

# LA STRUCTURE GÉNÉTIQUE DES CAFÉIERS SPONTANÉS DE LA RÉGION MALGACHE (*MASCAROCOFFEA*). LEURS RELATIONS AVEC LES CAFÉIERS AFRICAINS (*EUCOFFEA*)\*

A. CHARRIER

Chargé de recherches INRA  
Directeur de recherches ORSTOM

Les recherches entreprises ont pour objet d'apporter une solution génétique à la production de cafés contenant peu ou pas de caféine. Différentes voies peuvent être envisagées : 1) exploiter la variation de ce caractère chez les espèces cultivées *C. arabica* et *C. canephora* ; 2) utiliser les caféiers spontanés réputés « sans caféine » de la région malgache (*Mascarocoffea*) ; 3) réduire la teneur en caféine des caféiers cultivés par hybridation interspécifique.

Ces différents thèmes de recherches ont été abordés à Madagascar, mais nous nous sommes limité dans le présent mémoire à l'étude du pool original des *Mascarocoffea* et à ses relations en croisement avec les principales espèces de caféiers africains (*Eucoffea*). L'étude expérimentale des caféiers sauvages de la région malgache étant à peine ébauchée, il n'était pas possible d'envisager l'exploitation de ce matériel végétal méconnu sans analyser, d'abord, la structure génétique de ce complexe multispécifique et ses connexions avec

les caféiers cultivés. Les résultats obtenus concernent en partie les relations génétiques et cytogénétiques des principaux groupes botaniques de caféiers et permettent de tenter une interprétation synthétique de la structure du genre *Coffea*.

Les faits et leur interprétation peuvent se résumer comme suit :

1) Le genre *Coffea* L. *sensu stricto*, constitué des *Eucoffea* et des *Mascarocoffea*, comprend une centaine d'espèces décrites dont les deux tiers appartiennent à la région malgache. Cette richesse

\* Résumé de la thèse de doctorat ès-sciences naturelles, préparée dans les stations de l'IFCC et de l'ORSTOM à Madagascar, dans le cadre d'une convention conclue entre ces deux organismes, et présentée à l'Université de Paris XI, Centre d'Orsay, en mai 1976. Thèse multigraphiée 289 p., bibl. 11 p., 2 annexes, 15 pl. photos, 22 fig., 54 tabl., à diffusion restreinte (peut être consultée à l'IFCC et à l'ORSTOM, Paris, et à l'Université d'Orsay).

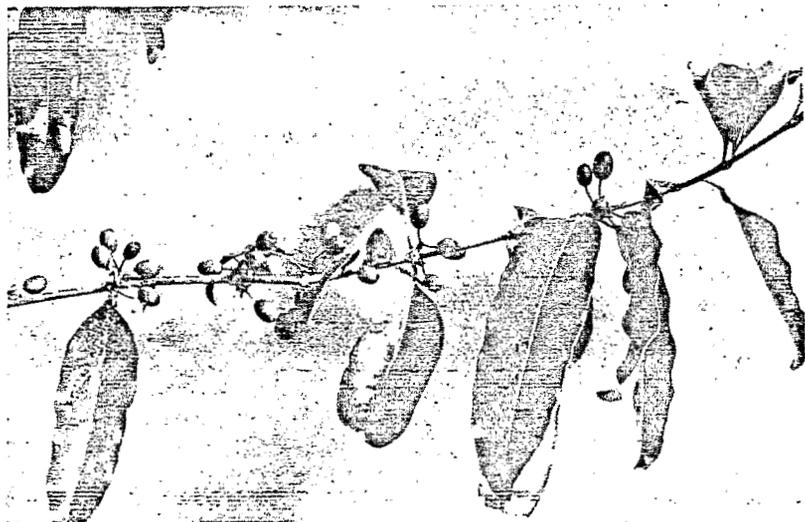


Fig. 1. — *C. Perrieri* en fruits (fruits portés par des pédoncules longs, de forme ovoïde — 8 à 12 mm de long — et groupés en glomérules ; feuilles coriaces oblongues de 12-18 cm de long).

17 FEB. 1978

O. R. S. T. O. M. 245

Collection de Référence

n° M-9034 B.A.P.U.

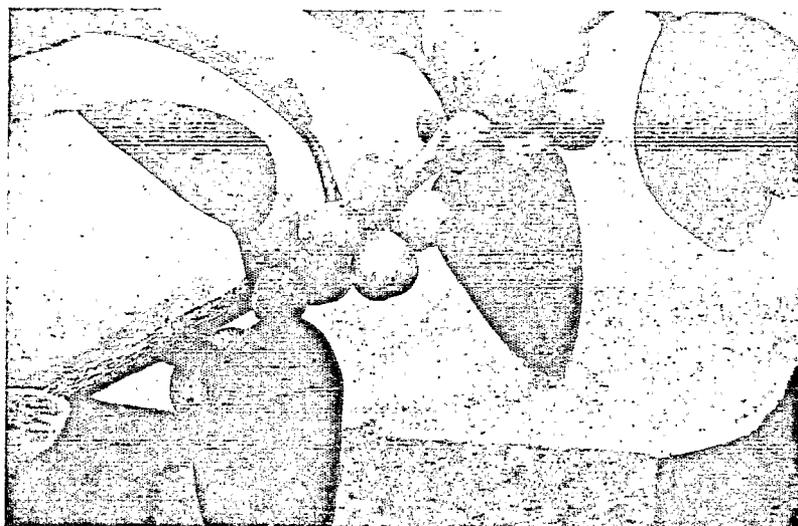


Fig. 2. — Fruits de *C. farafanganensis* de forme sphérique, atteignant 3 cm de diamètre, pulpe épaisse ; grandes feuilles coriaces de 20 à 30 cm de long

taxonomique ne s'accompagne pas d'une diversification des modes de reproduction et des nombres chromosomiques. A l'exception de *C. arabica*, espèce tétraploïde ( $2n = 44$  chromosomes) à autogamie prépondérante, tous les caféiers étudiés sont diploïdes ( $2n = 22$ ) et autostériles.

2) L'observation des populations naturelles de *Mascarocoffea* permet de dégager les informations suivantes : ce sont souvent de petites populations allopatriques dont l'effectif des reproducteurs est faible ; chez ces plantes arbustives pluriannuelles, il y a accumulation d'individus apparentés au cours des générations successives du fait d'une dispersion limitée du pollen et des graines.

Tous ces facteurs favorables à une fixation des caractères (dérive génétique + croisements consanguins), limitée par ailleurs par des systèmes créateurs de variabilité comme le mode de reproduction allogame, modèlent la structure génétique des populations.

Celle-ci peut être décrite en termes de polymorphisme. Dans un peuplement donné, l'homogénéité phénotypique courante pour les caractères simples se retrouve pour certains caractères quantitatifs. Ceux-ci présentent plus souvent une variabilité presque continue, qui se rapporte à la variation génotypique et à l'hétérozygotie des individus. L'interprétation de ces faits, couplée à l'observation d'une sélection sévère des jeunes plants, s'accorderait avec le maintien dans les populations naturelles d'une hétérozygotie résiduelle et avec l'élimination des caféiers possédant certaines structures homozygotes dépressives.

L'évolution propre de chaque peuplement est favorisée par son isolement spatial et écologique.

Quand plusieurs taxons occupent le même gîte, il est exceptionnel de trouver des hybrides naturels. D'autres facteurs externes d'isolement reproducteur semblent jouer un rôle prépondérant, comme nous l'avons montré en collection pour le synchronisme et l'intensité des floraisons.

3) La diversité morphologique et biologique d'un large échantillon des populations de *Mascarocoffea* a été passée en revue en insistant sur leurs caractéristiques phénologiques, agronomiques et technologiques. Les nombreux taxons décrits correspondant à l'important polymorphisme interpopulations présentent cependant une continuité réelle ou potentielle. Leurs affinités permettent de les grouper en un nombre limité de séries botaniques analysées par les méthodes de la taxonomie numérique.

4) Les hybridations réalisées entre vingt-six taxons de *Mascarocoffea* appartenant soit à la même série (croisements intragroupes), soit à des séries différentes (croisements intergroupes) permettent de mettre en évidence les relations génétiques et cytogénétiques des différentes catégories botaniques décrites précédemment.

Ces croisements ne font pas apparaître d'obstacles majeurs à l'obtention d'hybrides  $F_1$ , quoique leurs taux de réussite soient très variables. La confrontation des populations hybridées correspond à la mise en présence de deux structures génétiques différenciées, en partie fixées, et conduit à une vigueur hybride remarquable de toutes les combinaisons  $F_1$  réalisées.

Les premiers hybrides  $F_1$  en fleurs présentent des fertilités polliniques élevées, semblables à celles des parents. Elles ne sont pas influencées par la nature

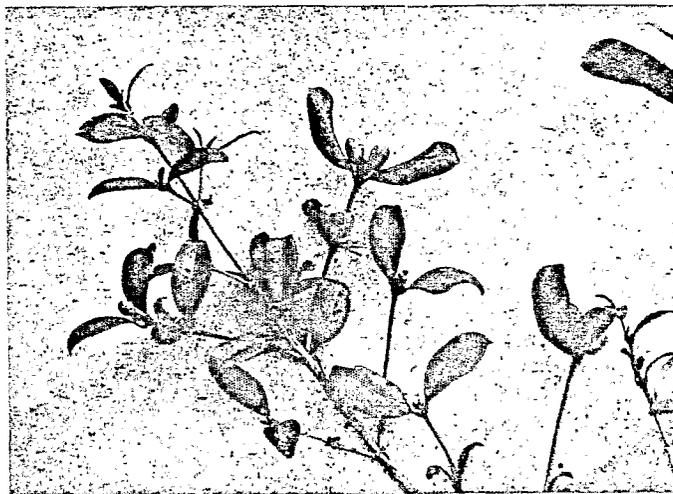


Fig. 3. — Fructification sur les nœuds terminaux et subterminaux de *C. sakarahae* (fruits ovoïdes de petite taille — 5 à 8 mm — petites feuilles coriaces de 1 à 3 cm de long)



Fig. 4. — Métaphase I de *C. dolichophylla* : 11 bivalents dont 3 en anneau (1000 ×)

des croisements étudiés. Cependant, ces résultats ne doivent pas faire l'objet d'une généralisation hâtive sans étudier un plus grand nombre de combinaisons intergroupes. De plus, les premières descendance d'hybrides de deuxième génération sont constituées d'individus viables et très diversifiés.

Les analyses cytogénétiques effectuées sur des hybrides  $F_1$  issus de croisements intragroupes montrent un comportement méiotique diploïde normal, semblable à celui des parents. En conséquence, il n'apparaît pas de différenciation chromosomique des taxons étudiés et leurs possibilités d'échanges géniques ne sont pas limitées par des barrières internes d'isolement reproducteur.

Les populations naturelles de *Mascarocoffea* correspondent en fait à des isolats géographiques qui représentent un échantillon des combinaisons géniques possibles, fixées dans des peuplements de faible effectif et sélectionnées par des milieux variés. Il s'agit d'un mode de spéciation géographique (Mayr).

5) De nombreuses hybridations ont été tentées entre les *Mascarocoffea* et les quatre principales espèces d'*Eucoffea*. Les taux de réussite des croisements de *C. arabica*, pris comme géniteur femelle, soit avec les *Mascarocoffea*, soit avec les *Eucoffea* diploïdes, sont du même ordre de grandeur et traduisent une barrière partielle à l'hybridation. Par contre, les taux de réussite des croisements *Mascarocoffea* × *Eucoffea* diploïdes sont faibles ou nuls, quoique le niveau de ploïdie des espèces croisées soit identique. Ils varient surtout avec les caféiers africains considérés : obstacle partiel avec *C. eugenioides*, élevé avec *C. canephora* et quasi absolu avec les Libério-excelsoïdes. Les barrières aux croisements des *Mascarocoffea* avec les *Eucoffea* diploïdes sont plus marquées qu'entre les espèces de chacun de ces groupes.

6) Les hybrides  $F_1$  *C. canephora* × *Mascarocoffea* présentent un comportement méiotique subnormal, avec une prédominance de bivalents droits. Une faible proportion de cellules mères du pollen possède encore onze bivalents, qui traduisent une potentialité d'appariement allosyndétique de leurs chromosomes homéologues. Elle reflète la parenté des stocks chromosomiques en présence et leur origine commune. Cependant, leur manque d'homologie, responsable d'un faible taux d'asynédèse, indique le niveau de différenciation des *Mascarocoffea* par rapport à *C. canephora*. Il est plus marqué qu'entre les espèces d'*Eucoffea* diploïdes, mais en continuité.

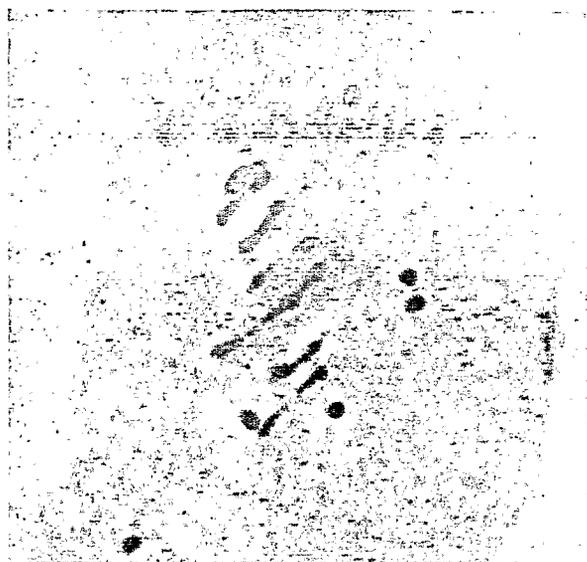


Fig. 5. — Métaphase I de l'hybride MC 31 = *C. resinosa* × *C. canephora* : 6 univalents + 8 bivalents (1600 ×)

Les hybrides  $F_1$  *Mascarocoffea* × *C. canephora* possèdent des fertilités faibles (production réduite de pollen peu viable) ou de la stérilité (non différenciation des bourgeons floraux). Si l'on considère l'ensemble des espèces et des hybrides  $F_1$  diploïdes obtenus avec les *Mascarocoffea* et les *Eucoffea*, il se dessine une relation linéaire entre la viabilité pollinique et la probabilité d'appariement chromosomique d'une part, ou la proportion de cellules mères à onze bivalents d'autre part.

7) Les hybrides  $F_1$  triploïdes *C. arabica* × *Mascarocoffea* ont une méiose irrégulière : près de la

moitié des chromosomes ne sont pas appariés. On trouve au maximum onze associations chromosomiques (bivalents + trivalents) dans une faible proportion de cellules mères. La quasi-stérilité de ces hybrides découle des nombreux univalents et des trivalents qui perturbent la répartition des chromosomes à l'anaphase I.

Les *Mascarocoffea* présentent des affinités chromosomiques avec *C. arabica* moins bonnes que celles des *Eucoffea* diploïdes, mais en continuité. La nature de leurs relations n'est pas différente pour autant : chez ces hybrides triploïdes  $F_1$ , les appariements observés à la métaphase I traduisent les potentialités d'appariement allosyndétique de onze chromosomes de *C. arabica* avec ceux des caféiers diploïdes. Comme leurs garnitures chromosomiques représentent le même génome, celui-ci constituerait l'un des génomes parentaux de *C. arabica* si l'on retient pour cette espèce l'hypothèse d'une origine allotétraploïde. Sa synthèse requiert soit un deuxième génome bien différencié, qui pourrait être recherché dans les genres voisins à placentation cofféenne, soit différents *Coffea* africains ; mais dans ce cas, le comportement méiotique diploïde prépondérant de l'amphidiploïde résulterait d'appariements préférentiels ou de l'intervention d'un système de régulation de la synapsis du type *Triticum*. L'origine et la nature de *C. arabica* ne sont pas pour autant éclaircies.

8) L'ensemble des résultats originaux obtenus et couplés à l'analyse des relations entre espèces africaines permet de proposer une synthèse sur la

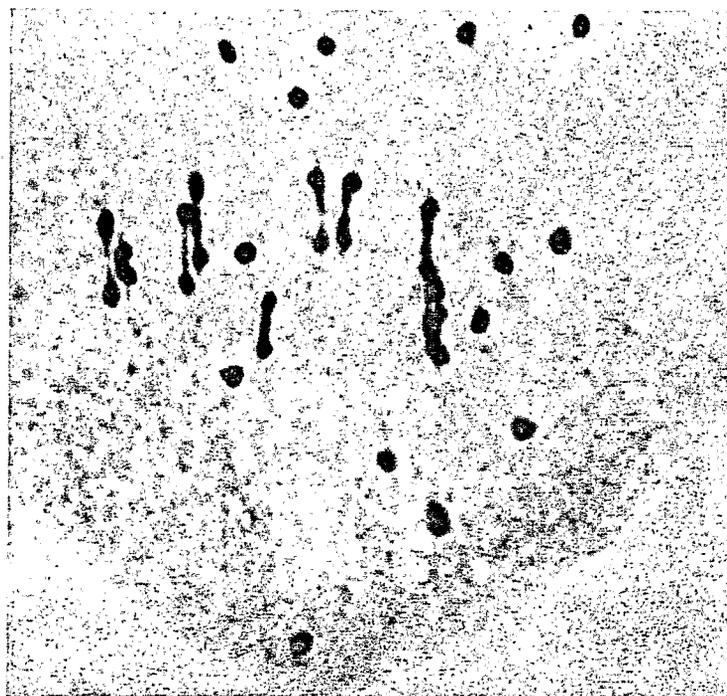


Fig. 6. — Métaphase I de l'hybride AM3 = *C. arabica* × *C. perrieri* : 15 univalents + 9 bivalents (1200 ×).

structure et l'évolution du genre *Coffea*. A partir du centre de diversification africain des caféiers diploïdes allogames possédant le même génome, plusieurs sous-ensembles se sont différenciés vers l'ouest (*Canephoroides* et *Libério-excelsoïdes*), le sud-est (*Mozambicoffea* et *Mascarocoffea*) et le nord (*C. arabica*). Chacun de ces rameaux phylétiques a une évolution divergente couplée à un début de différenciation qui réduit les possibilités d'échanges géniques entre eux. De plus, deux groupes se sont trouvés isolés du centre des *Coffea* : les *Mascarocoffea* par dislocation du Gondwana ; *C. arabica*, unique caféier tétraploïde placé dans une région défavorable aux caféiers diploïdes. La parenté de *C. arabica* avec toutes les espèces diploïdes est compatible avec ce schéma et l'appartenance de *C. eugenioides* au même rameau phylétique que les *Mascarocoffea* est confirmée par la réussite des hybridations.

9) Sous l'angle descriptif, les caféiers spontanés de la région malgache sont plus diversifiés que ceux d'Afrique. L'une des explications de cette distorsion est à rechercher dans l'influence respective des milieux continental et insulaire sur la spéciation. Le foisonnement des espèces de caféiers à Madagascar n'est pas un cas particulier. La richesse

taxonomique de divers genres du règne végétal et animal présents dans ce pays et dans quelques autres régions insulaires est un fait bien établi. Cette situation est manifestement liée à la variété des îlots écotypiques existant dans la Grande Ile. En nous basant sur la structure des populations de caféiers spontanés malgaches, nous proposons une interprétation de leur diversification.

10) L'exploitation agronomique directe des *Mascarocoffea* pour la production de cafés sans caféine n'est pas pensable à court terme du fait de leurs défauts organoleptiques en particulier. De même, l'intérêt présenté par l'hybridation des *Mascarocoffea* avec les caféiers cultivés, afin d'abaisser la teneur en caféine de ces derniers, dépendra en particulier des possibilités de restauration de la fertilité des hybrides  $F_1$ . Par contre, les résultats que nous avons obtenus récemment sur la variation de la teneur en caféine des *Eucoffea*, et tout spécialement des espèces cultivées, indiquent que cette amélioration qualitative pourrait être aisément obtenue dans le pool des caféiers africains.

D'un point de vue plus général, la connaissance que nous avons acquise de la structure du genre *Coffea* a des conséquences importantes sur la conception et la conduite de la sélection des caféiers.

CHARRIER (A.). — La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache (*Mascarocoffea*). Leurs relations avec les caféiers africains (*Eucoffea*). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XX, n° 4, oct.-déc. 1976, p. 245-250, photos.

L'auteur étudie la structure génétique du pool original des *Mascarocoffea*, caféiers spontanés réputés « sans caféine » de la région malgache, et de ses relations en croisement avec les principales espèces de caféiers africains (*Eucoffea*). L'auteur présente ici les résultats qui concernent les relations génétiques et cytogénétiques des principaux groupes botaniques de caféiers et qui permettent de tenter une interprétation synthétique de la structure du genre *Coffea* ; ces résultats seront d'une grande utilité en sélection caféière. Ni l'exploitation directe des *Mascarocoffea* pour la production de café sans caféine, ni leur hybridation avec les caféiers cultivés ne semblent réalisables à court terme ; par contre, une amélioration qualitative des espèces cultivées peut être facilement envisagée dans le pool des caféiers africains.

CHARRIER (A.). — The genetic structure of coffee trees growing naturally in the Malagasy region (*Mascarocoffea*). Their relationships with the African coffee trees (*Eucoffea*). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XX, n° 4, oct.-déc. 1976, p. 245-250, photos.

The author has studied the genetic structure of the original pool of *Mascarocoffea*, naturally growing coffee trees reputed to be « without caffeine » of the Malagasy region, and its relationships when crossed with the African (*Eucoffea*) coffee trees. The author gives here the results relating to the genetic and cytogenetic relationships between the principal botanical groups of coffee trees, which enable an overall interpretation of the structure of the genus *Coffea* to be attempted. These results will be of great utility in coffee selection. Neither the direct exploitation of *Mascarocoffea* for the production of coffee without caffeine, nor their hybridisation with cultivated coffee trees seem realisable within a short term period. On the other hand, a qualitative improvement of the cultivated species can be easily envisaged in the pool of African coffee trees.

CHARRIER (A.). — Die genetische Struktur der spontanen Kaffeebäume der madegassischen Gegend (*Mascarocoffea*). Ihre Beziehungen zu den afrikanischen Kaffeebäumen (*Eucoffea*). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XX, n° 4, oct.-déc. 1976, p. 245-250, photos.

Der Autor untersucht die genetische Struktur des originalen Pools der *Mascarocoffea*, spontane als « koffeinfreie » angesehene Kaffeebäume der madegassischen Gegend, sowie ihre Beziehungen in Kreuzung mit den wesentlichen Arten afrikanischer Kaffeebäume (*Eucoffea*). Der Autor legt die Resultate dar welche die genetischen und cytogenetischen Beziehungen der wesentlichen botanischen Gruppen von Kaffeebäumen betreffen und den Versuch eine synthetische Deutung der Struktur der Gattung *Coffea* ermöglichen; diese Resultate werden bei der Kaffeeauslese von grossem Nutzen sein. Weder die direkte Ausbeutung der *Mascarocoffea* für die Produktion von koffeinfreiem Kaffee noch ihre Bastardierung mit kultivierten Kaffeebäumen scheinen kurzfristig realisierbar; dagegen kann eine qualitative Verbesserung der kultivierten Arten innerhalb des Pools der afrikanischen Kaffeebäume leicht in Betracht gezogen werden.

CHARRIER (A.). — La estructura genética de los cafetos espontáneos de la región de Madagascar (*Mascarocoffea*). Sus relaciones con los cafetos africanos (*Eucoffea*). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XX, n° 4, oct.-déc. 1976, p. 245-250, photos.

El autor procede al estudio de la estructura genética del pool original de los *Mascarocoffea*, cafetos espontáneos reputados « sin cafeína » de la región de Madagascar, así como sus relaciones en las principales especies de cafetos africanos (*Eucoffea*). En este artículo, el autor presenta los resultados referentes a las relaciones genéticas y citogenéticas de los principales grupos botánicos de cafetos y que permiten intentar una interpretación sintética de la estructura del género *Coffea*. Tales resultados habrán de ser de una gran utilidad en selección cafetera. Ni la explotación directa de los *Mascarocoffea* para la producción de café sin cafeína, ni su hibridación con los cafetos cultivados parecen ser realizables a corto plazo. Por el contrario, una mejora cualitativa de las especies cultivadas puede, por el contrario, ser fácilmente vislumbrada en el pool de los cafetos africanos.