

# AMELIORATION GENETIQUE DE *Coffea canephora* Pierre PAR HYBRIDATION INTERSPECIFIQUE : ETUDE DE DESCENDANCES DE PREMIERE GENERATION DE *Coffea* *canephora* Pierre X *Coffea congensis* Froenhner

A. S. P. N'GUETTA<sup>1</sup>; K. B. KOUAMANAN<sup>1</sup>; A. A. YAPO<sup>2</sup> et Y. J. LIDAH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Cocody Abidjan, UFR Biosciences, Laboratoire de génétique 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.  
E-mail : nguettaewatty@yahoo.fr

<sup>2</sup>Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), B.P. 808 Divo, Côte d'Ivoire.

## RESUME

Le café représente l'un des produits échangés les plus importants dans le monde. La culture du caféier *C. canephora* (robusta) constitue une importante source de revenus pour les pays producteurs. En Côte d'Ivoire, le café et le cacao représentent 20 % du Produit Intérieur Brut, plus de 50 % des exportations et près de 70 % de l'épargne intérieure. Cependant, les variétés utilisées de *C. canephora* ont une faible productivité et ne répondent plus aux caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques. Pour résoudre ces problèmes, un programme d'amélioration du robusta a été initié au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Divo, Côte d'Ivoire. Les 15 descendances hybrides F1 de *congesta* issues d'un plan factoriel complet 3 x 5, et 5 clones témoins dont trois de *C. canephora* et deux de *congesta*, ont été évalués à partir des caractères agronomiques, technologiques et de fertilité. Les résultats obtenus montrent que la descendance hybride 455 a une production importante équivalente à celle des clones témoins et la descendance 432 a les meilleures caractéristiques technologiques et de fertilité. La corrélation positive et significative observée entre la production et le grade 2 signifie qu'une production élevée conduit à une diminution de la taille des grains, caractéristique du café de Côte d'Ivoire. Sur l'ensemble des descendances étudiées, 21 ont été sélectionnées en fonction de leur production estimée à 2,0 t de café marchand / ha / an. Le gain de production de ces descendances se situe entre 16 et 87 % par rapport au témoin 461.

**Mots clés** : Café, descendance, robusta, *C. canephora*, *congesta*, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

GENETIC BREEDING OF *coffea canephora* Pierre BY INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION : STUDY OF FIRST GENERATION  
HYBRIDES OF *coffea canephora* Pierre X *coffea congensis* Froenhner

Coffee represents one of the most important exchanged products in the world. The culture of *C. canephora* (robusta) constitutes an important source of incomes for the producing countries. In Ivory Coast, coffee and cocoa represent 20 % of the gross domestic product, more than 50 % of exports and close to 70 % of the interior saving. However, *C. canephora* varieties used by the farmers and at the National Center of Agronomic Research (CNRA) presented low yield and also very low physical and chemical characters. To assess these problems, a breeding program of the robusta was conducted at CNRA, Divo, Côte d'Ivoire. The 15 progenies F1 hybrids of *congesta* used for this experiment were obtained by a 3 x 5 complete factorial design and three parents of *C. canephora* and two of *congesta* (five parents), were evaluated on the agronomic, technological and fertility characters. The results showed that only the progeny 455 produced high yield comparable to the yield of the parents while the progeny 432 presented high technological, chemical and fertility traits. A positive and significant correlation observed between the yield and the grade 2 means that a high yield leads to the reduction of the grain size. On the averaged, 21 progenies may be selected among the others on high yield basis. Genetic yield gain of these progenies was between 16 and 87 % in comparison with the best parent 461.

**Key words** : Coffee, hybrid, robusta, *C. canephora*, *congesta*, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

Le caféier est une plante pérenne originaire d'Afrique. Il appartient à la famille des *Rubiacees*, et au genre *Coffea*. Connue pour sa boisson préparée à partir de ses graines, le café est devenu en un siècle, le premier produit agricole d'exportation occupant la deuxième place mondiale, en valeur, derrière le pétrole (Anthony, 1991). Deux espèces aux exigences écologiques complémentaires fournissent la totalité du marché. L'espèce *Coffea arabica* L., cultivé en altitude représente 75 % et *Coffea canephora* P., adapté aux conditions de basse altitude constitue 25 % du marché mondial (Anthony, 1991).

La topographie de la zone caféicole de Côte d'Ivoire ne favorise pas la culture de l'arabica qui produit pourtant, un café de bonne qualité. L'utilisation du robusta, bien adapté aux conditions ivoiriennes de caféiculture s'est par conséquent imposée. Cependant, la difficulté avec le robusta c'est qu'il produit un café ayant une faible granulométrie, un goût amer et un taux de caféine très élevée, autour de 2,8 %.

Afin d'améliorer les qualités organoleptiques du café, des programmes d'amélioration variétale ont été initiés et ont permis la création de l'arabusta qui est un hybride interspécifique entre *C. arabica* et *C. canephora*. C'est un caféier vigoureux qui produit un café de bonne qualité présentant un bon goût et une teneur en caféine inférieure à 2 % de matière sèche. Cependant, la productivité de cet hybride reste faible, rendant sa vulgarisation difficile (Le Pierres et Charmetant, 1985).

Dans le but d'améliorer le robusta, un autre hybride interspécifique a été créé entre *C. canephora* et *C. congensis* F. *C. congensis* est considérée comme pont entre le tétraploïde *C. arabica* et le diploïde *C. canephora*. Cette espèce apparaît de ce fait très importante pour l'amélioration du café robusta par voie d'hybridation interspécifique (Le Pierres, 1988). Elle se caractérise par une forte ramification et un port buissonnant. Les caractéristiques physico-chimiques de son café sont bonnes avec un rendement en café marchand élevé, de l'ordre de 23 % en moyenne contre 17 % pour *C. canephora* et une bonne granulométrie (Coste, 1989). La teneur en caféine est faible, varie de 0,8 à 2 % de matière sèche (Anthony et Le Pierres, 1987). L'espèce présente en plus, un très bon niveau de résistance à la rouille orangée.

Les travaux d'hybridation entre *C. canephora* et *C. congensis* visent à exploiter de façon simultanée les caractéristiques importantes chez ces deux espèces et adapter leurs hybrides (congusta) aux conditions de culture du robusta (Ravohitrarivo, 1980 ; Anthony et Le Pierres, 1987 ; Yapo *et al.*, 1989). La grande majorité des hybrides F<sub>1</sub> observés ont un système racinaire peu développé et non adapté aux types de sols et climats de la zone caféière de la Côte d'Ivoire. Le développement de l'appareil végétatif en est alors très réduit et rend les congusta sensibles aux variations climatiques. Leurs floraisons sont importantes et conduisent à des récoltes très étalées (Yapo *et al.*, 1989).

L'objectif de cette présente étude est de contribuer à l'amélioration du robusta par le choix de têtes de clones congusta à travers des descendances obtenues par hybridation interspécifique entre *C. canephora* et *C. congensis*.

## MATERIEL ET METHODES

### SITE D'ETUDE

Cette étude a été conduite entre 2001 et 2003 sur le site d'expérimentation du CNRA de Divo situé dans une plaine entre 50 et 100 m d'altitude (Le Pierres, 1995). Ce site a été choisi parce qu'il est représentatif de la zone forestière centrale de Côte d'Ivoire, lieu de production du café et du cacao (Moulinier, 1962).

Le sol utilisé en caféiculture sur la station est généralement profond, de nature ferralitique, gravillonnaire et très peu riche en matières organiques. La dalle latéritique peut affleurer dans certaines parcelles à 30 cm de la surface (Cestac et Snock, 1982).

La région de Divo présente un climat favorable à la culture du robusta. Ce climat se caractérise par une pluviométrie annuelle de 1 800 mm avec les températures moyennes allant de 26 à 27 °C et une amplitude journalière de 6 à 7 °C. L'hygrométrie, élevée, est souvent supérieure à 80 % d'humidité relative. Deux saisons de pluies alternent avec deux saisons sèches.

Une forte nébulosité provoquant une diminution de la transmission de 30 à 60 % d'énergie solaire est défavorable à la photosynthèse et au bon séchage de produits récoltés.

## MATERIEL ET DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le matériel végétal est constitué de 707 hybrides congusta de première génération provenant de 15 familles de pleins frères issus du croisement *C. canephora* × *C. congensis* (Tableau 1). Le nombre d'arbres par descendance varie de 28 à 55. Les parents femelles, considérés comme testeurs, sont 3 clones représentatifs de la diversité génétique de *Coffea canephora* (Berthaud, 1980 ; Leroy *et al.*, 1993). Il s'agit d'un clone du pool guinéen, un du pool congolais et un clone hybride issu des deux pools (Tableau 1). Les parents mâles sont 5 arbres de *Coffea congensis* choisis dans la collection du CNRA issue de prospection au Cameroun.

Trois clones de *C. canephora* (126, 202 et 461) et 2 clones congusta (468 et 469) ont été utilisés comme témoins dans l'essai. Leurs nombres d'arbres varient de 33 à 41.

Le clone 126 a été utilisé parce qu'il inter-réagit par rapport au milieu. Il a une grosseur de grain acceptable, autour de 13 g pour 100 grains. Le clone 202 est majoritairement de grade 1 ( $\geq 85\%$ ) et a un poids de grains compris entre 18 et 20 g. Le clone 461 est le témoin le plus stable avec une production de 2,5 t / ha / an et le mieux adapté à la zone caféière de la Côte d'Ivoire. Les clones congusta 468 et 469 sont vulgarisés à Madagascar et connus sous le nom d'hybride HA et HB, respectivement. Ce sont les seuls congusta existant dans la collection du CNRA. Ils ont été utilisés pour évaluer leur comportement par rapport aux descendants. L'essai a été planté en 1989 sur la station de recherche du CNRA de Divo. Les croisements ont été réalisés suivant un plan factoriel complet sans croisements réciproques (Tableau 1). Le dispositif de plantation est une randomisation totale de parcelles mono arbres à la densité de 1961 plants / ha.

**Tableau 1** : Code et nombre d'individus issus du plan factoriel complet de croisement entre 3 parents femelles de *C. canephora* et 5 parents mâles de *C. congensis*.

*Mating design used to produce each of the F1 hybrides between C. canephora and C. congensis.*

Code et origine des générateurs femelles ( <i>C. canephora</i> )	Code des générateurs mâles camerounais ( <i>C. congensis</i> )				
	03 677	03 974	03 975	03 1224	03 1288
410 (Guinéen)	449** (51)*	452 (52)	455 (49)	463 (54)	450 (55)
461 (Hybride Gui x Con)	424 (28)	410 (52)	407 (44)	422 (28)	411 (49)
464 (Congolais)	429 (46)	432 (53)	435 (54)	443 (48)	430 (44)

\*\* Code du croisement.

\* Nombres d'individus obtenus par croisement et analysés.

## Analyse des variables agronomiques

Trois caractères agronomiques dont la vigueur, la croissance et la production cumulée ont été mesurés. La vigueur, déterminée par le diamètre au collet en cm (DIACO) et la croissance, déterminée par le nombre de rameaux plagiotropes (PLAG) ont été mesurés 2 ans après la mise en place de la plantation. La production a été évaluée par le poids cumulé en kg de 5 années de récolte de cerises fraîches par arbre (PCUM).

## Analyse des échantillons

650 échantillons de cerises fraîches provenant de 712 géotypes (707 hybrides et 5 témoins) dont le poids varie entre 500 g et 1 kg ont été séchés au soleil pendant 15 à 20 jours. A l'aide d'une mini décortiqueuse manuelle et d'une vanneuse électrique, ces échantillons ont été décortiqués et vannés. Les échantillons ont ensuite été triés manuellement pour les débarrasser des grains noirs, des brisures, des fèves plates, des fèves avortées et des grains

scolytés. Le café vert ou café marchand ainsi obtenu a été passé à l'étuve à 120 °C pendant 24 h pour en déterminer le poids sec à 0 % d'humidité. Plusieurs paramètres technologiques ont été évalués à partir du café marchand :

Le taux de grains caracolis (TCAR) qui exprime la stérilité gamétique est évalué par la formule :  
 $TCAR = 100 \times \text{Nombre de grains caracolis} / \text{Nombre total de grains}$ .

Les grains caracolis sont des grains anormalement arrondis provenant du développement de cerises uniloculaires ou biloculaires lorsqu'un des ovules avorte (Coste, 1993).

La granulométrie (P100GR) qui mesure le poids de 100 grains à 12 % d'humidité est évaluée par la formule :

$P100GR = 100 \times \text{Poids de l'échantillon à la sortie de l'étuve à 0 \% d'humidité} / (0,88 \times \text{Nombre total de grains})$ .

Le rendement en café marchand (RCM) qui traduit le poids de café vert ou café marchand à 12 % d'humidité obtenu pour 100 g de cerises fraîches est déterminé de la manière suivante :

$RCM = 100 \times \text{Poids sortie de l'étuve à 0 \% d'humidité} / (0,88 \times \text{Nombre total de grains})$ .

Les grades 1 et 2 (GRA I, GRA II) traduisent la côte du café marchand sur le marché international et déterminent ainsi son niveau d'appréciation par les industriels et les consommateurs. Les grades sont déterminés par calibrage du café vert sur les tamis de différentes mailles. Ces tamis sont numérotés de 10 à 18, proportionnellement à la grosseur des mailles.

Le grade 1 est égal au pourcentage du poids des grains retenus par les tamis 16 et 18 par rapport au poids total de l'échantillon de café marchand. Le grade 2 est égal à celui des grains retenus par le tamis 14.

$GRA I = 100 \times \text{Somme des poids (Tamis 18 + tamis 16)} / (\text{Poids marchand de l'échantillon})$ .

$GRA II = 100 \times \text{Somme des poids (Tamis 14)} / \text{Poids marchand de l'échantillon}$ .

### Analyse statistique des données

Les analyses de variances ont été effectuées à l'aide de la procédure GLM (General Linear Models) du logiciel SAS (SAS, 1989). Les

corrélations de PEARSON entre les différents caractères ont été également déterminées. Le modèle analysé est un modèle mixte à deux facteurs mâle et femelle, le premier (mâle) étant aléatoire et le second (femelle) fixe.

$$Y_{ijk} = \mu + \mu_i + f_j + S_{ij} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = performance du descendant k issu du croisement mâle i × femelle j

$\mu$  = moyenne générale de l'essai

$\mu_i$  = effet aléatoire du parent mâle i

$f_j$  = effet fixe du parent femelle j (testeur j)

$S_{ij}$  = effet d'interaction mâle i × femelle j ;

$E_{ijk}$  = erreur

Les moyennes des familles ont été comparées par la méthode de Newman et Keuls au seuil de 5 % (Dagnelie, 1970)

## RESULTATS

### ANALYSE DES PARAMETRES AGRONOMIQUES

Les analyses de variance réalisées sur les variables agronomiques de vigueur (DIACO), de croissance (PLAG) et de production (PCUM) suivant le modèle mixte à deux facteurs sont hautement significatives ( $P = 0,001$ ) et mettent en évidence un effet famille, un effet parent et un effet d'interaction mâle - femelle (Tableau 2).

La comparaison du potentiel des parents à travers les moyennes des paramètres agronomiques mesurés chez leurs descendants hybrides *congusta* montre que le parent 410 est le meilleur géniteur parmi les parents femelles. En effet, les descendants de ce clone ont une meilleure production, une bonne croissance et une bonne vigueur (Tableau 3). La descendance du parent hybride 461 a été moyenne pour les variables de croissance et de vigueur, et faible au niveau de la production. Les descendants du clone Congolais 464 ont pour leur part, une faible croissance et une faible vigueur mais une production élevée.

Les descendants du génotype 03975 ont un potentiel de production plus important par rapport aux autres génotypes mâles (Tableau 3). Au niveau de la vigueur, les descendants du génotype 031228 ont les plus faibles diamètres au collet.

L'interaction mâle-femelle est hautement significative. Le classement des moyennes montre que sur les trois clones témoins de *C. canephora*, le clone 126 a un potentiel de production plus élevé mais une croissance en diamètre très faible, autour de 14,73 cm (Tableau 4). Le clone 461 a également un potentiel de production important, un nombre élevé de rameaux plagiotropes (4,15) et un diamètre plus élevé que le clone 126.

La descendance 455 est le seul hybride qui a une production moyenne importante et équivalente à celle du clone témoin 202 et a également un diamètre au collet plus élevé (17,41 cm). Les descendance 452 et 449 ont un faible potentiel de production mais un diamètre au collet très élevé.

#### ETUDE DES PARAMETRES TECHNOLOGIQUES ET DE FERTILITE

L'analyse de variance réalisée sur les paramètres technologiques et de fertilité suivant le modèle mixte à deux facteurs mâle-femelle, montre un effet famille et un effet parent femelle hautement significatifs ( $P = 0,001$ ). L'effet parent mâle par contre est non significatif pour la variable GRA II, et hautement significatif pour les autres variables (Tableau 5).

Au niveau des parents *C. canephora*, les résultats indiquent que le clone 464 donne des descendants ayant de gros grains, un taux de caracolis faible et un rendement en café marchand élevé (Tableau 6). Les descendants du clone 410 par contre, ont des taux de caracolis élevés, une granulométrie et un rendement en café marchand faibles et un taux de grade 2 élevé. Les descendants du clone 461 se comportent pratiquement comme ceux du clone 410 à la différence d'une granulométrie plus faible.

La comparaison des moyennes permet de différencier pour la plupart des variables deux groupes homogènes chez les parents mâles sauf au niveau de la variable TCAR où il existe quatre différents groupes (Tableau 6). Les

résultats observés indiquent que les géniteurs mâles 03974 et 031224 présentent les meilleurs paramètres technologiques et de fertilité. Ces géniteurs induisent de gros grains, une bonne granulométrie et un faible taux de grains caracolis. Au regard des résultats obtenus, les géniteurs *C. congensis* utilisés dans cette étude apparaissent génétiquement différents, même s'ils paraissent statistiquement identiques.

Les résultats obtenus chez les familles montrent que chez les hybrides, seules deux descendance ont plus de 50 % de grade 1 (Tableau 7). La descendance 432 avec 66 % de grade 1, une granulométrie de 16 g pour 100 grains et 24,15 % de rendement en café marchand, présente les meilleures caractéristiques technologiques et de fertilité. Le clone témoin 202 présente de très bonnes caractéristiques technologiques et de fertilité. Ce clone a produit un taux en grade 1 de 88 %, une granulométrie élevée de 20 g pour 100 grains, un faible taux de caracolis de 13 % et un rendement en café marchand élevé. Les autres clones témoins ont un taux de grade 1 de l'ordre de 50 %, une bonne granulométrie de plus de 15 g pour 100 grains et un rendement en café marchand largement au dessus de la moyenne (22 %).

#### ETUDE DES CORRELATIONS ENTRE LA PRODUCTION ET LES AUTRES CARACTERISTIQUES

Les corrélations phénotypiques ont été calculées entre la production et les caractères technologiques et de fertilité (Tableau 8). Le grade 1 et la production ne sont pas significativement corrélés alors qu'il existe une corrélation positive significative entre la production et le grade 2. Il existe également une corrélation positive entre le rendement en café marchand et la production et une corrélation négative entre la production et le taux de caracolis. Cela signifie qu'un rendement en café marchand élevé augmente la production alors qu'un taux de caracolis élevé entraîne une baisse importante de la production.

**Tableau 2 :** Valeurs de F issus des analyses de variance des caractères agronomiques des familles et des parents *canephora* et *congensis*.

*F values from the analysis of variance of agronomic characters of families and parents of C. canephora and C. congensis.*

Variables	Valeurs de F				CV (%)
	Familles* (19 ddl)	Parents Femelles* (2 ddl)	Parents Mâles* (4 ddl)	Interactions mâle-femelles* (8 ddl)	
PCUM	36,87***	51,93***	6,73***	6,73***	48,27
PLAG	14,53***	69,41***	0,66 <sup>ns</sup>	4,37***	43,55
DIACO	6,21***	30,40***	5,42***	3,24**	16,17

\*\*\* : Hautement significatif

\*\* : Significatif à 1 %

ns : Non significatif

\* degré de liberté (ddl) = 19, correspond à 20 familles au total.

\* ddl = 2, correspond à trois (3) parents femelles.

\* ddl = 4, correspond à cinq (5) parents mâles.

\* ddl = 8, correspond au degré de liberté obtenu par interaction entre parents mâles et femelles.

**Tableau 3 :** Comparaison du potentiel des parents à travers les moyennes des paramètres agronomiques de leurs descendants *congusta*.

*Comparison of the potential of the parents across the average of agronomic parameters of their congusta hybrids.*

Parents	Valeurs des caractères agronomiques mesurés		
	PCUM	PLAG	DIACO
Femelles	410	157,45 a*	3,08 a
	464	128,47 b	1,88 b
	461	93,01 c	2,96 a
Mâles	03975	149,74 a*	2,63 a
	03974	131,47 b	2,52 a
	031228	126,25 b	2,61 a
	03677	120,86 b	2,70 a
	031224	113,99 b	2,73 a

\* Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes

PCUM : Production cumulée

PLAG : Plagiotrope

DIACO : Diamètre au collet.

**Tableau 4** : Comparaison des performances agronomiques des congusta et de leurs parents.*Comparison of agronomic performances of congusta and their parents.*

PCUM (kg)		PLAG		DIACO (cm)	
Familles	Moyenne	Familles	Moyenne	Familles	Moyenne
<u>126</u>	359,39 a*	<u>461</u>	4,15 a	455	17,41 a
<u>461</u>	254,61 b	<u>469</u>	3,61 ab	452	17,36 a
455	211,00 c	<u>468</u>	3,61 ab	449	17,10 ab
<u>202</u>	193,97 cd	463	3,39 b	463	16,72 abc
<u>468</u>	186,54 cde	424	3,21 bc	<u>461</u>	16,67 abc
<u>469</u>	178,33 cde	410	3,21 bc	443	16,48 abcd
452	177,25 cde	<u>126</u>	3,17 bc	424	16,38 abcd
430	167,25 cdef	411	3,14 bc	410	16,17 abcd
463	163,76 def	449	3,12 bc	<u>468</u>	16,15 abcd
429	161,76 def	450	3,00 bcd	450	16,11 abcd
435	140,83 efg	455	3,00 bcd	435	15,76 abcd
450	125,93 fgh	452	2,88 bcde	411	15,63 abcd
410	115,02 ghi	407	2,80 bcde	407	15,41 bcd
449	113,14 ghi	<u>202</u>	2,51 cdef	422	15,32 bcd
432	102,70 ghi	443	2,29 def	<u>469</u>	15,26 bcd
407	92,45 hi	422	2,21 efg	429	15,16 cd
411	89,80 hi	411	2,17 efg	<u>202</u>	15,16 cd
422	83,80 hi	435	1,91 fgh	432	15,13 cd
443	75,56 i	430	1,54 gh	<u>126</u>	14,73 d
424	67,75 i	432	1,49 h	430	13,61 e

\* Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Means followed by the same letter under the same columns are not significantly different.

Les familles soulignées représentent les clones témoins

**Tableau 5** : Valeurs de F issus des analyses de variance des caractères technologiques des familles et des parents *canephora* et *congensis*.*F values from the analysis of variance of technologic characters of families and parents of canephora and congensis.*

Variables	Valeurs de F				CV (%)
	Familles* (19 ddl)	Parents Femelles* (2 ddl)	Parents Mâles* (4 ddl)	Interactions mâle-femelles* (8 ddl)	
GRA I	42,42***	163,67***	13,40***	4,58***	55,14
GRA II	18,91***	49,82***	2,30 ns	8,41***	24,73
P100GR	43,72***	97,02***	14,39***	6,05***	13,64
TCAR	29,79***	67,40***	37,49***	16,83***	40,65
RCM	19,50***	76,12***	6,23***	8,61***	16,01

\*\*\* : Hautement significatif

ns : Non significatif

\* degré de liberté (ddl) = 19, correspond à 20 familles au total.

\* ddl = 2, correspond à trois (3) parents femelles.

\* ddl = 4, correspond à cinq (5) parents mâles.

\* ddl = 8, correspond au degré de liberté obtenu par interaction entre parents mâles et femelles.

GRA I, GRA II, P100GR, TCAR, RCM

**Tableau 6** : Comparaison du potentiel des parents à travers les moyennes des paramètres technologiques et de fertilité de leurs descendants congusta.

*Comparison of the potential of the parents across the average performance of the technological and fertility parameters of their congusta hybrids.*

Parents et codes	Valeurs des caractères technologiques et de fertilité mesurés					
	GRA I	GRA II	P100GR	TCAR	RCM	
Femelles	464	47,08 a*	40,45 b	13,56 a	25,26 b	24,23 a
	410	19,87 b	50,93 a	11,36 b	43,31 a	19,92 b
	461	14,47 c	41,02 b	10,93 c	41,40 a	20,27 b
Mâles	03974	32,59 a*	43,41 ab	12,49 a	27,03 d	22,00 a
	031224	32,16 a	46,24 ab	12,06 a	28,10 d	21,51 a
	031228	25,57 b	47,69 a	11,93 a	43,73 b	21,06 a
	03677	23,07 b	46,72 ab	12,16 a	53,86 a	19,94 b
	03975	19,97 b	42,83 b	10,98 b	36,03 c	21,68 a

\* Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes

GRAI : Grade 1

GRAII : Grade 2

P100GR : Poids de 100 grains

TCAR : Taux de grains caracolis

RCM : Rendement en café marchand.

**Tableau 7** : Comparaison des performances technologiques et de fertilité des congusta et de leurs parents.

*Comparison of technological and fertility performances of congusta and their parents.*

		Valeurs des paramètres							
GRA I		GRA II		P100GR		TCAR		RCM	
Fam.	moyenne	Fam.	moyenne	Fam.	Moyenne	Fam.	moyenne	Fam.	moyenne
<u>202</u>	87,86 a*	<u>126</u>	57,91 a	<u>202</u>	19,74 a	449	75,05 a	429	26,21 a
432	66,14 b	450	53,20 ab	432	15,81 b	424	59,25 b	<u>468</u>	25,83 ab
443	54,06 c	449	52,47 abc	<u>469</u>	15,44 b	450	50,95 c	<u>469</u>	25,66 ab
<u>468</u>	48,10 cd	463	51,80 abc	<u>468</u>	15,31 b	411	49,60 c	<u>461</u>	25,26 ab
<u>469</u>	46,63 cd	452	51,35 abcd	443	14,00 c	407	44,91 cd	<u>202</u>	24,59 abc
430	43,41 cd	<u>461</u>	49,76 abcd	430	13,25 cd	455	38,59 de	432	24,15 abc
429	38,19 de	429	47,45 bcde	429	12,84 de	<u>469</u>	36,48 def	430	24,14 abc
435	38,02 de	<u>469</u>	47,37 bcde	<u>126</u>	12,48 def	<u>468</u>	33,38 efg	435	23,95 abc
463	28,69 ef	455	45,81 bcdef	435	12,36 defg	<u>461</u>	32,93 efg	<u>126</u>	23,29 bcd
452	25,58 fg	410	45,30 bcdef	443	12,09 defgh	<u>126</u>	32,08 efg	443	22,30 cde
<u>126</u>	19,77 fgh	422	45,05 bcdef	452	11,70 efghi	422	30,32 efgh	450	21,42 de
450	19,68 fgh	<u>468</u>	44,13 bcdef	411	11,52 fghij	410	29,93 efgh	463	21,35 de
411	17,47 fgh	430	44,06 bcdef	463	11,48 fghij	463	27,87 efgh	410	21,07 de
410	15,81 gh	435	43,11 cdef	450	11,38 fghij	443	27,05 efgh	407	20,84 de
449	15,18 gh	411	41,75 def	<u>461</u>	11,14 fghij	430	25,75 fgh	422	20,75 de
424	13,96 gh	407	38,23 ef	424	11,00 ghij	432	25,75 fgh	411	20,55 de
407	13,03 gh	443	36,60 f	410	10,94 hij	452	25,20 fgh	455	20,43 de
455	10,28 h	424	30,50 g	422	10,82 hij	435	25,15 fgh	450	19,53 e
<u>461</u>	10,17 h	432	29,02 g	407	10,39 ij	429	23,04 gh	449	16,68 f
<u>422</u>	9,04 h	<u>202</u>	11,30 h	455	10,27 j	<u>202</u>	13,08 h	424	16,15 f

\* Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Means followed by the same letter under the same column are not significantly different.

Les familles soulignées représentent les clones témoins.

P100 GR : Poids de 100 g

TCAR : Taux de grains caracolis

RCM: Rendement en café marchand

**Tableau 8** : Coefficients de corrélation phénotypique entre les différentes variables testées.*Phenotypic correlation coefficients between different variables.*

	GRA I	GRA II	P100GR	TCAR	RCM	PCUM
GRA I	1					
GRA II	-0,471***	1				
P100GR	0,847***	-0,317***	1			
TCAR	-0,293***	0,044 <sup>ns</sup>	-0,038 <sup>ns</sup>	1		
RCM	0,404***	-0,030 <sup>ns</sup>	0,397***	-0,429***	1	
PCUM	0,000 <sup>ns</sup>	0,147***	0,055 <sup>ns</sup>	-0,163***	0,217***	1

\*\*\* : hautement significatif (highly significant)

ns : non significatif (non significant)

GRA I, GRA II, P100GR, TCAR, RCM, PCUM = idem tableaux 3 et 7

## CHOIX DES TETES DE CLONES POUR LE DEUXIEME CYCLE

Les résultats observés ont permis de sélectionner 21 génotypes dont la production est supérieure à celle du clone témoin 461 (2 000 kg / ha). Les productions de ces génotypes varient de 2300 à 3800 kg cm / ha / an, ce qui correspond à un gain de production compris entre 16 et 87 %.

Sur l'ensemble de ces 21 génotypes sélectionnés, 62 % sont issus du clone femelle 410 contre 19 %, respectivement, pour les clones femelles 461 et 464.

## DISCUSSION

Cette étude a permis de montrer que la performance des hybrides congusta est fonction du parent femelle *canephora* et de la spécificité du croisement avec le mâle *congensis* qui lui est associé. Les clones restent globalement plus productifs que les hybrides qui cependant, sont plus vigoureux au stade juvénile. Les résultats obtenus, montrent que les génotypes de *C. congenis* utilisés dans cette étude ont une faible variabilité génétique.

La performance des descendants est fonction des géniteurs femelles de *C. canephora* mais, également de la spécificité de la rencontre mâle / femelle étant donné que l'aptitude spécifique à la combinaison n'est pas négligeable.

Leroy (1993) a indiqué que la production et la vigueur sont deux paramètres, fortement corrélés ( $r > 0,5$ ). Ceci signifie que les génotypes bons producteurs sont aussi très vigoureux.

En effet, *C. congenis* croît sur les berges et les rives périodiquement inondées du fleuve

Congo contrairement à *C. canephora*, bien adapté aux conditions écoclimatiques d'Afrique occidentale et centrale (Capot, 1971 ; Coste, 1993). Les travaux sur les hybrides congusta ont montré que la grande majorité des hybrides  $F_1$  ont également un système racinaire peu développé et par conséquent non adapté aux exigences des sols et des climats de la zone de culture caféière en Côte d'Ivoire au contraire des arabusta, hybride tétraploïde issu du croisement entre *C. canephora* et *C. arabica*, qui sont moins productifs à cause de leur faible vigueur (Yapo *et al.*, 1989)

Cependant, les résultats obtenus montrent que l'hybride 455 présente une production importante, équivalente à celle du clone 202 et des deux clones témoins congusta. Cette performance est importante pour des hybrides de première génération dont les géniteurs *congensis* sont pratiquement de génotypes 'sauvages' et peu productifs (Berthaud et Guillaumet, 1978).

Les valeurs obtenues en café marchand sont comprises entre 16,15 et 26,21 % avec une moyenne de 21,30 %. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Anthony et Le Pierres (1987) qui ont estimé ce taux pour des caféiers *congensis* originaires de la République Centrafricaine à 23 % contre 17 % chez *C. canephora*.

Le rendement en café marchand dépend plus de l'environnement et de l'ensemble des techniques culturales que de l'origine génétique des géniteurs (Adou, 2004). Le rendement en café marchand est positivement corrélé avec la production cumulée, le poids de 100 grains à 12 % d'humidité et le grade 1. Cela signifie qu'un rendement en café marchand élevé augmente la production, améliore la taille moyenne et la grosseur des fèves. Il est négativement corrélé avec le taux de caracolis comme l'avaient indiqué Leroy (1993) et Le Pierres (1995).

La fertilité ovulaire peut être estimée par le pourcentage des fèves caracolis ou le taux de loges vides. Un grain caracoli est une fève de forme arrondie due au développement d'un seul des deux ovules du fruit (Charrier, 1971). Les taux de grains caracolis obtenus dans cette étude sont plus élevés chez les descendances hybrides que chez des clones témoins. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Charrier (1972). Le pourcentage de grains caracolis varie avec l'année, l'époque de récolte et le génotype (IFCC, 1963). Du fait de l'origine hybride de ces caféiers, des anomalies génétiques et chromosomiques peuvent se produire au cours de la mégasporogénèse et entraîner la formation d'ovules non viables. Ce facteur de stérilité partielle ou stérilité ovulaire expliquerait la fréquence élevée de fécondation d'un seul des deux ovules contenu dans les ovaires (Leroy, 1993).

Les valeurs élevées obtenues en granulométrie sont de 15,8 et 10,3 g pour 100 grains. L'hybride 432 a une granulométrie de 15 g pour 100 grains. Des souches présentant des fèves allongées avec un poids de 100 grains supérieur à 15 g ont été observées sur des cerises de caféiers de *congensis* (Anthony et Le Pierres, 1987). L'utilisation de *C. congensis* dans les croisements avec l'espèce cultivée, *C. canephora* peut aboutir à des hybrides ayant de gros grains et une forte ramification. Le Pierres (1995) a observé que la granulométrie est de 13 g pour 100 grains à 12 % d'humidité pour les clones de *canephora* vulgarisés. Charrier (1982) a montré qu'il n'existe pas de corrélation entre le poids de 100 grains et la production et que l'effet du milieu peut être important sur ce caractère. Une réduction de 5 g pour 100 grains a été observée pour les mêmes souches de *C. canephora* cultivée à Madagascar et en Côte d'Ivoire. La variation annuelle observée au niveau du poids de 100 grains à 12 % d'humidité est de l'ordre de 2 g / 100 grains (Charrier, 1982).

Du point de vue de la granulométrie, les fèves de *robusta* sont généralement de taille moyenne. La proportion du grade 1 n'atteint en moyenne que 50 % pour les clones sélectionnés (Capot, 1971) comme des descendances de première génération d'hybrides *congusta*. Par contre l'*arabusta stricto sensu* possède un taux en grade 1 d'environ 85 % (Le Pierres, 1995). Les deux hybrides 432 et 443 sont donc remarquables du point de vue de leurs qualités technologiques, avec plus de 50 % de grade 1.

Les présents travaux ont montré une corrélation phénotypique négative et hautement significative entre les grades 1 et 2 similaires à ceux obtenus par Adou (2004). Un taux élevé de café de grade 1 entraîne simultanément une diminution du pourcentage de café de grade 2. Par ailleurs, cette étude a également montré que le grade 2 est positivement et significativement corrélé à la production. Ce résultat explique plutôt la cotation presque systématique de l'ensemble de la production ivoirienne en grade 2.

Vingt un génotypes ont été sélectionnés sur la base de la production du clone témoin 461. Ce clone a produit 2000 kg de café marchand par hectare et par an. La sélection a été faite suivant le modèle de Montagnon (2000) qui a exprimé le gain de production obtenu en pourcentage du témoin 461.

En effet, il est à remarquer que le clone 461 n'est pas le meilleur producteur de l'essai mais, c'est le clone le plus stable, le mieux adapté à la zone caféière ivoirienne et le plus utilisé également comme témoin pour la production dans des essais de café au CNRA (Montagnon, 2000).

## CONCLUSION

Les analyses de variance réalisées tant au niveau des paramètres agronomiques que des caractères technologiques et de fertilité ont mis en évidence des effets parent et famille hautement significatifs. Tous les effets d'interaction mâle - femelle sont également hautement significatifs, ce qui indique que les aptitudes spécifiques à la combinaison pour ces caractères ne sont pas nulles.

La performance des descendances est fonction de celle de la femelle et de l'aptitude spécifique à la combinaison. La faible variabilité observée au niveau des géniteurs mâles est sans doute en relation avec le mode de sélection basée sur l'abondance de la floraison de l'ensemble des géniteurs mâles. Ces résultats montrent qu'il est possible de sélectionner sur la base des familles.

Sur la base de la production du clone témoin 461, 21 génotypes ont été retenus avec une production supérieure à 2000 kg café marchand / ha / an. Le gain de production de ces génotypes sélectionnés par rapport au témoin clonal se situe entre 16 et 87 %.

Pour l'amélioration du robusta, un ensemble de rétro croisements pourrait être réalisé sur le parent *canephora* avec les génotypes sélectionnés afin de transmettre le caractère « adaptation à la zone caféicole du *robusta* » aux générations de backcross. Ces génotypes sélectionnés pourront être évalués dans un essai clonal en compétition avec les clones vulgarisés.

L'évaluation des caféiers de *C. congensis* issus des prospections du Cameroun aux niveaux agronomique, technologique et biochimique serait donc indispensable afin d'opérer un meilleur choix sur des géniteurs à utiliser dans le programme d'amélioration.

*C. congensis* peut apporter à l'espèce cultivée des traits de résistances à la rouille, granulométrie et ramification élevées. L'utilisation de cette espèce dans le schéma de sélection récurrente réciproque serait bénéfique pour la recherche caféière en Côte d'Ivoire.

Cependant, tous les résultats obtenus ne doivent pas être considérés comme définitifs puis que l'étude a été conduite sur le seul site de recherche sur le café en Côte d'Ivoire. Cette étude doit être reproduite dans d'autres milieux, afin de sélectionner des descendance hybrides qui s'adaptent à plusieurs milieux de production de café de Côte d'Ivoire.

## REFERENCES

- Adou (K. E.). 2004. Etude des paramètres génétiques des caractères technologiques chez *Coffea canephora* Pierre. Etude de l'héritabilité familiale en test en fonction de la taille des descendance. Mémoire de DEA, Université de Cocodv, 32 p.
- Anthony (F.) et (D.) Le Pierres. 1987. La diversité génétique de l'espèce *Coffea congensis* Froehner : Evaluation en Côte d'Ivoire des caféiers sauvages originaires de la République Centrafricaine. Café Cacao Thé, XXXI, 4, p. 251 - 274.
- Anthony (F.). 1991. Les ressources génétiques des caféiers : collecte, gestion d'un conservatoire et évaluation de la diversité génétique. Thèse de doctorat en Sciences (Université de Paris XI), Orsay, 249 p.
- Berthaud (J.). 1980. L'incompatibilité chez *Coffea canephora*. Méthode de test et déterminisme génétique. Café Cacao Thé, XXIX, p. 267 - 274.
- Berthaud (J.). 1986. Proposition pour une nouvelle stratégie d'amélioration des caféiers, de l'espèce *C. canephora*, basée sur les résultats de l'analyse des populations sylvestres. 11<sup>e</sup> colloque de l'ASIC (Paris), Lomé (Togo), p. 445 - 505.
- Berthaud (J.) et (J. L.) Guillaumet. 1978. Les caféiers sauvages en Centrafrique. Résultats d'une Mission de prospection, (janvier - février 1975). Café Cacao Thé, XXIV. 3, p 171 - 186.
- Capot (J.). 1971. L'amélioration du caféier par hybridation interspécifique. IFCC, Division génétique, Comité technique (Bingerville). 8 p.
- Cestac (Y.) et (J.) Snock. 1982. Les essais de densité de dispositif de plantation et de taille de Café robusta en Côte d'Ivoire. Résultats et perspectives. Café Cacao Thé, XXIV, p. 336 - 343.
- Charrier (A.). 1971. Etude de la pollinisation des caféiers cultivés par marquage du pollen au phosphore (<sup>32</sup>P) et au soufre (<sup>35</sup>S) radioactifs. Café Cacao Thé, XV, 3, p. 181 - 191.
- Charrier (A.). 1972. L'inter compatibilité des clones de caféiers cultivés sur la Côte Est Malgache. Café Cacao Thé. XVI, 2, p. 111 - 222.
- Charrier (A.). 1982. Quelques réflexions possibles sur les possibilités d'amélioration génétique de la qualité des cafés. 10<sup>e</sup> colloque de l'ASIC (Paris), Salvador (Brésil), p. 369 - 374.
- Coste (R.). 1989. Caféiers et cafés. ACCT (Paris), p. 12 - 68 ; p. 179 - 193.
- Dagnelie (P.). 1970. Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Les presses agronomiques (Gembloux), vol. II.
- IFCC. 1963. Principes de sélection des caféiers canéphoroïdes et liberio-excelsoïdes. Café Cacao Thé VI, 2, p. 89 - 104.
- Le Pierres (D.) et (P.) Charmetant. 1985. Relations entre la vigueur, la fertilité des arabusta. 10<sup>e</sup> colloque de l'ASIC (Paris), Lomé (Togo), 427 - 437.
- Le Pierres (D.). 1988. Est-il possible d'améliorer le Café de Côte d'Ivoire par la culture du caféier d'altitude *Coffea arabica* L. Communication aux 3<sup>e</sup> assises de l'AISA, 26 p.
- Le Pierres (D.). 1995. Etude des hybrides inter spécifiques tétraploïdes de première génération entre *Coffea arabica* L. et les

- caféiers diploïdes. Thèse de doctorat du 3<sup>e</sup> cycle, Université de Paris-XI-Orsay, 291 p.
- Leroy (T.). 1993. Diversité, paramètres génétiques et amélioration par la sélection récurrente réciproque du caféier *Coffea canephora* Pierre. Thèse de doctorat du 3<sup>e</sup> cycle (ENSA de Rennes), 128 p.
- Leroy (T.), Montagnon (C.), Charrier (A.) et (A. B.) Eskes. 1993. Reciprocal recurrent selection Applied to *Coffea canephora* Pierre in Côte d'Ivoire. 1. Characterization and evaluation of breeding populations and value of intergroup hybrids. *Euphytica* 67, p. 113 - 125.
- Montagnon (C.). 2000. Optimisation des gains génétiques dans le schéma de sélection récurrente réciproque de *Coffea canephora* Pierre. Thèse de Doctorat. ENSA Montpellier. 133 p.
- Moulinier (H.). 1962. Contribution à l'étude agronomique des sols de basse Côte d'Ivoire. Bull IRCC-CIRAD, Paris (France), 4, 70 p.
- Ravohitrarivo (C. P.). 1980. Croisements contrôlés entre *Coffea canephora* Pierre ex Froehner et le groupe *congusta*. Thèse de doctorat du 3<sup>e</sup> cycle, Université de Madagascar, 105 p.
- SAS. 1989. SAS / STAT Users guide, version 6, fourth edition, SAS Institut. Inc, 846 p.
- Yapo (A.), Charmetant (P.), Leroy (T.), Le Pierres (D.) et (J.) Berthaud. 1989. Hybrides *congusta* (*C. Canephora* x *C. congensis*): Comportement de rétrocroisement sur *C. canephora* dans les conditions de Côte d'Ivoire. 13<sup>e</sup> colloque de l'ASIC (Paris), Païpa (Colombie), p. 448 - 456.