suscriptores que en adelante se sirvan pagarnos bien sea :

- par chèque à notre ordre (by cheque made out in our name - por cheque, a nuestra orden),
  - ou par virement au compte : (or by transfer to our account - o por transferencia a la cuenta del),
- IRHO-OLÉAGINEUX — Banque Nationale de Paris — Agence Kléber — 51, Av. Kléber, 75116 Paris (France).  
 RIB : 30004 - 00892 - 00000430596 - clé 21.



MAIS NE DOIVENT PLUS ÊTRE ENVOYÉS AUX CHÈQUES POSTAUX  
 PAYMENT SHOULD NO LONGER BE SENT TO POSTAL CHEQUES  
 Y LES ACLARAMOS QUE YA NO DEBEN ENVIARSE A LOS CHEQUES POSTALES

} Paris N° 22965 44Z