

# L'HYBRIDATION INTERSPÉCIFIQUE ENTRE *COFFEA ARABICA* L. ET *COFFEA CANEPHORA* PIERRE

## OBTENTION ET COMPARAISON DES HYBRIDES TRIPLOÏDES, ARABUSTA ET HEXAPLOÏDES \*

J. BERTHAUD

Chargé de recherches de l'ORSTOM  
Station ORSTOM de Man (Côte d'Ivoire)

### Première partie

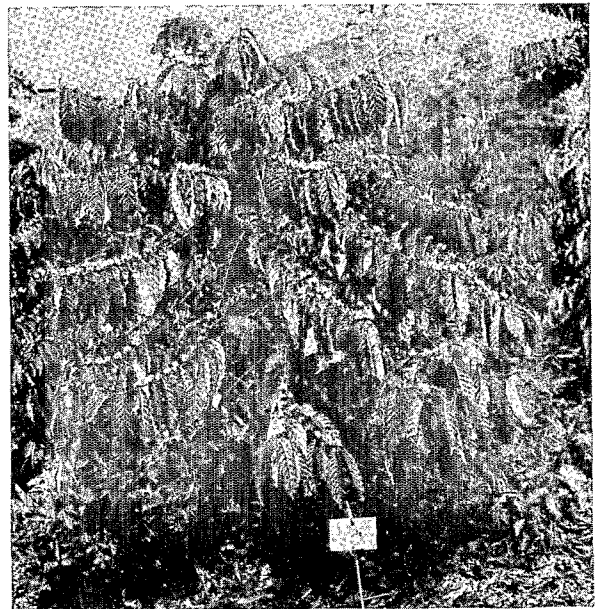
#### INTRODUCTION

Le genre *Coffea* est un complexe multispécifique qui contient un grand nombre d'espèces. Deux espèces ont été mises en culture avec succès. Il s'agit d'abord de l'espèce *Coffea arabica* qui fournit de deux tiers à trois quarts de la production mondiale. Cette espèce tétraploïde ( $2n = 44$ ) et allogame possède des caractéristiques d'adaptation à l'altitude, qui limitent son extension aux régions d'altitude élevée. Dans les autres régions caféières, la première place revient au *Coffea canephora*, espèce diploïde ( $2n = 22$ ) et allogame, qui semble parfaitement bien adaptée aux conditions de basse altitude. La qualité de la boisson fournie par cette espèce est moins appréciée. Une autre caractéristique différenciant ces deux espèces est leur teneur en caféine. Alors que *C. canephora* contient en moyenne 2,5 % MS de caféine, *C. arabica* n'en contient que 1,2 % (Charrier et Berthaud, 1975).

Pour des conditions de culture telles qu'elles existent en Côte d'Ivoire, aucune de ces espèces

n'est entièrement satisfaisante. Par la voie des hybridations, on peut espérer cumuler les qualités des deux espèces.

L'obstacle à ces hybridations est le niveau de



1. — *C. canephora* n° 182 (Station IFCC de Divo)

30 JUIN 1978

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

67  
M n° 9276, exp 2  
B

\* Thèse présentée à l'Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, le 23 juin 1977, pour obtenir le titre de Docteur 3<sup>e</sup> cycle, spécialité amélioration des plantes.

Etude réalisée en Côte d'Ivoire dans le cadre d'une action jointe ORSTOM-IFCC.



2. — *C. arabica* (Mont Tonkoui)

ploïdie différent de *C. arabica* et *C. canephora*. Les hybrides triploïdes réalisés directement entre les deux espèces sont stériles. Pour parvenir à des hybrides fertiles, deux voies sont possibles. La première est de réaliser des hybrides équilibrés, tétraploïdes, comme l'espèce *C. arabica*. Pour cela, dans les combinaisons hybrides, on utilise comme géniteurs *C. canephora* des plantes autotétraploïdes ( $2n = 4x = 44$ ) obtenues par traitement à la colchicine de clones *C. canephora* diploïdes. Les premiers hybrides de ce type, appelés Arabusta, ont été réalisés à l'Institut Français du Café et du Cacao, en Côte d'Ivoire (Capot, 1968, 1972). Une sélection des meilleurs arbres permet déjà d'introduire ce nouveau matériel en plantation industrielle. La deuxième voie envisagée est celle des hybrides

hexaploïdes, obtenus par doublement du nombre de chromosomes des hybrides triploïdes. Par cette transformation, les hybrides retrouvent une certaine fertilité. Par ailleurs dans cette combinaison entrent quarante-quatre chromosomes de *C. arabica* et vingt-deux seulement de *C. canephora*. Le rapport est donc en faveur de *C. arabica*, on peut alors penser que les qualités et les défauts de cette dernière espèce seront bien plus présents dans ce type d'hybrides.

L'objet de ce travail était de comparer ces deux types de structure. Pour que les différences observées chez les deux types d'hybrides puissent bien être attribuées aux différences entre les deux structures, hexaploïde et Arabusta, nous avons réalisé une série d'hybrides hexaploïdes et Arabusta à partir des mêmes géniteurs *C. arabica* et *C. canephora*. Toutes nos comparaisons portent sur ces hybrides, qui n'ont subi aucune sélection. On peut s'attendre à ce que les résultats soient parfois légèrement différents de ceux que l'on obtiendrait chez des hybrides du même type après plusieurs cycles de sélection.

Après un premier chapitre où nous présenterons le matériel et les méthodes qui lui ont été appliquées, dans un deuxième chapitre, nous analyserons les réussites des hybridations. Dans le troisième chapitre, nous donnerons les différentes caractéristiques morphologiques des hybrides tétraploïdes, Arabusta et hexaploïdes par rapport à celles des espèces de départ. Le quatrième chapitre regroupe les données biologiques concernant le mode de reproduction et l'estimation de la fertilité. Les caractéristiques technologiques, qu'il s'agisse de la granulométrie, de la forme des graines, des teneurs en caféine et des tests de dégustation, sont décrites dans le cinquième chapitre. Le dernier chapitre présente un bilan des améliorations obtenues avec ces hybrides et les perspectives\*.

## I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Les espèces et les géniteurs utilisés

Le matériel végétal appartient aux deux espèces : *C. arabica* et *C. canephora*. Les géniteurs de la première espèce sont en collection au Mont Tonkoui (1.100 m) en République de Côte d'Ivoire. Ce sont les descendances provenant des graines récoltées sur un ensemble d'arbres en plantation de case

au cours de la prospection ORSTOM en Ethiopie (Guillaumet et Hallé, 1967). L'altitude du lieu de récolte et la province d'origine des géniteurs *C. arabica* les plus utilisés dans cette étude sont données dans le tableau I.

Nous avons également utilisé comme géniteur

\* Les chapitres III, IV et V, la discussion et la conclusion de cette étude seront publiés dans *Café Cacao Thé*, n° 2, 1978.

TABLEAU I

Les géniteurs *C. arabica* utilisés

N°	Provenance	Altitude (m)
8	Wush-Wush	1860
10	Bonga	1600
15	Goré	1350
17	Goré	1350
40	Wush-Wush	2050
57	Bonga	1700

la variété américaine Caturra amarelo, à entrenœuds courts donnant un arbre à port trapu.

Les géniteurs *C. canephora* proviennent des collections de l'Institut français du Café et du Cacao rassemblées à la station de Divo (Côte d'Ivoire). Les clones utilisés ont été choisis pour certaines de leurs qualités : productivité, granulométrie, teneur en caféine.

Le type et la provenance des géniteurs sont résumés dans le tableau II.

TABLEAU II

Les géniteurs *C. canephora* utilisés

N° clone	Type	Provenance
30	Robusta	Population INEAC 2
60	Robusta	Population Lulla
86	Robusta	Population INEAC
107	Kouilou	Population de Touba (C.I.). Plantation Burette à Oumé (C.I.)
177	Robusta	Population INEAC. Plantation SPAO à Eloka (C.I.)
181	Robusta	Population INEAC. Plantation Dusautoir à Divo (C.I.)
182	Robusta	Population Côte d'Ivoire. Plantation CCCI à Oumé (C.I.)
200	Robusta	Population Côte d'Ivoire. Plantation SPAO à Eloka (C.I.)
202	Robusta	Population INEAC. Station de Gagnoa (C.I.)
A2	Robusta	Collection d'Akandjé (C.I.)

Les géniteurs *C. canephora* sont multipliés par bouturage. Chaque numéro correspond donc à un clone. Les *C. arabica* autogames sont multipliés par graines, un même numéro regroupe toute la descendance d'un arbre mère d'Ethiopie.

A partir de ces géniteurs, les structures hybrides réalisées sont les suivantes :

— les Arabusta tétraploïdes obtenus par croisement de *C. arabica* par des *C. canephora* dont le nombre de chromosomes a été préalablement doublé ;

— les hybrides hexaploïdes réalisés par doublement du nombre de chromosomes d'hybrides triploïdes eux-mêmes provenant du croisement direct *C. arabica* par *C. canephora* diploïde.

L'espèce *C. arabica* a toujours été utilisée comme parent femelle.



3. — Jeune hybride hexaploïde (10 × 200 H)  
(Station ORSTOM de Man, janv. 1975)



4. — Hybride hexaploïde (10 × 200 H)  
(Station ORSTOM de Man, sept. 1977)

Les comparaisons seront faites selon les cas : entre hybrides triploïdes et hybrides Arabusta ou entre hybrides hexaploïdes et Arabusta. Pour quelques caractères, les comparaisons porteront sur l'ensemble du matériel : *C. canephora* diploïdes, *C. canephora* tétraploïdes, *C. arabica*, hybrides triploïdes, Arabusta, hybrides hexaploïdes.



5. — Fructification de *C. canephora* (200 F. L.)  
(Station de Man)



6. — Fructification de *C. arabica* (Mont Tonkoui)

## Méthodes

### Doublement du nombre de chromosomes

Nous avons utilisé la technique de Berthou (1975). Elle a été appliquée sur des plantes en ombrière et également sur des arbres installés en parc à bois. Dans ce cas, on peut obtenir de nombreux rejets vigoureux et on augmente ainsi les chances de réussite du traitement.

### Obtention et observation des hybrides

Les hybrides entre les deux espèces étudiées sont obtenus par pollinisation contrôlée selon la technique décrite par Capot (1964). Un soin particulier doit être apporté aux castrations, puisque l'espèce utilisée comme parent femelle est autogame. Chez les caféiers, la floraison est déclenchée par une pluie. L'intervalle entre le jour de la pluie et le jour de la floraison a une durée constante pour une même espèce de caféiers. Il est de dix jours au Mont Tonkoui pour *C. arabica*. Aussi est-il possible de prévoir à l'avance le jour de la floraison et de réaliser les castrations deux jours avant la floraison, évitant ainsi tout risque de fécondation par l'auto-pollen.

Les notations portent sur le nombre de fleurs pollinisées, le nombre de fruits et le nombre de graines récoltées. Il est donc possible de comparer le taux de réussite des différentes combinaisons réalisées, que l'on mesure par le pourcentage d'ovules ayant donné une graine.

Du repiquage au transfert en champ, peu de caractères sont utilisables pour la description morphologique des hybrides. Les caractères retenus sont la hauteur du plant au-dessus des feuilles cotylédonaire, le diamètre au collet, le nombre d'entrenœuds, la longueur et la largeur de la feuille la plus développée.

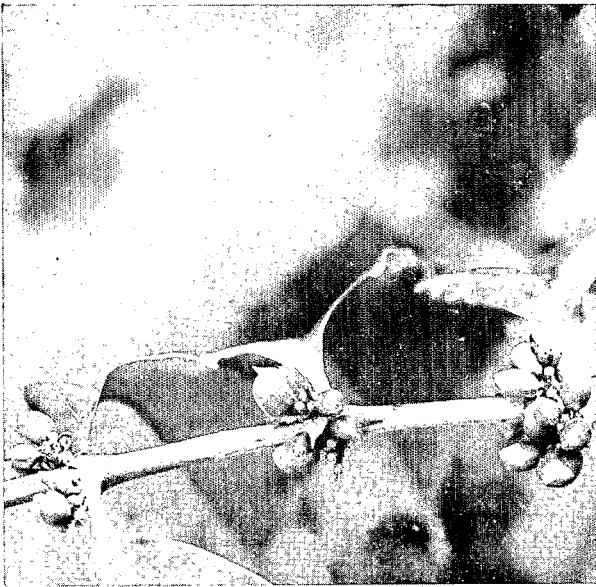
Les descendances sont très hétérogènes et constituées d'hybrides ayant des comportements différents. Les analyses statistiques sont peu précises si on les applique à l'ensemble des plantes de chaque descendance. Une répartition en classe doit être faite préalablement.

La plantation a lieu en mai-juin, au début de la saison des pluies. Les plants sont alors âgés de six mois environ. Les observations morphologiques ne peuvent commencer que lorsque la croissance de l'arbre est bien rétablie, c'est-à-dire un an plus tard.

Les caractères utilisables sont alors plus nombreux, puisqu'ils concernent la forme de la charpente et la fertilité. Les notations portent sur la longueur des axes orthotropes et plagiotropes, le nombre des nœuds florifères, le nombre de cymes par nœud et le nombre de fleurs.

### Taux d'autofertilité, viabilité pollinique, fertilité femelle

**Taux d'autofertilité.** Il est difficile d'avoir une mesure exacte du taux d'autofertilité. On a donc choisi de comparer les pourcentages de réussite  $\left( \frac{\text{nombre de fruits}}{\text{nombre de fleurs}} \times 100 \right)$  sur une branche où on



7. — Fructification d'un hybride hexaploïde  
(Station de Man)



8. — Fructification d'un hybride hexaploïde (393 H)  
(Mont Tonkouï)

impose l'autofécondation par une mise sous manchon et sur une branche laissée en pollinisation libre. Le rapport de ces deux taux de réussite permet d'éliminer l'effet de la fertilité femelle de l'arbre étudié et mesure l'effet de l'autofécondation obligatoire.

**Viabilité pollinique.** Elle est estimée par le taux de grains de pollen à cytoplasme coloré. On colore ces grains au carmin acétique à 2 %. Les résultats proviennent de l'observation de plusieurs floraisons, quand cela a été possible. Pour une floraison, les comptages se font sur cinq fleurs par arbre et cent grains par fleur, soit au total cinq cents grains de pollen observés par arbre. On ne gagne que très peu de précision à compter mille grains par arbre.

Chez les espèces parents, le taux de grains de pollen bien colorés est toujours très élevé, en général supérieur à 90 %. Les grains anormaux sont vides ou fortement vacuolisés. La répartition en deux classes est donc évidente. Chez les hybrides, toutes les formes intermédiaires entre grains normaux et grains vides sont observables. La répartition entre les différentes classes est donc liée à l'observateur. Pour notre part, chez les hybrides, nous n'avons considéré comme grains normaux que ceux qui ont un aspect absolument identique à celui des grains normaux des espèces pures.

Louarn (1975) et Charrier (1976) ont montré que chez les hybrides diploïdes il existe une régression linéaire entre les appariements chromosomiques à la méiose et le taux de grains de pollen colorés.

Au niveau tétraploïde ou hexaploïde, cette relation peut être moins simple, car l'expression d'anomalies dans la répartition des chromosomes est

peut-être tamponnée par le nombre élevé de ceux-ci, correspondant à plusieurs génomes de base.

Pour ces hybrides, le taux de grains de pollen colorés fournit une estimation de la valeur du gamétophyte mâle que nous appellerons viabilité pollinique.

**Fertilité femelle.** On l'estime par le taux de graines caracolis et le taux de loges vides.

Les fruits de *Coffea* contiennent deux ovules et à maturité habituellement deux graines. Quand l'une d'entre elle avorte précocement le fruit se déforme et la graine restante ne présente pas de face plane. Elle est appelée graine « caracoli ». Quand l'avortement de la graine est plus tardif, le fruit poursuit son développement, mais l'endocarpe ou « parche » de forme normale ne contient plus qu'une écaille. De telles formes sont appelées loges vides.

Le taux de graines caracolis est mesuré à la récolte par comptage du nombre de graines ne présentant pas de face plane dans la quantité de graines qui correspond au prélèvement d'un échantillon de trois cents fruits.

Le taux de loges vides est estimé sur le même échantillon de fruits en comptant le nombre de graines en parche flottantes. Les graines flottantes sont celles qui ne contiennent que peu d'albumen. Leur développement a donc été incomplet. Ces deux caractères sont ceux qui sont habituellement pris en compte par les sélectionneurs. De Reffye (1975), dans sa description de l'évolution des ovules à la graine, utilise deux paramètres,  $p_1$  et  $p_2$ , représentant les mêmes phénomènes et pouvant se calculer à partir des mêmes données. En effet, le taux

de graines caracolis est égal à  $(1 - p_1) \times 100$  et le taux de loges vides à  $(1 - p_2) \times 100$ .

### Granulométrie, teneur en caféine, tests de dégustation

Après la récolte, les fruits sont traités par la voie humide : dépulpage mécanique, fermentation (24 h en moyenne, jusqu'à 36 h pour les Arabusta) et séchage.

Les mesures de dimensions de graines sont effectuées sur trente graines en parche. Les dimensions

sont alors indépendantes du taux d'humidité des graines.

Les mesures de poids de cent graines se font à partir d'un échantillon de cinq cents graines mises à l'étuve à 105 °C pendant 24 h pour obtenir une humidité nulle. Les résultats sont exprimés en poids de café à 10 % d'humidité par l'application du facteur de correction 1,11.

Les analyses de teneur en caféine sont effectuées au laboratoire de physiologie végétale de l'ORSTOM à Bondy (France) et les tests de dégustation réalisés par les laboratoires de l'IFCC à Montpellier (France).

## II. — L'OBTENTION DES HYBRIDES

La réussite d'une hybridation est liée à deux phénomènes distincts. En premier lieu, il faut que la double fécondation donnant l'embryon et l'albumen se fasse. Ensuite, il faut que l'albumen ait un développement normal ou subnormal, car les réserves qu'il constitue sont nécessaires à la croissance de l'embryon au cours de la germination.

### La réussite des fécondations

On estime le taux de réussite par le nombre de graines obtenues à partir de cent ovules. Ce nombre est mesuré sur des branches portant de cinquante à deux cents fleurs. Les principaux facteurs influant sur ce taux de réussite sont :

#### Conditions extérieures

TABLEAU III

Pourcentage de réussite de quelques fécondations contrôlées selon la combinaison et l'année de leur réalisation

Combinaisons réalisées	1973	1974	1975
Ar 8 x Ar 8	53	2,5	34
Ar 8 x 181 T	42	5	17

La réussite des différentes combinaisons est donc très variable d'une année à l'autre. On peut voir là également l'influence des différents opérateurs sur le taux de réussite (tableau III).

#### Parents utilisés

Pour le *C. arabica* n° 40, la fertilité femelle est moins bonne que celle des autres géniteurs. Il existe en outre une corrélation positive ( $r = 0,82$ ) entre le pourcentage de réussite des autofécondations et des fécondations contrôlées, calculée sur différents génotypes.

La variabilité des résultats rend aléatoire la mise en évidence d'un effet du génotype du parent mâle *C. canephora*. Sur le même arbre, pour la même combinaison (Ar 8 x A 2 T), sur une branche, on obtient un taux de réussite de 30 %, tandis que sur une deuxième, la réussite n'est que de 16 %.

#### Niveau de ploïdie du géniteur *C. canephora* utilisé

L'état diploïde ou tétraploïde peut avoir une certaine influence sur le taux de réussite (tableau IV).

Les fécondations de *C. arabica* par des pollens de *C. canephora* diploïdes donnent des taux de réussite légèrement inférieurs à ceux obtenus avec des pollens de *C. canephora* tétraploïdes.

L'obtention d'embryons triploïdes ou tétraploïdes ne se heurte pas à des barrières particulières. Entre les espèces *C. canephora* et *C. arabica* ne s'exprime pas d'incompatibilité à ce niveau d'interaction. Il en va différemment pour le développement des albumens hybrides.

TABLEAU IV

Pourcentage de réussite des fécondations contrôlées  
selon les génotypes parentaux utilisés

A - Fécondations 1974				
<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	<i>C. canephora</i> 177 ♂		
		2 x	4 x	
8	2,5	3	1,3	
10	8,2	20	17	
15	22,7	15	25	

B - Fécondations 1975				
<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	<i>C. canephora</i> A2 ♂		
		2 x	4 x	
8	34	20	36	
Caturra	29	18,5	31	

## Le développement des albumens

On notera que vu le sens des croisements réalisés (le *C. arabica* a été utilisé systématiquement comme parent femelle) l'albumen contenant un embryon triploïde est pentaploïde, celui qui contient un embryon tétraploïde est hexaploïde.

Des observations qualitatives (Berthou, communication verbale) ont montré que le développement des albumens pentaploïdes est souvent incomplet, alors que les graines à albumen hexaploïde ont un développement normal. Nous avons donc envisagé de quantifier ce phénomène en pesant trente graines hybrides, une à une, dans chaque type de combinaison.

## Albumens hexaploïdes

(*C. arabica* × *C. canephora* tétraploïde)

On observe donc que selon le génotype de *C. arabica* les graines sont plus légères, plus lourdes ou ont le même poids que les graines provenant d'autofécondation. Dans toutes les combinaisons, l'ordre

de grandeur reste identique, ces variations pouvant être attribuées à l'humidité des graines qui ne pouvait être que partiellement contrôlée (tableau V).

## Albumens hexaploïdes et pentaploïdes

A partir des mêmes géniteurs, selon le niveau de ploïdie du pollen, on note deux comportements entièrement différents (tableau VI).

Avec le géniteur mâle tétraploïde, les graines obtenues ont en moyenne le même poids que les graines provenant d'autofécondation. Le coefficient de variation de leur poids est voisin de celui obtenu avec les autofécondations.

Avec le géniteur mâle diploïde, le développement de l'albumen est fortement compromis. Le poids moyen d'une graine est 2,2 fois moins élevé que celui d'une graine normale. En outre, le coefficient de variation bien plus élevé montre qu'il existe une grande hétérogénéité entre les différentes graines obtenues dans un même croisement.

TABLEAU VI

A - Poids moyen en mg d'une graine selon la combinaison				
<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	<i>C. canephora</i> n° 177 ♂		
		2 x	4 x	
8	168	104	175	
10	124	54	177	
15	167	60	133	
$\bar{x}$	153	73	162	

B - Coefficient de variation du poids des graines selon la combinaison				
<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	<i>C. canephora</i> n° 177 ♂		
		2 x	4 x	
8	15	36	13	
10	13	30	13	
15	9,3	42	21	
$\bar{x}$	12,4	36,0	15,7	

TABLEAU V

Poids moyen, en mg, d'une graine selon les combinaisons réalisées

<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	<i>C. canephora</i> tétraploïde ♂					Moyenne des hybrides	Différence entre combinaisons
		69T	126T	177T	181T	375T		
8	168	-	-	175	167	169	170,3	N.S.
10	124	143	183	177			167,7	ppds = 25
15	167			133	147		140,0	ppds = 17



TABLEAU VII

Comparaison des poids moyens, en mg, des graines selon les combinaisons réalisées

<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	Géniteur mâle <i>C. canephora</i> diploïde					$\bar{x}$ hybrides
		107	126	177	181	202	
5	96	25	48	37	39	29	36
8	168	60	72	104	94	70	80
10	124	61	55	54	60	39	54
15	167	30	44	60	-	35	42
$\bar{x}$	138,8	44,0	54,8	63,8	64,3	43,3	53

La pps à  $p = 0,01$  entre les combinaisons est de 18 mg et de 8 mg entre les moyennes par géniteur

### Albumens pentaploïdes

(*C. arabica* × *C. canephora* diploïde)

Dans toutes les combinaisons mises à l'épreuve, on ne trouve que des albumens incomplètement formés, pratiquement tous du type « graines en écaille », leur poids moyen étant de 53 mg. L'ordre de grandeur du poids des graines est identique à celui obtenu dans la combinaison avec le *C. canephora* n° 177. On peut donc étendre les résultats de la combinaison avec le n° 177 aux autres combinaisons (tableau VII).

L'analyse de variance montre qu'il existe des différences significatives entre combinaisons. Les différences observées sont liées aux génotypes des deux parents.

Sur le *C. arabica* n° 8, les graines hybrides pèsent en moyenne deux fois plus que sur le *C. arabica* n° 15, alors que le poids moyen des graines en autofécondation est identique. Les géniteurs *C. canephora* utilisés se classent en deux groupes selon le développement de l'albumen qu'ils déterminent :

Groupe 1 = 107, 202 : le poids moyen d'une graine hybride est de 43 à 44 mg.

Groupe 2 = 126, 177, 181 : le poids moyen d'une graine est de 54,8 à 64,3 mg.

L'incompatibilité du développement de l'albumen n'est pas seulement déterminée par le niveau de ploïdie du pollen, mais aussi par les géniteurs utilisés.

Les albumens pentaploïdes ont un développement perturbé, variable selon les combinaisons, les albumens hexaploïdes ont un développement normal, quelle que soit l'origine du pollen : *C. arabica* ou *C. canephora* tétraploïde.

### Feuilles cotylédonaire et développement de l'albumen

Le développement anormal des albumens pentaploïdes par rapport aux albumens hexaploïdes est

confirmé par la mesure de la largeur des feuilles cotylédonaire. En effet, leur croissance est liée à la quantité de réserves contenues dans la graine, donc au volume de l'albumen. Les différences observées entre la largeur des feuilles cotylédonaire des Arabusta et celle des *C. arabica* s'expliquent par une croissance de ces feuilles après le repiquage. En effet, les mesures ont été faites plusieurs mois après le repiquage. Les hybrides triploïdes ont des feuilles cotylédonaire de taille bien plus réduite, parfaitement distinguables de celles des hybrides Arabusta. On confirme donc indirectement l'existence d'albumens incomplètement développés (tableau VIII).

TABLEAU VIII

Largeur des feuilles cotylédonaire de *C. arabica*, des hybrides triploïdes et Arabusta (en mm)

<i>C. arabica</i> ♀	Autofécondation	<i>C. canephora</i> A2 ♂	
		Diploïde	Tétraploïde
8	30,7 ± 0,9 <sup>(1)</sup>	21,4 ± 1,1	39,3 ± 1,1
42	31,5 ± 0,9	20,9 ± 1,5	36,1 ± 3,0
Cat. am.	26,9 ± 0,7	14,4 ± 1,1	37,5 ± 1,6

(1) Ecart type de la distribution des moyennes

### Conclusion

Le niveau de ploïdie du pollen influe peu sur le taux de réussite des fécondations, alors qu'il détermine le type de développement de l'albumen. A l'intérieur de l'ensemble des géniteurs diploïdes *C. canephora*, on peut distinguer des groupes manifestant une incompatibilité de plus en plus prononcée au niveau du développement des albumens hybrides. L'expression des interactions géniques dépend donc du niveau de ploïdie des structures réalisées.



## BIBLIOGRAPHIE

- BERTHAUD (J.), 1972. — Analyse des caractéristiques de la fertilité dans le groupe des *Coffea*. I. Structure des *Coffea canephora (robusta)*. Abidjan, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, 24 p. mult.
- BERTHAUD (J.), 1975. — Les problèmes génétiques posés par l'hybridation interspécifique de *Coffea arabica* et *Coffea canephora* diploïdes ou tétraploïdes. In 7<sup>e</sup> Colloque scientifique international sur le café, ASIC, Hambourg, 9-14 juin 1975, p. 513-522.
- BERTHOU (F.), 1975. — Méthode d'obtention de polyploïdes dans le genre *Coffea* par traitements localisés de bourgeons à la colchicine. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 19, n° 3, p. 197-202.
- CAPOT (J.), 1964. — La pollinisation artificielle des caféiers allogames et son rôle dans leur amélioration. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 8, n° 2, p. 75-88.
- CAPOT (J.), DUPAUTEX (B.), DURANDEAU (A.), 1968. — L'amélioration du caféier en Côte d'Ivoire. Duplication chromosomique et hybridation. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 12, n° 2, p. 114-126.
- CAPOT (J.), 1972. — L'amélioration du caféier en Côte d'Ivoire. Les hybrides Arabusta. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 16, n° 1, p. 3-18.
- CAPOT (J.), 1975. — Obtention et perspectives d'un nouvel hybride de caféier en Côte d'Ivoire : l'Arabusta. In 7<sup>e</sup> Colloque scientifique international sur le café, ASIC, Hambourg, 9-14 juin 1975, p. 449-457.
- CASTILLO-ZAPATA (J.), MORENO-RUIZ (G.), LOPEZ-DUQUE (S.), 1975. — Uso de resistencia genética a *Hemileia vastatrix*. Berk y Br. existente en germoplasma de café en Colombia. *Cenicafé* (Chinchina), vol. 27, n° 1, p. 3-25.
- CHARRIER (A.), BERTHAUD (J.), 1975. — Variation de la teneur en caféine dans le genre *Coffea*. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 19, n° 4, p. 251-264.
- CHARRIER (A.), 1976. — La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache (*Mascarocoffea*). Leurs relations avec les caféiers africains (*Eucoffea*). Thèse d'Etat, Université de Paris-Sud, centre d'Orsay, mai 1976. 304 p. Résumé in *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 20, n° 4, p. 245-250.
- GUILLAUMET (J. L.), HALLÉ (F.), 1966. — Etude de la variabilité de *Coffea arabica* dans son aire d'origine. Rapport sur la mission ORSTOM dans le sud-ouest de l'Ethiopie. Abidjan, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, 56 p., 1 carte, photos, mult.
- LE PIERRÈS (D.), 1975. — Hybridation interspécifique entre *Coffea arabica* et *C. canephora* Pierre. Architecture comparative aux niveaux triploïde et tétraploïde et au niveau tétraploïde et autofécondation de *C. arabica*. — Abidjan, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, 24 p., mult.
- LOUARN (J.), 1975. — Hybrides interspécifiques entre *Coffea canephora* Pierre et *C. eugenioides* Moore. Paris, ORSTOM, 30 p., dactyl. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Orsay. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. 20, n° 1, 1976, p. 33-52.
- MENDES (A. J. T.), 1951. — A hibridação interespecífica no melhoramento do cafeeiro. *Bragantia* (Campinas), 11, p. 297-306.
- MONACO (L. C.), CARVALHO (A.), 1975. — Coffee breeding for leaf rust resistance. In 7<sup>e</sup> Colloque scientifique international sur le café, ASIC, Hambourg, 9-14 juin 1975, p. 437-445.
- OROZCO (F. J.), CASSALETT (C.), 1974. — Relación entre las características estomáticas y el número cromosómico de un híbrido interespecífico en café. *Cenicafé* (Chinchina), vol. 25, n° 2, p. 33-49.
- OROZCO (F. J.), 1975. — La fertilidad y el diametro de los granos de polen en un híbrido interespecífico de café. *Cenicafé* (Chinchina), vol. 26, n° 1, p. 38-48.
- REFFYE (Ph. de), 1975. — Formulation mathématique des facteurs de la fertilité dans le genre *Coffea*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Faculté des Sciences, Orsay.
- REFFYE (Ph. de), 1976. — Rapport d'activité de l'IFCC en Côte d'Ivoire, Bingerville.
- VAN DER VOSSEN (H. A. M.), 1974. — Plant Breeding. In Annual Report of the Coffee research foundation 1973/1974, Ruiru, Kenya.

**BERTHAUD (J.). — L'hybridation interspécifique entre *Coffea arabica* L. et *Coffea canephora* Pierre. Obtention et comparaison des hybrides triploïdes, Arabusta et hexaploïdes. Première partie. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXII, n° 1, janv.-mars 1978, p. 3-12, tabl., fig., réf.**

Cette étude a pour but la comparaison des hybrides triploïdes entre *Coffea arabica* et *C. canephora*, ceux obtenus après doublement chromosomique par traitement à la colchicine des géniteurs *C. canephora* et les hybrides hexaploïdes obtenus par doublement du nombre de chromosomes des hybrides triploïdes.

Après la description du matériel et des méthodes qui lui sont appliquées, l'auteur analyse les réussites des hybridations qui dépendent des deux phénomènes distincts suivants : la réussite des fécondations et le développement des albumens. Le niveau de ploïdie du pollen influe peu sur le taux de réussite des fécondations alors qu'il détermine le type de développement de l'albumen.

**BERTHAUD (J.). — The interspecific hybridization between *Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* Pierre. Development and comparison of triploid, Arabusta and hexaploid hybrids. First Part. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXII, n° 1, janv.-mars 1978, p. 3-12, tabl., fig., réf.**

The object of this study was to compare triploid hybrids between *Coffea arabica* and *C. canephora*, those obtained after chromosome doubling by treatment of the parents *C. canephora* with colchicine and the hexaploid hybrids obtained by doubling the number of the chromosomes of triploid hybrids.

After describing the material and methods which were used, the author analyses the successful hybridizations which depend on the two following phenomena : successful fertilisation and development of albumens. The ploidy level of the pollen has little influence on the fertilisation success rate, whereas it does determine the type of development of the albumen.

BERTHAUD (J.). — Die interspezifische Bastardierung zwischen *Coffea arabica* L. und *Coffea canephora* Pierre. Erlangung und Vergleich der triploiden, Arabusta und hexaploiden Hybriden. I. Teil. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXII, n° 1, janv.-mars 1978, p. 3-12, tabl., fig., réf.

Diese Untersuchung bezweckt den Vergleich der triploiden Hybriden zwischen *Coffea arabica* und *C. canephora*, jenen die nach Duplikation der Chromosome durch eine Behandlung mit Colchizin der Erzeuger *C. canephora* erlangt wurden und den hexaploiden Hybriden die durch Duplikation der Chromosome der triploiden Hybriden erzielt wurden.

Nach Beschreibung des Materials und der angewandten Methoden analysiert der Autor die Erfolge der Bastardierung die von den zwei verschiedenen folgenden Erscheinungen abhängen : das Gelingen der Befruchtungen und die Entwicklung der Sameneiweisse. Der Ploidiegrad des Pollens hat wenig Einfluss auf den Prozentsatz an Erfolg der Befruchtungen während er die Entwicklungsart des Sameneiweisses bestimmt.

BERTHAUD (J.). — La hibridación interespecífica entre *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre. Obtención y comparación de los híbridos triploides, Arabusta y hexaploides. Primera parte. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXII, n° 1, janv.-mars 1978, p. 3-12, tabl., fig., réf.

Este estudio tiene por objeto la comparación de los híbridos triploides entre *Coffea arabica* y *C. canephora*, aquellos obtenidos tras duplicación cromosómica por tratamiento mediante colchicina de los genitores *C. canephora* y los híbridos hexaploides obtenidos por duplicación del número de cromosomas de los híbridos triploides.

Tras la descripción del material y de los métodos que le son aplicados, el autor analiza los logros de las hibridaciones que dependen de los dos fenómenos distintos siguientes : el logro de las fecundaciones y el desarrollo de los albumenes. El nivel de ploidia del polen influye poco sobre el coeficiente de logro de las fecundaciones, mientras que, por otro lado, determina el tipo de desarrollo del albumen.

(à suivre)