

## DIVERSITÉ OBSERVÉE SUR LES DESCENDANCES ISSUES DE POLLINISATION LIBRE AU TONKOU

J.-F. REYNIER, J. PERNES, Régine CHAUME

Pour un certain nombre d'origines les prospecteurs garantissent l'appartenance de toutes les graines du lot à un même arbre. Dans ce cas celles-ci sont toutes au moins demi-sœurs et peuvent être en majorité sœurs si l'autofécondation est spontanément prédominante dans les conditions d'Ethiopie.

Les arbres établis dans la collection du Tonkou portent à leur tour en pollinisation libre des graines demi-sœurs, dont la majorité peuvent être de vraies sœurs si l'autofécondation est aussi prédominante au Tonkou.

Le but de la présente analyse est double ; savoir si :

1. des différenciations des origines peuvent être lues à travers les descendances obtenues, donc si elles sont bien génétiquement héréditaires ;
2. dans les conditions naturelles en Ethiopie, l'allopollinisation permet d'entretenir une variabilité intrafamille importante et donc d'obtenir des plantes sœurs ou demi-sœurs génétiquement différentes.

Pour le point 2 il est difficile de savoir si les diversités entre arbres résultent d'une ségrégation en autofécondation d'une hétérozygotie présente dans la plante mère ou/et de la participation de parents mâles différents. Cependant, le degré d'hétérogénéité entre arbres pourrait distinguer approximativement l'allopollinisation immédiate de la révélation d'une hétérozygotie résiduelle. Dans l'un et l'autre cas, la variabilité entre arbres d'une même origine montrera que dans les conditions d'Ethiopie un certain taux d'allogamie intervient efficacement, sans qu'il soit possible dans chaque cas de situer précisément dans un pedigree le moment où cette allopollinisation est intervenue puisqu'on révèle aussi bien une vieille hétérozygotie qui se disjoint encore au cours de l'autofécondation qu'une hybridation spontanée récente.

### A — MATÉRIEL VÉGÉTAL ET CARACTÈRES MESURÉS

Les observations consignées ici portent sur un essai comparatif mené en pépinière où plusieurs séries de mesures ont été réalisées. On s'est plus attaché à la mise en évidence de la réalité du phénomène hétérozygotie/allogamie qu'à l'exploitation ultérieure des familles.

La liste des origines étudiées est la suivante :

- Ar 5, 6, 8 et 40 provenance Wush-Wush,
- Ar 13 provenance Limu,
- Ar 15 et 17 provenance Goré,
- Ar 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31 et 32 provenance Tippi,
- Ar 34 et 35 provenance Mizan-Teferi,
- Ar 42 provenance Decchia.

Pour chaque origine, les descendances de cinq arbres différents sont analysées en deux répétitions de dix descendants chacune.

Plusieurs séries de caractères ont été mesurées :

### Série I

- 1 = Hauteur de l'hypocotyle (en mm)
- 2 = Date d'ouverture de la première paire de feuilles, en jours (origine = semis)
- 3 = Intervalle moyen entre deux des six premières paires de feuilles (jours)

$$\frac{(\text{Date } 6^{\text{ème}}) - (\text{Date } 1^{\text{ère}})}{5}$$

- 4 = Longueur des cinq premiers entre-nœuds (cm)
- 5 = Diamètre au collet au niveau des cotylédons à sept mois (mm)
- 6 = Diamètre au collet à la base à huit mois (mm)

La présence d'une corrélation négative, significative au seuil de 5 %, entre le diamètre au collet au niveau des cotylédons à sept mois (caractère 5) et la hauteur de l'hypocotyle (caractère 1), reflet de l'étiollement de la jeune plantule plus que de sa vigueur, a conduit à étudier le diamètre au collet à la base à huit mois (caractère 6).

La liaison très forte entre le diamètre au collet à sept et huit mois (caractères 5 et 6) permet d'éliminer le caractère 5.

### Série II

- 1 = Longueur de la feuille axillant le premier rameau plagiotrope
- 2 = Diamètre au niveau des cotylédons le jour de l'apparition du premier rameau plagiotrope
- 3 = Longueur de l'axe orthotrope compris entre le niveau des cotylédons et le nœud d'apparition du premier rameau plagiotrope
- 4 = Numéro du nœud d'apparition du premier rameau plagiotrope
- 5 = Longueur de l'entre-nœud sous-jacent au premier rameau plagiotrope

Après le recépage du mois d'avril 1973 des notations ont été faites en septembre 1973.

### Série III

- 1 = Nombre de rejets
- 2 = Longueur du rejet le plus long
- 3 = Nombre de nœuds sur le rejet le plus long

L'ensemble de ces trois caractères doit donner une indication sur la capacité des arbres à former des rejets et donc sur la dominance apicale et l'activité des méristèmes orthotropes.

## B — RÉSULTATS GLOBAUX

La première série complètement analysée est donnée ici à titre indicatif (tableau IX-I). Pour montrer la pérennité du phénomène au cours de la croissance, et même son amplification au cours du développement, une seule mesure a été analysée dans les séries II et III pour un échantillonnage de quatre origines.

Le tableau IX-II donne les résultats des analyses de variance à trois critères de classification partiellement hiérarchisés :

- (1) L'effet « bloc » (fixe) testé par rapport à l'interaction « bloc × origine »,
- (2) L'effet « origine » (aléatoire) testé par rapport à l'effet « famille »,
- (3) L'effet « famille » (aléatoire) testé par rapport à la variation résiduelle,
- (4) L'interaction « bloc × origine » testée par rapport à l'interaction « bloc × famille »,
- (5) L'interaction « bloc × famille » testée par rapport à la variation résiduelle.

Les variations interorigines et interfamilles sont toujours hautement significatives, confirmant ainsi la différenciation génétique des origines et l'existence d'une variabilité intérieure à chaque origine, par la mise en jeu de l'ensemble allogamie/hétérozygotie.

TABLEAU IX-I. — Moyennes par origine pour les six caractères de la série I

Origine	Caractères					
	1	2	3	4	5	6
Ar 6	48,74	89,50	22,91	9,18	3,493	5,756
Ar 8	55,87	92,38	24,79	11,46	3,559	6,283
Ar 13	53,12	93,17	33,89	13,61	2,979	5,426
Ar 15	55,88	92,67	23,77	10,78	3,745	6,427
Ar 17	55,00	90,86	24,33	9,77	3,251	5,995
Ar 20	50,13	94,19	29,78	11,35	3,344	5,524
Ar 21	57,96	93,19	26,01	12,10	3,311	5,720
Ar 23	52,72	96,20	31,31	10,19	2,796	4,814
Ar 24	60,34	92,17	27,35	11,06	3,030	5,484
Ar 26	63,88	96,88	27,56	11,42	3,006	5,383
Ar 27	61,08	100,16	29,73	10,37	2,804	5,298
Ar 29	70,26	97,42	29,40	10,22	2,831	5,316
Ar 30	69,23	99,92	30,67	11,91	3,026	5,459
Ar 31	66,07	103,53	30,16	14,24	3,445	5,679
Ar 32	63,79	102,37	31,72	10,94	2,568	4,851
Ar 34	63,80	99,28	22,66	10,74	3,322	5,585
Ar 35	72,68	102,93	29,58	10,62	2,917	5,093
Ar 40	58,18	99,88	29,65	9,11	2,956	5,201
Ar 42	67,43	99,20	28,16	10,19	2,617	4,776

TABLEAU IX-II. — Analyses de variance pour les six caractères de la série I (Valeurs des carrés moyens)

Variation	ddl	1	2	3	4	5	6
Interorigines	18	4.878 <sup>++</sup>	1.874 <sup>++</sup>	1.030 <sup>++</sup>	171,9 <sup>++</sup>	10,71 <sup>++</sup>	20,16 <sup>++</sup>
Interfamilles	76	227,5 <sup>++</sup>	47,22 <sup>++</sup>	18,85 <sup>++</sup>	10,73 <sup>++</sup>	0,568 <sup>++</sup>	1,713 <sup>++</sup>
Interblocs	1	147,9	621,6	52,36	0,685	0,937	11,20
Bloc x origine	18	64,83	239,6 <sup>++</sup>	147,3 <sup>++</sup>	37,72 <sup>++</sup>	6,273 <sup>++</sup>	13,93 <sup>++</sup>
Bloc x famille	76	78,85 <sup>++</sup>	18,55 <sup>++</sup>	7,302 <sup>++</sup>	4,375 <sup>++</sup>	0,308 <sup>++</sup>	0,956 <sup>++</sup>
Résiduelle	1.711	43,57	19,85	4,685	2,573	0,189	0,554
Totale	1.899	98,44	35,47	16,41	4,910	0,367	0,935
Moyenne générale		60,3	96,6	28,1	11,0	3,11	5,48
C V en %		16,5	6,2	14,4	20,1	19,5	17,7

## C — DIFFÉRENCIATION GÉNÉTIQUE DES ORIGINES

Les comparaisons des moyennes des origines (tableau IX-III, p. 72) par le test de Tukey permettent, par regroupement en un indice de proximité (Pernes, 1975), de construire un dendrogramme classant les différenciations génétiques visibles au stade jeune sur les descendances (fig. IX-1, p. 73).

La matrice des corrélations interorigines permet une représentation complémentaire des mêmes données par l'étude des composantes principales.

Cette matrice est donnée dans le tableau IX-IV et les coefficients des composantes principales sont donnés dans le tableau IX-V. La représentation dans les deux premiers axes est donnée par la figure IX-2, page 73.

Le premier axe oppose les vitesses de croissance à la vigueur lue par le diamètre au collet. Dans le sens positif on trouve les origines fines à croissance rapide, dans le sens négatif les origines épaisses à développement lent.

Le deuxième axe oppose la longueur des entre-nœuds au diamètre au collet ; les valeurs négatives

correspondent aux plantes ramassées et épaisses, les valeurs positives aux plantes filées (longues et minces).

La confrontation des deux représentations confirme le regroupement des origines 6-8 (Wush-Wush) et 15-17 (Gimma), déjà identifié dans les classifications phénotypiques. S'en rapprochent les origines 21-24 (Tippi) et 34 (Mizan-Teferi). Globalement les formes de Tippi à production plus médiocre sont opposées à ce premier groupe, tout en restant largement variables.

Il est remarquable que des différenciations génétiques aussi typées que celles qui opposent les formes 6-8-15-17 aux autres s'expriment si précocement.

TABLEAU IX-III. — Comparaison des moyennes des origines par le test de Tukey

(1) Hauteur de l'hypocotyle (M = 2)																		
6	2	23	13	17	8	15	21	40	24	27	32	34	26	31	42	30	29	35
<hr/>																		
(2) Apparition de la première paire de feuilles (M = 3)																		
6	17	24	8	15	13	21	20	23	26	29	42	34	40	30	27	32	35	31
<hr/>																		
(3) Intervalle moyen entre deux des six premières paires de feuilles (M = 3)																		
34	6	15	17	8	21	24	26	42	29	35	40	27	20	31	30	23	32	13
<hr/>																		
(4) Longueur des cinq premiers entre-noeuds (M = 2)																		
40	6	17	42	23	29	27	35	34	15	32	24	20	26	8	30	21	13	31
<hr/>																		
(5) Diamètre au collet (aux cotylédons) à sept mois (M = 2)																		
32	42	23	27	29	35	40	13	26	30	24	17	21	34	20	31	6	8	15
<hr/>																		
(6) Diamètre au collet (à la base) à huit mois (M = 1)																		
42	23	32	35	40	27	29	26	13	30	24	20	34	31	21	6	17	8	15
<hr/>																		

D max. = M = 13

NB : 5 est exclu des analyses de variance n'ayant que quatre-vingt plants mesurés (2 x 4 x 10) au lieu de cent (2 x 5 x 10)

TABLEAU IX-IV. — Matrice A des corrélations interorigines

	1	2	3	4	6
1	1	0,76	0,23	0,12	-0,38
2	0,76	1	0,46	0,12	-0,58
3	0,23	0,46	1	0,38	-0,66
4	0,12	0,12	0,38	1	0,17
6	-0,38	-0,58	-0,66	-0,17	1

TABLEAU IX-V. — Coefficients des deux premières composantes principales

Caractères	Axe 1	Axe 2
1	0,84	-0,14
2	1,00	-0,13
3	0,85	0,37
4	0,25	1,00
6	-0,90	-0,75
Valeur propre	2,58	1,17
%	51,58	23,31

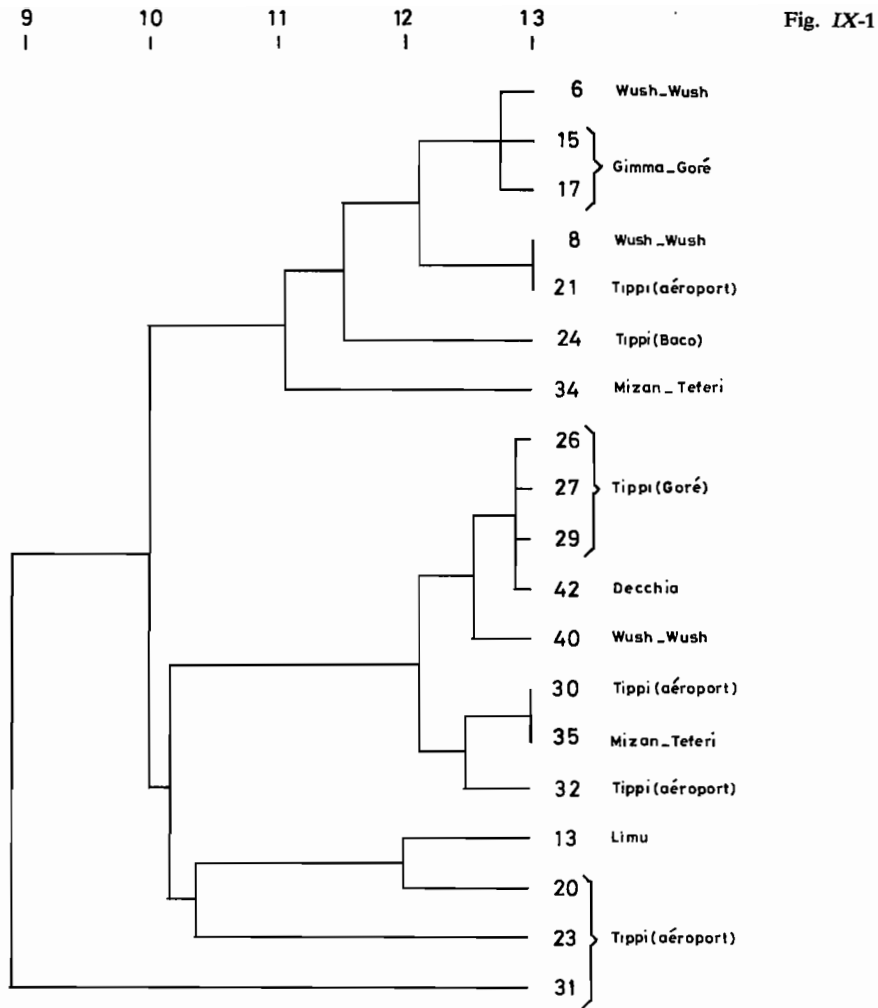


Fig. IX-1

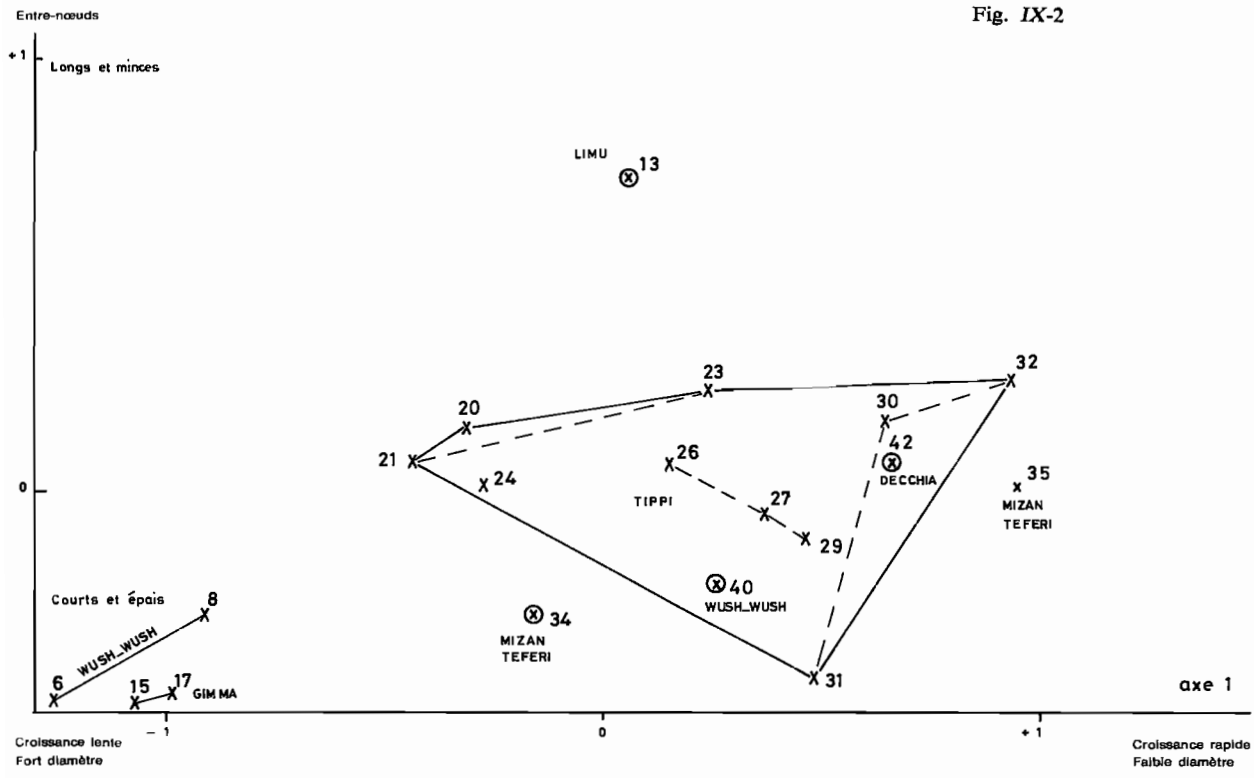


Fig. IX-2

## D — ÉTUDE DES VARIATIONS INTERFAMILLES (RÔLE DE L'HÉTÉROZYGOTIE/ALLOGAMIE)

Le tableau IX-II, page 71, permet de comparer les variances dues aux origines, aux différences entre familles dans les origines et aux variations résiduelles (variations dues au milieu et aux résidus d'hétérozygotie/allogamie). Nous résumons ces données dans le tableau IX-VI.

Suivant les caractères, la variance interfamilles représente entre le 1/10 et le 1/3 de la variance interorigines, ce qui manifeste une variabilité importante due au couple hétérozygotie/allogamie.

Ceci est confirmé sur les mesures plus tardives comme indiqué dans les tableaux IX-VII et IX-VIII.

Les variations intra-origines sont pour la plupart très hautement significatives. Les niveaux de signification des différences interarbres sont rassemblés par origine et pour les six caractères de la série I dans le tableau IX-IX. Il montre que les origines 34, 31, 27, 26, 15 sont les plus hétérogènes ; seule l'origine 13 ne présente aucune variabilité pour les six caractères étudiés.

En définitive, les descendances des *Coffea arabica* éthiopiens sont loin de constituer des lignées pures dans des conditions de pollinisation non contrôlée. Une diversité génétique se trouve ainsi entretenue dans les conditions naturelles et même dans des plantations artificiellement constituées. On comprend l'existence de l'hétérogénéité importante signalée par les prospecteurs.

Du point de vue des analyses génétiques, il conviendra de se référer dans les séries de croisements à un seul arbre et non à une origine dans son ensemble. Le croisement diallèle étudié au chapitre XI a été réalisé en tenant compte de cette remarque.

TABLEAU IX-VI. — Variances interorigines ( $\sigma_0^2$ ), interfamilles ( $\sigma_f^2$ ) et résiduelles ( $\sigma_e^2$ )

Caractères (série I)	Valeurs			% de $\sigma_0^2 + \sigma_f^2 + \sigma_e^2 = \sigma^2$		
	$\sigma_0^2$	$\sigma_f^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_0^2$	$\sigma_f^2$	$\sigma_e^2$
1	46,50	9,38	40,03	48	10	42
2	18,27	1,73	12,55	56	5	39
3	10,117	0,677	4,305	67	5	28
4	1,611	0,418	2,364	37	9	54
5	0,101	0,020	0,174	34	7	59
6	0,197	0,060	0,509	26	8	66

TABLEAU IX-VII. — Analyse de variance pour quatre origines (8, 13, 27, 31) (longueur de l'intervalle entre le nœud d'apparition de la première ramification primaire et les cotylédons)

Origine de la variation	d l	C M	F	$\sigma^2$	$\sigma^2\%$
Interorigines	3	680,00	16,32 <sup>++</sup>	15,02	37,2
Interarbres/ Intra-origine	16	41,65	1,79 <sup>+</sup>	2,16	5,3
Résiduelle	165	23,26		23,26	57,5

TABLEAU IX-VIII. — Analyse de variance pour quatre origines (8, 13, 27, 31) (longueur du rejet le plus long après recépage en pépinière)

Origine de la variation	d l	C M	F	$\sigma^2$	$\sigma^2\%$
Interorigines	3	1.491,78	10,75 <sup>++</sup>	30,10	33,0
Interarbres/ Intra-origine	16	138,60	2,77 <sup>++</sup>	9,85	16,5
Résiduelle	320	49,90		49,90	55,5

TABLEAU IX-IX. — Variations interfamilles par origine et pour chacun des six caractères étudiés

Origine Ar	1 = H <sub>h</sub>	2 = J <sub>1</sub>	3 = I	4 = L <sub>5</sub>	5 = Ø c7	6 = Ø b8
6	++	++	NS	NS	NS	NS
8	++	++	NS	NS	++	++
13	NS	NS	NS	NS	NS	NS
15	++	NS	++	++	++	++
17	NS	+	NS	+	NS	NS
20	++	+	NS	+	NS	NS
21	++	NS	NS	NS	NS	NS
23	++	++	+	NS	NS	NS
24	++	NS	NS	++	++	++
26	NS	++	++	+	+	+
27	++	+	++	++	++	++
29	++	NS	+	NS	NS	NS
30	++	NS	NS	++	+	+
31	++	++	+	++	++	++
32	++	++	NS	NS	+	NS
34	++	++	+	++	+	++
35	+	+	++	++	NS	NS
40	++	++	NS	NS	NS	+
42	+	+	+	NS	NS	+

# ETUDE DE LA STRUCTURE ET DE LA VARIABILITE GENETIQUE DES CAFEIERS

Résultats des études et des expérimentations  
réalisées au Cameroun, en Côte d'Ivoire  
et à Madagascar sur l'espèce *Coffea arabica* L.  
collectée en Ethiopie par une mission ORSTOM en 1966

Opération conjointe ORSTOM-IFCC

Bulletin n° 14, septembre 1978

institut français du café  
et du cacao

IFCC

# **ÉTUDE DE LA STRUCTURE ET DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE DES CAFÉIERS :**

**Résultats des études et des expérimentations réalisées au Cameroun, en Côte d'Ivoire et à Madagascar sur l'espèce *Coffea arabica* L. collectée en Ethiopie par une mission ORSTOM en 1966**

**Opération conjointe ORSTOM — IFCC**

**Travail publié sous la direction de A. CHARRIER**

**ORSTOM  
24, rue Bayard  
75008 PARIS  
FRANCE**

**IFCC  
34, rue des Renaudes  
75017 PARIS  
FRANCE**