

L'amélioration génétique des cafés

par André Charrier

André Charrier, maître de recherches de l'INRA, est responsable du laboratoire de génétique de l'ORSTOM en Côte d'Ivoire ; il est spécialisé dans l'étude des ressources génétiques des plantes tropicales.

■ L'usage du café est probablement ancien, mais il n'a été connu en Europe qu'à partir du XVII^e siècle où il est rapidement devenu une boisson populaire. Il existe actuellement deux grandes catégories de café : l'*Arabica*, disséminé à partir du Yémen et qui a atteint sa plus grande extension en Amérique du Sud ; et le *Robusta* qui s'est imposé en Afrique et en Asie au cours des cinquante dernières années.

■ L'amélioration génétique des caféiers a pour objectif l'accroissement de la production et la qualité du café, mais aussi la récolte mécanisée et la sélection de caféiers tolérants aux maladies et produisant un café moins chargé en caféine. Elle passe par le croisement d'espèces différentes. Mais le manque de variabilité des caféiers cultivés a conduit à une intensification des prospections des formes sauvages. La constitution de collections de plantes vivantes permet d'enrichir le «pool génétique» et d'assurer sa conservation.



Figure 1. On consomme deux grandes catégories de café, l'*Arabica* et le *Robusta*, aisément reconnaissables. Le café *Arabica* provient des caféiers de l'espèce *C. arabica* cultivée en altitude dans des pays tropicaux humides, à climat contrasté. La variété mutante «Caturra», à entre-nœuds courts, présentée ici (A), se caractérise par sa taille réduite et sa forme trapue qui permettent des implantations à des densités élevées entraînant un accroissement de la production à l'unité de surface. Le café *Robusta* est produit par des caféiers appartenant à l'espèce *C. canephora* (B). Ils sont bien adaptés aux zones tropicales humides de basse altitude et tolérants aux principales maladies. Ces caféiers rustiques forment naturellement plusieurs tiges principales de 3 à 4 m de hauteur et atteignent un potentiel élevé de production. L'hybridation interspécifique permet de créer de nouveaux types de caféiers sélectionnés. Par exemple la valeur qualitative du café *Robusta* a pu être améliorée soit par croisement avec le *C. congensis* (hybrides *Congusta*) (C), soit avec *C. arabica* (hybrides *Arabusta*) (D). (Clichés ORSTOM).

□ L'usage du café comme boisson n'a été connu qu'au XVII^e siècle en Europe où il s'y est imposé rapidement du fait de son arôme, de son effet stimulant et du plaisir procuré par sa dégustation. Suite à l'introduction du caféier d'Arabie aux Antilles en 1723, le café Arabica fut le seul type de café produit surtout en Amérique au cours des XVIII^e et XIX^e siècles. Ce n'est que vers 1900 qu'une dizaine d'autres espèces du genre *Coffea* furent mises en culture en Afrique et à Java ; les caféiers rustiques appartenant à l'espèce *C. canephora* se sont imposés, en particulier les

représentants de la forme Robusta qui ont donné leur nom au café produit. La préparation et les caractéristiques de ces deux grandes catégories de café – l'Arabica et le Robusta – sont connues de tous (fig. 1 et 2, encadré 1).

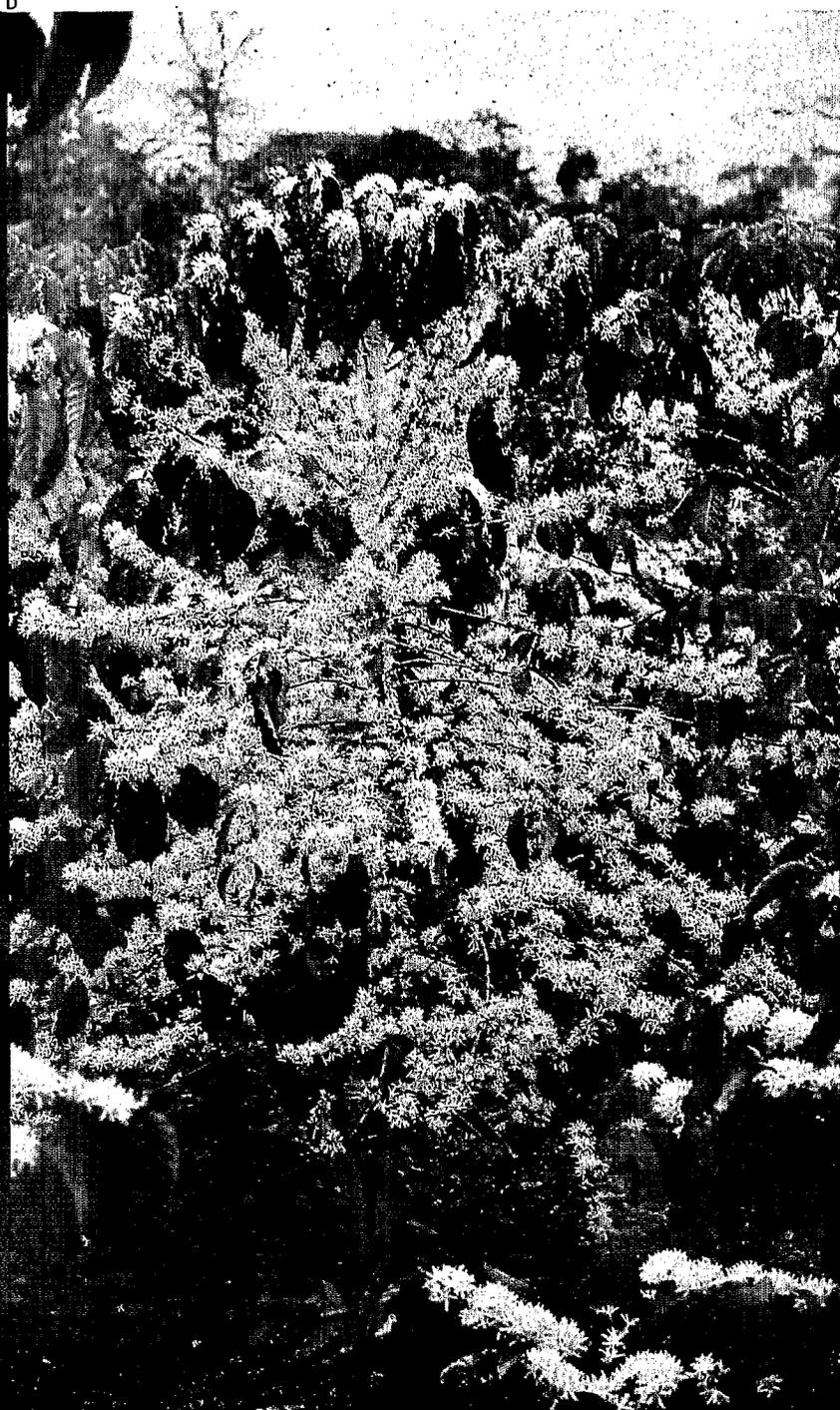
Le café, premier produit agricole d'exportation, occupe actuellement la deuxième place en valeur du commerce mondial, derrière le pétrole. La production mondiale de café dépasse 4 millions de tonnes, composée à 70 % de café Arabica. Elle a quintuplé au cours du dernier siècle. Les pays producteurs se situent tous dans la

zone intertropicale humide et les principaux pays consommateurs sont les pays industrialisés occidentaux (fig. 3). L'essor de la production du café depuis 1900 et l'importance économique de ce produit pour nombre de pays ont largement contribué au développement de recherches. En particulier, l'amélioration des variétés de caféiers cultivés dans leur adaptation aux milieux de culture et aux besoins des hommes occupe une situation privilégiée en rapport avec les progrès considérables réalisés et attendus dans les domaines de la génétique et de l'agronomie. A titre d'exemple, le potentiel de production des souches sélectionnées de l'espèce *C. canephora* cultivée en Afrique atteint maintenant 2 à 3 tonnes de café marchand à l'ha, soit cinq à dix fois la productivité moyenne des exploitations rurales traditionnelles.

Les critères de sélection.

La sélection des caféiers a pour principal objectif l'accroissement de la production de café et son amélioration qualitative, dans des conditions économiquement rentables. Il s'agit toujours de créer des variétés possédant un fort potentiel de production, en liaison avec une bonne adaptation à des milieux de culture variés et un niveau satisfaisant de tolérance aux maladies et aux parasites locaux. En fait, les critères de sélection et leur hiérarchisation évoluent au cours du temps et changent avec les pays concernés et les espèces cultivées. Par exemple, la préoccupation majeure des sélectionneurs de *C. arabica* en Amérique est devenue la création de variétés résistantes à un champignon parasite *Hemileia vastatrix*, agent de la rouille orangée, depuis l'apparition de cette maladie au Brésil en 1970. Mais elle existait auparavant dans d'autres zones de culture, comme l'Afrique de l'Est, l'Inde, l'Angola, où elle était déjà l'objet de recherches suivies. Au Kenya, après avoir accordé la priorité à la sélection de variétés résistantes à la rouille, les chercheurs se sont attaqués à une maladie cryptogamique beaucoup plus grave, l'Anthracnose des baies, due à *Colletotrichum coffeanum* ; elle est en pleine expansion en Afrique de l'Est et du Centre.

En matière d'adaptation aux conditions du milieu, on peut citer la recherche de cultivars de *C. arabica* tolérants au froid, suite à la destruction par le gel des caféiers des Etats du sud du Brésil en juillet 1975. Dans d'autres situations, comme à la limite des zones de forêt et de savane en Côte d'Ivoire, on sélectionne des souches de *C. canephora* susceptibles de supporter une longue saison sèche. Mais dans le cas de cette dernière espèce, on ne peut négliger plus longtemps l'amélioration qualitative du café Robusta sur la base des critères de sélection suivants : accroître le teneur en caféine, évaluer la valeur organoleptique et réduire la teneur en caféine. Il faut enfin citer un nouvel objec-



Du Yemen à l'Amérique, l'Arabica
se disperse dans le monde.
Le Robusta s'impose en Asie et Afrique.

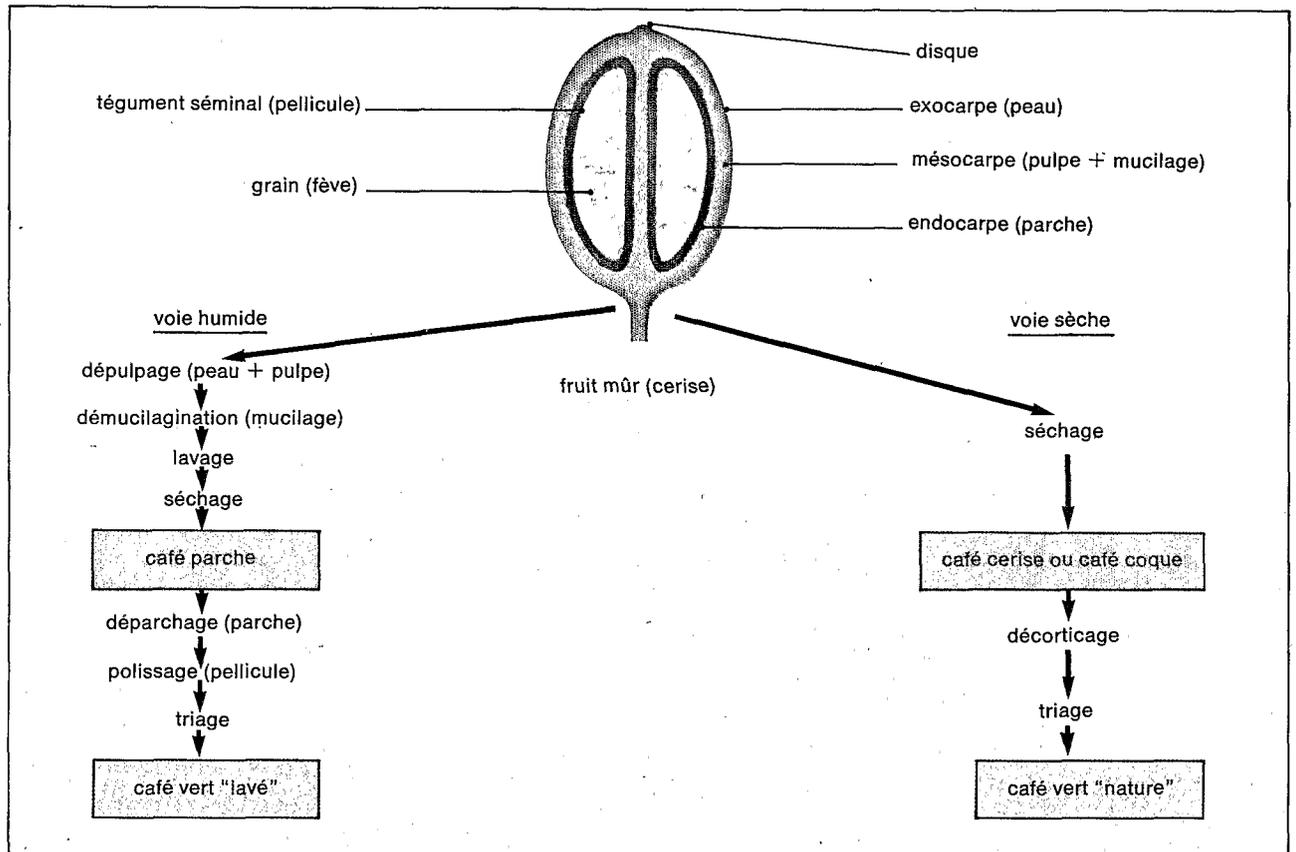


Figure 2. Les fruits des caféiers récoltés à maturité doivent subir une série de manipulations visant à l'élimination des enveloppes du grain pour obtenir le café vert exporté. Sa préparation est réalisée soit par usinage des fruits frais (voie humide), soit par séchage direct des fruits (voie sèche). Le traitement soigné du café par voie humide est réservé aux cafés Arabica de choix produits en Amérique Centrale ou en Colombie qualifiés de «milds» (doux) et à d'autres Arabica plus courants dits «lavés». La technique rapide de préparation par voie sèche appliquée à une grande partie des Arabica brésiliens et à la majorité des Robusta africains donne un café qualifié de «nature».

1. Arabica et Robusta : préparation et caractéristiques

Les fruits des caféiers récoltés à maturité subissent sur les lieux de production une série d'opérations technologiques qui conduisent au café marchand ou café vert (fig. 2).

Il est aisé de reconnaître le café vert obtenu avec les deux principales espèces de caféiers cultivés. Les grains de *C. arabica* sont plus gros, plus allongés (8 à 12 mm), avec un sillon médian contourné retenant des débris de pellicule. Les grains de *C. canephora* sont plus petits (5 à 8 mm), de forme arrondie et à sillon médian plus rectiligne. En outre, des grains globuleux dits «Caracolis», issus du développement d'un seul grain par fruit, sont en proportion plus importante chez les Robusta (jusqu'à 20-30 %).

Les qualités aromatiques et gustatives du café ne se développent que sous l'action des températures élevées auxquelles il est soumis pendant la torréfaction appelée «brûlage» ou «grillage», réalisée en général entre 210 et 230°. Une multitude de réactions se passent durant ce traitement thermique et elles interagissent par la haute réactivité des substances formées. Notons la réaction de brunissement non enzymatique (réaction de Maillard) et les dégradations d'acides aminés (dégradation de Strecker). La complexité de l'arôme du café est extrême, plus de 500 constituants

ont déjà été décrits : en particulier, il faut relever la présence de nombreux dérivés furanniques et des composés hétérocycliques azotés et soufrés. Nombre de travaux de recherche européens concernent les transformations chimiques générées par la torréfaction ; les derniers colloques internationaux réunis par l'Association scientifique internationale sur le café (ASIC) ont largement traité de ce sujet. A l'Université technique de Berlin, G. Hermann et W. Baltes réalisent même des réactions modèles avec des mélanges de glucides et d'acides aminés permettant d'obtenir par voie chimique des types aromatiques voisins de ceux du café.

L'équilibre du complexe aromatique du café grillé est fort précaire. Son comportement au cours du stockage fait l'objet de recherches afin de choisir les modes d'emballage adéquats et de définir les conditions optimales d'utilisation du café. *In fine*, la qualité du café-boisson dépend bien sûr de la nature du café vert utilisé et de sa torréfaction, mais aussi de la préparation de la tasse de café : finesse de la mouture ; quantité, qualité et température de l'eau utilisée ; types de cafetières utilisées.

D'autres présentations du café se développent, comme les cafés solubles ou instantanés et le café décaféiné. Le café so-

luble est préparé au cours de la série d'opérations unitaires suivantes : torréfaction, extraction à l'eau et concentration du café, séchage par atomisation dans un courant d'air chaud ou par lyophilisation. L'usage du café soluble s'est considérablement développé, surtout aux Etats-Unis, en relation avec la facilité et la rapidité de préparation d'une tasse de café par simple dissolution du café instantané dans l'eau. Ce succès est aussi lié à l'amélioration de la qualité des cafés instantanés par les progrès techniques de fabrication (lyophilisation) et l'application du procédé au café Arabica, alors qu'il avait été initialement réservé au café Robusta.

Le café décaféiné répond aux besoins d'une fraction de consommateurs de café qui devraient limiter ou suspendre son ingestion pour raisons médicales. Le café décaféiné est préparé par extraction de la caféine contenue dans le café vert soit par un solvant chloré (chlorure de méthylène), soit par l'eau. Ce café est ensuite torréfié et contient moins de 0,1 % en poids de caféine. La caféine extraite du café est un sous-produit exploité en pharmacie qui satisfait la moitié des besoins pharmaceutiques en caféine des Etats-Unis, l'autre moitié provenant d'une synthèse chimique.

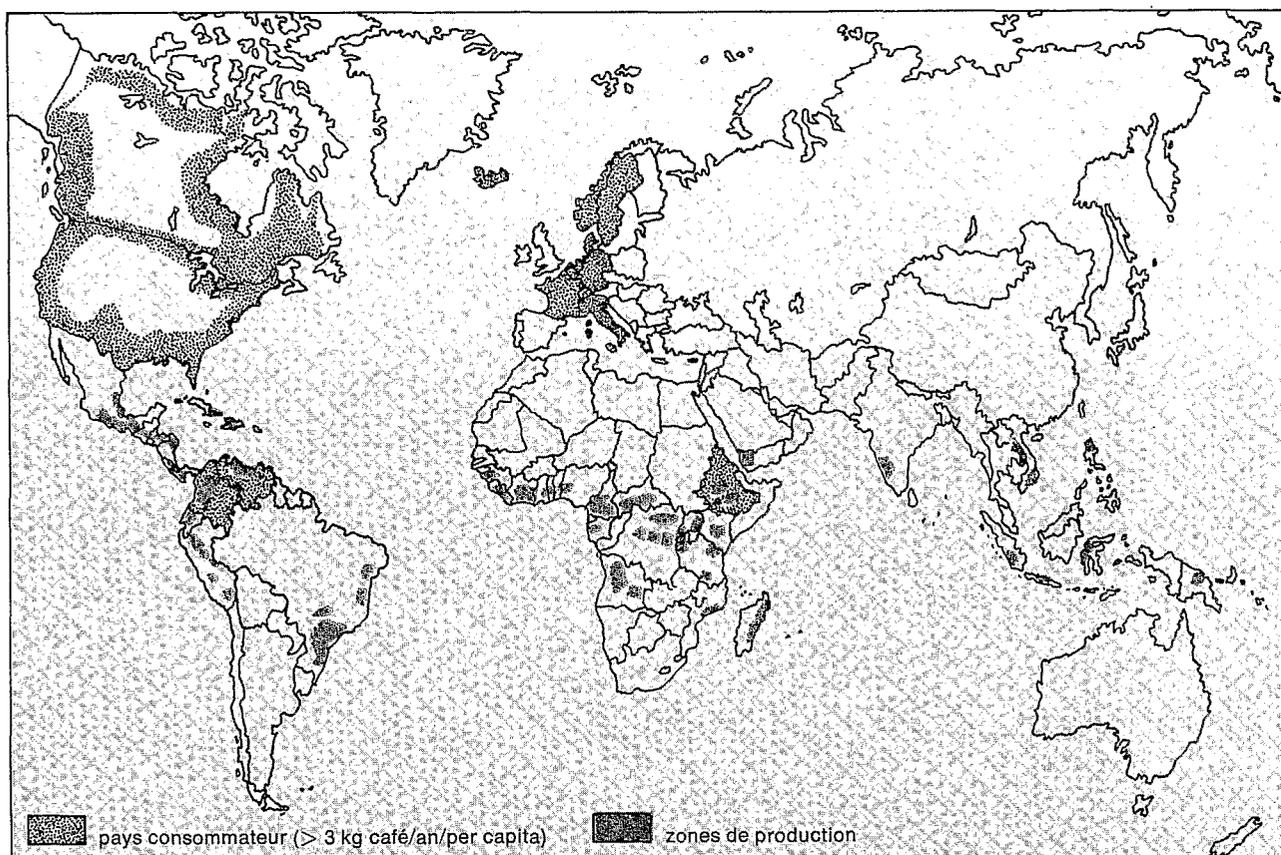


Figure 3. Les pays producteurs de café se situent tous dans la zone intertropicale humide. Le café Arabica (70 % de la production mondiale) est essentiellement produit en Amérique. Le Brésil, avec 1/4 de la production, domine ce marché. L'Afrique, qui produit la majeure partie du café Robusta, se pose en «outsider» sérieux (30 % de la production mondiale), avec un essor spectaculaire depuis le début du XX^e siècle. La production de l'Asie du Sud est inférieure à 10 % du total. Les principaux pays consommateurs de café sont les pays industrialisés : Etats-Unis, Canada, Communauté économique européenne, pays scandinaves. Leur consommation annuelle *per capita* se situe entre 3 et 13 kg par an. A noter aussi le développement récent de la consommation du café au Japon. L'autoconsommation des pays producteurs reste stable et modeste, à l'exception de l'Ethiopie, de la Colombie et du Venezuela. Les Etats-Unis consomment autant de café que tous les pays producteurs réunis. La production et la consommation du café s'équilibrent en moyenne, mais il s'agit d'un marché «tendu», marqué par des variations saisonnières. Tous les aléas climatiques et parasitaires, comme les gelées et le développement de la rouille orangée au Brésil, ont provoqué des variations importantes des cours. Tout le monde garde en mémoire l'envolée des prix du café au printemps 1977 à la suite des gelées brésiliennes de 1975. Le marché du café qui met en jeu les rapports économiques et commerciaux des pays industrialisés consommateurs avec les pays en développement producteurs, pour qui le café est souvent le premier produit d'exportation, est réglementé depuis 1962 par un accord international.

1979, on a utilisé une machine à récolter les fruits pour pallier la pénurie de main-d'œuvre nécessaire à la cueillette manuelle. Le sélectionneur doit d'ores et déjà prévoir l'adaptation de cette nouvelle technique en rapport avec le format et l'architecture des caféiers, le groupement de la maturité, la longueur et la résistance de l'attache du fruit.

Comment atteindre les objectifs de l'amélioration des caféiers rappelés précédemment, avec le matériel biologique dont nous disposons ? Je n'envisage pas de répondre à cette question par la description des techniques de sélection ; je vais plutôt replacer l'amélioration des caféiers dans son contexte historique et illustrer les recherches en cours dans ce domaine par des exemples choisis. Je serai souvent conduit à les emprunter à la recherche scientifique française représentée par l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer (ORSTOM) et par l'Institut français du café et du cacao (IFCC). Ces deux organismes participent conjointement au développement de

recherches caféières, en Afrique principalement, et occupent une place internationale reconnue dans l'étude de la génétique des caféiers, héritage d'un intérêt constant de la communauté scientifique française pour le café.

Du Yémen à l'Amérique : l'expansion de l'Arabica.

Rappelons d'abord quels sont les origines et les modes de dispersion des caféiers cultivés dans le monde. L'espèce *C. arabica* est un constituant naturel du sous-bois des forêts d'altitude (1 300 à 2 000 m) du sud-ouest de l'Ethiopie, du sud Soudan et du nord du Kenya. Cette espèce a été improprement dénommée par Linné en lui donnant pour nom l'Arabie, pays d'origine de l'échantillon décrit. Traditionnellement, dans une cérémonie rituelle de la tribu Galla, le fruit entier torréfié sert de base à la constitution d'une mixture utilisée en onction et comme boisson (1). Dans le sud-ouest éthiopien, en 1966, Guillaumet et Halle ont observé des

pratiques culturelles locales consistant, soit à éclaircir la forêt autour des caféiers spontanés laissés en place, soit à transplanter les jeunes caféiers près des habitations afin d'accroître leur potentiel de production.

En fait, le centre de diversité génétique soudano-éthiopien du caféier d'Arabie n'a été formellement reconnu qu'au cours des prospections récentes, car l'expansion mondiale de sa culture au XVIII^e siècle a été réalisée avec les caféiers du Yémen, véritable centre de dissémination. Il subsiste bien des incertitudes quant aux circonstances du transfert d'un noyau fondateur au Yémen, en provenance de l'Ethiopie, soit à l'occasion des relations commerciales établies depuis l'Antiquité sur les bords du Golfe d'Aden, soit pendant les conquêtes éthiopiennes en Arabie vers le VI^e siècle de notre ère (1,2).

Par contre, les péripéties de cette dissémination à partir du noyau yéménite ont été maintes fois contées. A la fin du XVII^e siècle, le caféier d'Arabie fut introduit à Ceylan puis en Indonésie par la compa-

(1) D. Lemordant, *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 18, 142, 1971.

(2) J.W. Purseglove, in J. Harlan et al., *Origins of African plant domestication*, p. 291, 1976.

■ Tous les centres de recherche caféière ont constitué leurs propres collections de travail répondant aux objectifs immédiats de la sélection de *C. arabica* et de *C. canephora*. Elles sont composées de souches plus ou moins sélectionnées provenant de la prospection des plantations locales et d'introductions faites avec d'autres stations caféières ou les jardins botaniques. Les autres espèces de caféiers y ont une représentation très limitée.

Depuis 1960, la prospection des formes sauvages et cultivées de caféiers a été reprise par la FAO et les organismes français de recherche (IFCC, ORSTOM et Muséum) dans les pays suivants : Ethiopie, région malgache, Kenya, Côte d'Ivoire, Centrafrique et Tanzanie. Ces collectes ont permis de constituer en Afrique un nombre limité de collections spécialisées : *C. arabica* presque exclusivement en Afrique de l'Est ; caféiers sans caféine à Madagascar ; une douzaine d'espèces spontanées africaines en Côte d'Ivoire. Les genres voisins *Psilanthus* et *Paracoffea* ont aussi été collectés (fig. 4).

Les caféiers spontanés vivent dans les formations forestières peu ou pas perturbées d'Afrique intertropicale, mais pour un

temps probablement compté. En effet, depuis une vingtaine d'années, l'action conjuguée de la démographie, du mode d'agriculture traditionnel, des grands projets de développement et des moyens d'exploitation forestière entraîne une accélération de la déforestation. Par exemple, en Côte d'Ivoire, on estime que 500 000 ha de forêt sont détruits annuellement. Des réserves forestières intégrales seraient bien entendu le meilleur système de conservation, car il maintiendrait le potentiel évolutif des populations naturelles.

Cependant, la sauvegarde des espèces les plus menacées peut être réalisée par leur mise en collection. Cette technique de conservation *ex situ* des caféiers assure le maintien des divers génotypes introduits si l'on apporte des soins attentifs à leur entretien. La variabilité génétique stockée dans ces collections est fortement marquée par l'échantillonnage initial, le mode de multiplication, la structure des populations naturelles et le système de reproduction.

Résumons les problèmes pratiques soulevés par les collections de caféiers : s'agissant d'arbustes et d'arbres, une collection vivante de caféiers occupe plusieurs hectares de terrain. Le maintien de l'intégrité

génétique sur une longue période est aisé vu leur durée de vie (20 à 50 ans) et les possibilités de multiplication végétative. En fait, les risques d'érosion génétique dans les collections dépendent surtout de l'adaptation des différentes provenances et des soins apportés à leur entretien. Ainsi, en Côte d'Ivoire, les précautions suivantes sont mises en œuvre dans les collections de base, placées sous la responsabilité des chercheurs de l'ORSTOM : implantation en deux sites favorables l'un aux espèces d'altitude (à 1 100 m au Mont Tonkour à Man), l'autre aux espèces dites « de basse altitude » (Divo) ; plantation dans le sous-bois d'une forêt aménagée ou sous ombrage artificiel ; greffage des espèces peu vigoureuses comme *C. congensis* sur un porte-greffe *C. canephora* adapté aux conditions locales.

Vu le coût élevé de ces opérations, il paraît opportun de s'intéresser aux autres techniques de conservation des ressources génétiques. Les résultats expérimentaux acquis à ce jour dans le domaine du stockage de longue durée des graines, du pollen et de la culture *in vitro* ne permettent pas encore leur application en toute sécurité aux caféiers.



(3) J.-F. Leroy, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 291, 593, 1980.



Figure 4. Le manque de variabilité des caféiers cultivés a conduit à une intensification des prospections des formes sauvages. C'est essentiellement en Afrique intertropicale que l'on trouve des populations naturelles de caféiers dans les forêts climaciques. Les chercheurs du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris comme A. Chevalier, R. Porteres et J.F. Leroy ont largement contribué à la systématique des caféiers. Ils appartiennent au genre *Coffea*, famille des Rubiacées, comprennent une vingtaine d'espèces originaires d'Afrique et une cinquantaine de la région malgache. L'importante diversité des caféiers et de leurs adaptations est illustrée par quelques photos : (A) *C. arabica* originaire du Mont Marsabit (Kenya) à 1 800 m d'altitude ; (B) *C. liberica*, à gros fruits, appelé Gros Indénié en Côte d'Ivoire ; (C) *C. humilis*, caféier ombrophile de petite taille, originaire du sud-ouest de la Côte d'Ivoire ; (D) *C. racemosa*, caféier du Mozambique, tolérant à la sécheresse, et perdant ses petites feuilles en saison sèche, avec de fleurir ; (E) *C. heilmii*, caféier à feuilles coriaces et épaisses, croissant dans les forêts sèches du Nord de Madagascar ; (F) *C. eugenioides*, caféier d'altitude du Kenya implanté en collection au mont Tonkoui, en Côte d'Ivoire ; le pool génétique des caféiers s'étend à d'autres genres apparentés comme le *Psilanthus mannii*, à fruits cotés et à sépales persistants. (Clichés ORSTOM).

gnie des Indes orientales. C'est l'origine Java qui a ensuite été expédiée aux Antilles, en 1723, à partir d'un pied unique ayant survécu aux péripéties d'une culture aux serres du jardin d'Amsterdam, puis au jardin du roi Louis XIV. Une deuxième origine yéménite provenant du port de Moka fut introduite entre 1708 et 1718 à l'île Bourbon (la Réunion). Là encore, la descendance d'un seul caféier a été transférée vers l'Amérique, le type Bourbon. Ces deux origines bien identifiées de *C. arabica* ont conquis la plupart des États de l'Amérique australe et centrale au cours du XVIII^e siècle.

De même, les pays d'Afrique de l'Est ont développé la culture de *C. arabica* avec des caféiers issus du noyau d'Arabie : c'est en Tanzanie, à la fin du XIX^e siècle,

cette fois, du centre de diversité éthiopien.

Le caféier d'Arabie a donc atteint sa plus grande extension territoriale dans un continent nouveau, l'Amérique. En dehors des conditions écologiques favorables rencontrées, Purseglove⁽²⁾ attribue cette prospérité à la réduction des contraintes parasitaires. En Ethiopie, les interactions *C. arabica* - *H. vastatrix* ont abouti au cours du temps à un équilibre entre les deux protagonistes et ont entraîné, selon Goujon⁽⁴⁾ le développement d'une résistance génétique à déterminisme simple. La rouille orangée s'est répandue à partir de 1869 à Ceylan, puis en Inde, en Indonésie et en Afrique où elle a provoqué une destruction massive de *C. arabica* (fig. 5). L'Amérique, qui a échappé à ce parasite

Afrique et Asie : le Robusta s'impose.

Les dégâts dus à la rouille orangée dans les plantations de *C. arabica* de Ceylan et d'Indonésie à la fin du XIX^e siècle, ainsi que les difficultés de son acclimatation dans les régions africaines de basse altitude, sont à l'origine de la mise en culture directe d'autres espèces de caféiers spontanés d'Afrique. Le caféier du Rio Nunez appartenant à l'espèce *C. stenophylla* a été signalé en culture en Guinée-Conakry avant 1840, ainsi que le *C. liberica*. Cette espèce était déjà connue en Sierra Leone en 1792 et au Liberia en 1841, sous le nom de «caféier du Libéria». Les essais de mise en culture de caféiers spontanés locaux ou introduits se sont intensifiés entre 1880 et 1900 en Afrique et en Indonésie.

Vers 1900, pas moins de dix espèces de caféiers indigènes étaient découvertes dans le bassin du fleuve Congo par des explorateurs (Dybowski, Chevalier, Dewevre, Laurent) et des missionnaires (Grenfell, Leroy). En 1895, Gillain cultivait de l'ordre de 500 caféiers Robusta en provenance des rives du Lomani au Zaïre. C'est cette souche qui a fourni le noyau fondateur des Robusta cultivés : quelques centaines de ces plants transférés en Belgique ont été introduits à Java en 1901 où le caféier du Libéria n'avait pas donné grande satisfaction. Par contre, les caféiers Robusta se sont imposés d'emblée par leur rapidité d'entrée en production (trois ans), leur vigueur, leur productivité et leur tolérance à la rouille orangée. En outre, dans plusieurs pays africains, l'utilisation des populations spontanées locales de *C. canephora* a permis d'élargir l'éventail des souches en culture. L'apparition de deux nouveaux parasites des caféiers, le scolyte des grains dû à un insecte *Stephanoderes hampei* et la trachéomycose provoquée par le champignon *Fusarium xylaroides*, consacra définitivement l'espèce *C. canephora* et tout spécialement sa forme Robusta comme deuxième espèce de caféier cultivé.

Citons encore quelques autres espèces de caféiers mises en culture. Le *C. congensis*, découvert par Mgr Leroy en 1892 à Rembo Nkomo au Gabon, a d'abord été cultivé par le père Kleine, à Libreville, avant d'être distribué, au début des années 1900, par le Muséum national d'Histoire Naturelle de Paris aux jardins de Buitenzorg (Java), de l'ivoirina (Madagascar) et de Camayenne (Guinée). Dans les deux premiers pays, il a donné naissance avec *C. canephora* à des hybrides naturels fertiles utilisés en plantation sous le nom d'hybrides Congusta. Enfin, le *C. racemosa* espèce indigène du Mozambique, particulièrement tolérante à une longue saison sèche, fait toujours l'objet de cueillette et de culture dans ce pays.

S'il est clairement établi que le mode de dispersion des caféiers cultivés a limité le nombre d'origines et d'individus fondateurs des plantations, les différences biologiques des espèces *C. arabica* et *C. canephora* ont aussi contribué au modelage

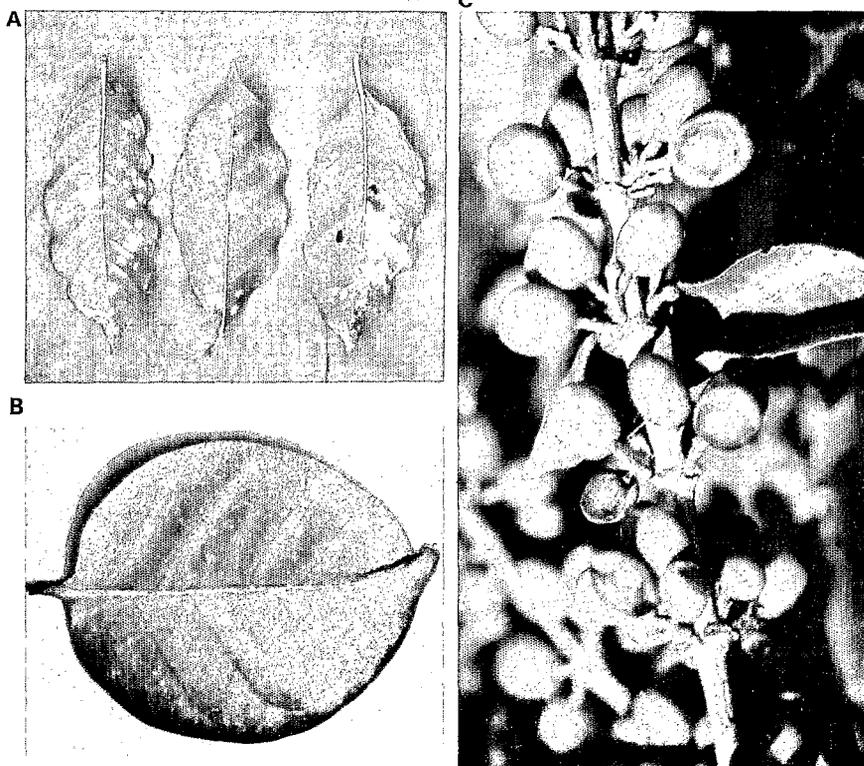


Figure 5. L'espèce *C. arabica* est particulièrement sensible aux maladies. La rouille orangée due à *Hemileia vastatrix* (A) est apparue à Ceylan et en Indonésie à la fin du XIX^e siècle. Il a fallu près d'un siècle avant que la rouille orangée n'atteigne le Brésil en 1970 et se répande sur le continent américain. La rouille farineuse due à *Hemileia coffeicola* a été décrite pour la première fois au Cameroun, par Roger et Maublanc en 1932, sur *C. arabica*. Connue uniquement de l'Afrique centrale, cette deuxième rouille foliaire a aussi été identifiée en 1975 en Côte d'Ivoire puis au Togo. L'échantillon présenté (B) a été prélevé dans les collections de Côte d'Ivoire sur un caféier sauvage du Kenya, *C. fadenii*. L'anthracnose des baies causée par *Colletotrichum coffeanum* s'est développée depuis une quarantaine d'années en Afrique orientale et centrale. Elle provoque d'importantes chutes de fruits chez des variétés particulièrement sensibles, comme le *Caturra* (C). Cette maladie entraîne des pertes de production beaucoup plus graves que les rouilles. (Clichés ORSTOM).

que la compagnie allemande de l'est africain a introduit des Arabica d'Indonésie et que les missionnaires du Saint-Esprit ont transféré l'origine Bourbon issue de l'île de la Réunion. Cette dernière a été largement diffusée par les missions dans les pays voisins (Kenya, Burundi, Rwanda). Il fallut attendre la période contemporaine pour connaître de nouvelles introductions en Amérique et en Afrique de l'Est, avec du matériel végétal provenant,

jusqu'en 1970, a ainsi développé sa caféiculture en toute quiétude. Depuis, la rouille orangée a gagné la plupart des États américains producteurs de café. Il convient aussi de mentionner une différence d'agressivité de *H. vastatrix* suivant les milieux : l'écologie des régions caféières d'Afrique de l'Est et d'Amérique est moins favorable à ce parasite que les régions tropicales humides de basse altitude d'Afrique et d'Asie.

(4) M. Goujon, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 126, Actual. Bot., 7, 1979.

de la diversité génétique exploitable par les sélectionneurs. Les recherches effectuées à l'Institut agronomique brésilien du café de Campinas depuis 1932 ont bien mis en lumière les conséquences du mode de reproduction prédominant de *C. arabica*, à savoir l'autofécondation des fleurs hermaphrodites d'une même plante (espèce autogame). Il s'ensuit une homogénéisation du contenu génétique des descendants. Ainsi, les variétés *typica* et *bourbon* ont donné naissance à des lignées génétiquement fixées et homogènes ; parmi les millions de caféiers plantés depuis le XIX^e siècle au Brésil, les chercheurs n'ont isolé qu'une trentaine de «hors types» en plantation. Ce sont des mutants dont certains sont connus en tant que variétés : le «maragôgipe» se distingue par des grains de grande taille dépassant 15 mm de longueur ; le «caturra», à entre-nœuds courts, forme un petit arbuscule trapu couramment cultivé pour sa forte productivité en plantation à densité élevée ; le «laurina», à feuilles de laurier, possède une teneur en caféine réduite de moitié par rapport à la moyenne de l'espèce *C. arabica*. Seule la variété Mundo Novo, très populaire au Brésil, résulterait d'un croisement naturel entre les origines introduites en Amérique. Par ailleurs, le manque de diversité de *C. arabica* en Amérique s'est aussi traduit par une sensibilité générale à *Hemileia vastatrix*.

La multiplication des représentants de l'espèce *C. canephora* introduite en plantation au début de ce siècle n'a pas conduit aux mêmes résultats. Il faut d'abord rappeler que le nombre de caféiers fondateurs était plus important et leurs origines plus diversifiées que chez *C. arabica*. Il convient aussi de distinguer deux situations, suivant que les caféiers *C. canephora* existent ou non à l'état spontané dans le pays considéré. A Java et à Madagascar, pays situés hors de l'aire géographique de cette espèce, on connaît la provenance des caféiers représentant les quelques origines introduites (Robusta du Congo, Kouilou du Gabon, *C. ugandae*). Par contre, les pays africains situés dans l'aire de répartition de *C. canephora* comme la Côte d'Ivoire, l'Ouganda, le Zaïre ont associé aux introductions, des descendances de formes spontanées locales. Dans tous les cas, le polymorphisme originel a été amplifié au cours des cycles de multiplication, car les caféiers appartenant à l'espèce *C. canephora* portent des fleurs hermaphrodites fonctionnelles dont l'autofécondation est entravée par une réaction d'incompatibilité, à hérédité monofactorielle. Il en résulte une fécondation croisée entre plantes différentes et l'obtention de caféiers fortement hétérogènes au plan génétique (espèce allogame). Leurs descendances expriment une importante variabilité due à la recombinaison.

Le manque de variabilité des caféiers cultivés a surtout été ressenti par les exploitants qui ont parcouru depuis 1940 l'aire d'origine africaine de *C. arabica* : ils ont mentionné l'existence *in situ* de la plupart

des mutants décrits antérieurement, ainsi que la présence de caféiers indemnes ou peu sensibles à la rouille. Cette prise de conscience a débouché sur de nouvelles prospections de caféiers spontanés, à partir de 1960, sous l'égide de la FAO et des organismes français de recherche, à savoir le Museum, l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer (ORSTOM), l'Institut français du café et du cacao (IFCC) (encadré 2). Les collecteurs ont pris en considération l'ensemble des espèces du genre *Coffea* et des genres apparentés⁽⁵⁾, c'est-à-dire l'intégralité du complexe d'espèces des caféiers au sein duquel les échanges géniques ont une probabilité non nulle (définition du pool génique d'après Harlan et de Wet).

gnées homogènes, génétiquement fixées et multipliées par graines. Par croisement contrôlé entre des souches portant des caractères complémentaires, on obtient une descendance hybride homogène, pouvant manifester de la vigueur. C'est le cas des hybrides de première génération (F1) obtenus par croisement des variétés cultivées de *C. arabica* avec les variétés spontanées d'origine éthiopienne ; ils ne pourraient être reproduits fidèlement que par multiplication asexuée. En effet, les caféiers hybrides de première génération possèdent une structure génétique hétérogène et donnent une descendance variable en deuxième génération ; composée en particulier d'individus recombinants F2 qui associent les caractères recherchés.

3. La variabilité de la teneur en caféine

■ Le café est une boisson stimulante dont l'action physiologique est pour partie attribuée à un alcaloïde, la caféine. La teneur en caféine des différentes espèces de caféiers varie de façon continue de 0 à 5 % de la matière sèche.

Espèces	Origines Région	Teneur
<i>Mascarocoffea</i>	Région malgache	0 %
<i>Paracoffea</i> spp.	Inde et Afrique	0 %
<i>C. eugenioides</i>	Kenya	0,2 à 0,6 %
<i>C. zanguebariae</i>	Kenya	0,5 %
<i>C. racemosa</i>	Mozambique	0,6 à 1,2 %
<i>C. congensis</i>	Zaïre, RCA	1 à 1,4 %
<i>C. liberica</i>	Côte d'Ivoire RCA	0,6 à 1,8 %
<i>C. arabica</i>	Ethiopie	0,6 à 1,8 %
<i>C. canephora</i>	Côte d'Ivoire Madagascar	1,3 à 5,2 %

La distribution géographique de ce caractère dans les populations naturelles de caféiers suit un gradient décroissant d'ouest en est : les espèces à forte et moyenne te-

neur en caféine croissent en Afrique occidentale et centrale, celles à faible teneur se trouvent en Afrique orientale et les caféiers sans caféine occupent la région malgache.

Les cafés Arabica et Robusta du commerce contiennent respectivement 1 à 1,3 % et 2 à 3 % de caféine. L'importante variabilité individuelle de ce caractère quantitatif a été étudiée par Charrier et Berthaud⁽⁶⁾ et son mode de transmission héréditaire est maintenant bien établi. La variabilité intraspécifique de ce caractère permettrait de sélectionner des souches moins chargées en caféine, surtout chez le Robusta. En choisissant des géniteurs à faible teneur, on a obtenu des descendances de *C. canephora* dont la teneur en caféine varie de 1,3 à 2 %.

Il paraît aussi possible d'apporter une solution génétique à la production de cafés contenant peu ou pas de caféine naturellement par l'hybridation de *C. canephora* avec les espèces sauvages peu chargées : les croisements avec *C. eugenioides* sont utilisables et réduisent de moitié la teneur en caféine des hybrides F1 ; les croisements avec les caféiers malgaches donnent quelques hybrides peu fertiles et difficilement exploitables à cause de l'amertume et des goûts particuliers du parent sauvage.

Le genre *Coffea*, à lui seul, comprend une vingtaine d'espèces originaires d'Afrique — les *Eucoffea* — et une cinquantaine d'espèces de la région malgache — les *Mascarocoffea*. Le nombre d'unités systématiques décrites traduit l'importance de la diversité et des adaptations de ce complexe multispécifique, en particulier, dans la région malgache (fig. 4).

Quelles améliorations pour Arabica...

Les informations que je viens de présenter permettent de considérer maintenant quelques réalisations en matière d'amélioration des caféiers cultivés et les nouvelles orientations à donner à ces recherches.

Chez *C. arabica*, les sélectionneurs appliquent une méthodologie classique pour les plantes autogames (fig. 6). Nous avons vu que les variétés cultivées sont des li-

Comme les planteurs de caféiers Arabica sont habitués aux caféiers reproduits par graines, il leur faut des lignées qui restent stables au cours des multiplications. Ce type variétal est obtenu soit par plusieurs cycles d'autofécondation de chacune des plantes F2 retenues, soit après plusieurs croisements par le même parent. Sachant que la durée moyenne d'une génération est de trois ans chez les caféiers, cette phase de fixation demande plus de dix années. L'efficacité de cette méthodologie dépend d'une part du mode de transmission génétique et de l'hérédité des caractères à améliorer, d'autre part de la diversité du matériel végétal disponible en collection.

Les programmes de recherche sur le café au Portugal⁽⁷⁾, au Brésil, en Colombie, au Kenya et en Inde ont privilégié l'amélioration des variétés cultivées par le transfert des facteurs de résistance à la

(5) J. Berthaud, J.L. Guillaumet, D. Le Pierres, M. Louré, ASIC, 8^e colloque, 1977.
(6) A. Charrier, J. Berthaud, *Café Cacao Thé*, 14, 251, 1975.
(7) A.J. Bettencourt, J. Lopes, I.L. Godinho, ASIC, 9^e colloque, 1980.

L'amélioration génétique dépend du mode de reproduction de chaque espèce.

rouille orangée, associés ou non à d'autres caractéristiques agronomiques comme l'architecture de l'arbre, la qualité à la tasse, la tolérance à la sécheresse et au froid. Ces travaux seront poursuivis prioritairement en prenant aussi en compte la résistance à deux nouvelles maladies en pleine expansion : l'Anthraxose des baies en Afrique de l'Est, dénommée CBD (coffee berry disease) par les Anglo-Saxons⁽⁸⁾, et la rouille farineuse en Afrique centrale et occidentale (fig. 5).

Les rares géniteurs manifestant un bon comportement vis-à-vis de la rouille orangée et du CBD proviennent de matériel originaire du centre d'origine de l'espèce *C. arabica*, comme le cultivar Rume Sudan. De nouveaux caféiers résistants à ces maladies sont en cours de triage parmi les origines spontanées éthiopiennes issues des prospections de la FAO et de l'ORSTOM. Un géniteur particulièrement intéressant, l'hybride de Timor, associant la résistance totale à la rouille orangée, au CBD et aux vers nématodes a été découvert dans les années 1940 par les chercheurs portugais en Indonésie, dans l'île de Timor. Ce cultivar ressemble à l'Arabica, mais il serait issu d'une hybridation avec les Robusta introduits au début du siècle dans cette région. Le croisement de l'hybride de Timor avec le mutant *Caturra* a donné naissance à une variété nouvelle, promise à un bel avenir et appelée «Catimor». Cet exemple nous conduira à reconsidérer sous cet angle l'intérêt de l'hybridation entre individus d'espèces différentes dans l'amélioration de *C. arabica*.

... et pour Robusta ?

La sélection de *C. canephora* est conduite de façon très différente (fig. 6). Nous avons vu que, chez cette espèce allogame, les caféiers ont un contenu génétique hétérogène, et leurs descendances issues de fécondations croisées manifestent une importante variabilité. Le polymorphisme des premières plantations de caféiers Robusta ou des descendances issues de caféiers sauvages implantées par semis a été bien décrit par Porteres⁽⁹⁾ et Cramer⁽¹⁰⁾. Dans ces cas l'importance de la diversité est telle que, par exemple, les caféiers les plus productifs représentent moins de 10 % des arbres, mais ils peuvent fournir à eux seuls presque la moitié de la production totale. Les chercheurs hollandais⁽¹⁰⁾ comprirent, au début des années 1900, tout l'intérêt que l'on pouvait tirer de la multiplication asexuée des individus exceptionnellement productifs, bien adaptés au milieu et à gros grains. Chacun d'eux fut alors reproduit par greffage pour constituer une descendance clonale possédant le même contenu génétique. En plantation, il est nécessaire d'associer plusieurs clones interfertiles en mélange afin d'assurer une fécondation croisée optimale.

Cette méthode d'amélioration de *C. canephora*, appelée sélection végétative, est devenue opérationnelle quand une technique simple et rentable de bouturage des

caféiers fut définitivement mise au point dans les années 1950 par Vallaeys et Pagacz au Congo ex-Belge, Viarney-Liaud à Madagascar, Portères et Robinet en Côte d'Ivoire. Par cette voie toujours en vigueur, les chercheurs de l'IFCC ont sélectionné avec la même réussite au Cameroun, en Centrafrique, à Madagascar et en Côte d'Ivoire des clones productifs (2 à 3 t/ha de café), parfois à gros grains, largement diffusés par les structures nationales de vulgarisation. Ces résultats ont été acquis par un choix de quelques dizaines d'individus exceptionnels, répondant aux critères de sélection, parmi un grand nombre de caféiers en plantation (de l'ordre de 1 million d'arbres à Madagascar) et dans des descendances contrôlées obtenues en station (une centaine de croisements différents à Madagascar et en Côte d'Ivoire). Les résultats atteints avec cette méthode de sélection, directement applicable après une ou deux générations de croisements contrôlés, dépendent de l'effectif et de la variabilité des descendances, du mode de transmission héréditaire des caractères utiles et du choix des parents.

Dans cette optique, l'enrichissement des collections de *C. canephora* est une nécessité. Nous avons vu que le nombre d'origines fondatrices constitue un échantillon très incomplet de cette espèce dont l'aire de répartition naturelle s'étend sur toute la zone forestière intertropicale d'Afrique occidentale et centrale. De la Guinée à l'Ouganda, sur 5 000 km de distance, les taxonomistes ont décrit une quinzaine de types morphologiques ou géographiques différents regroupés dans l'espèce *C. canephora*. La seule acquisition récente collectée en 1975 par Guillemet et Berthaud provient de la région de Carnot en Centrafrique. Ce taxon, original par son format réduit et son adaptation à des sols filtrants, est étudié en croisement avec des souches sélectionnées de *C. canephora* par Berthaud en Côte d'Ivoire. Dans les descendances obtenues, les individus productifs, tolérants à la sécheresse et de petite taille seront multipliés par bouturage. L'intérêt de ce format d'arbre est double : possibilité de plantation à des densités élevées (5 000 caféiers/ha) entraînant un accroissement de production à l'hectare ; facilité de récolte manuelle et mécanique.

Tout l'intérêt de la multiplication asexuée pour obtenir directement des cultivars de Robusta possédant le même contenu génétique n'a pas été compris de tous les caféiculteurs. Certains préfèrent les caféiers issus de semis aux caféiers issus de boutures, malgré la variabilité des premiers. Pourtant le résultat est clair : Capot⁽¹¹⁾ en Côte d'Ivoire a montré que la production moyenne à l'ha des variétés sélectionnées distribuées par graines (1,5 t/ha) est inférieure à celle des clones vulgarisés (2,6 t/ha).

Dans ces conditions, comment créer des variétés homogènes de *C. canephora* reproductibles par graines ? Il faudrait synthétiser des hybrides F1 à partir de pa-

rents à contenu génétique homogène. Chez cette espèce autostérile, on ne peut envisager, comme chez le maïs ou le mil, cette homogénéisation des caféiers par plusieurs générations d'autofécondations, à cause de la longueur des cycles de génération et du système d'incompatibilité. Seul l'emploi d'haploïdes permettrait la création directe de parents génétiquement homogènes : dans un individu diploïde à contenu génétique hétérogène, chaque paire chromosomique homologue porte des allèles différents au même locus ; par haploïdisation, chaque plante obtenue ne possède plus qu'un seul chromosome de chaque type et son doublement chromosomique par la colchicine permet alors de reconstituer un organisme diploïde dont chaque paire chromosomique homologue porte les mêmes allèles.

Pour le moment, la production d'haploïdes par culture *in vitro* d'anthers, de pollen et d'ovules n'a pas encore abouti chez le caféier. Par contre, l'isolement d'embryons haploïdes spontanés dans les graines est maintenant opérationnel grâce à une technique de greffage d'embryons mise au point récemment à l'ORSTOM par Couturon et Berthaud⁽¹²⁾. Le matériel végétal obtenu (une centaine d'haploïdes actuellement) ne permettra pas d'évaluer avant cinq ans l'importance de la vigueur des hybrides F1 et l'intérêt de cette voie pour la création de variétés homogènes et vulgarisables par graines.

L'exploitation des hybrides.

Dès le début de la sélection des caféiers à Java, les chercheurs hollandais⁽⁹⁾ n'ont pas négligé les hybrides entre espèces apparus naturellement dans les descendances ; seuls les hybrides Congusta ont alors connu un développement économique. Depuis 1960, un regain d'intérêt pour cette voie d'amélioration s'est manifesté au Brésil, en Inde, au Kenya, à Madagascar et en Côte d'Ivoire. Les chercheurs de ces pays ont surtout recouru à l'hybridation des deux espèces cultivées. Ils ont aussi réalisé des croisements avec d'autres espèces du genre *Coffea* non exploitées, pour conférer aux premières des caractères nouveaux comme la tolérance à la sécheresse de *C. racemosa*, la faible teneur en caféine de *C. eugenioides* ou l'absence de cet alcaloïde dans les graines des *Mascarocoffea* (encadré 3), la résistance aux nématodes de *C. salvatrix*, l'architecture et la floraison tardive de *C. liberica*, etc.

En participant à ces recherches, j'ai proposé une première synthèse sur les affinités des espèces du genre *Coffea*⁽¹³⁾ : à l'exception de *C. arabica*, tous les caféiers étudiés ont 22 chromosomes somatiques, chaque type chromosomique étant représenté par 2 exemplaires homologues. Par croisement de ces espèces dites diploïdes, Monaco au Brésil, Charrier à Madagascar, Louarn en Côte d'Ivoire ont obtenu des hybrides F1. Leur comportement méiotique indique que ces espèces ont conservé des structures chromo-

(8) H.A.M. Van der Vossen, D.J. Walyaro, *Euphytica*, 29, 777, 1980.

(9) R. Porteres, *Ann. Agric. Afr. Occid.*, 1, 68, 219 et 405, 1937.

(10) P.S.S. Cramer (ed.), IAS, Turrialba, Costa-Rica, 1957.

(11) J. Capot, *Café Cacao Thé*, 21, 233, 1977.

(12) E. Couturon, J. Berthaud, *Café Cacao Thé*, 23, 267, 1979.

(13) A. Charrier, ASIC, 8^e colloque, 399, 1977.

somiques suffisamment proches pour dériver d'un génome commun A. L'espèce *C. arabica*, à 44 chromosomes, serait constituée de 2 génomes A' et A'' provenant des caféiers diploïdes. L'organisation monophyllétique du genre *Coffea* est donc favorable aux échanges d'informations génétiques portées par les différentes espèces.

J'illustrerai les principales possibilités d'exploitation de l'hybridation interspécifique chez les caféiers par trois réalisations différentes (fig. 7).

La première concerne les hybrides Congusta issus du croisement *C. canephora* x *C. congensis* (fig. 1). Sur la côte est de Madagascar, l'IFCC les a sélectionnés par voie végétative, comme les souches de *C. canephora*. L'intérêt de ces hybrides fertiles et vigoureux réside dans leur adaptation aux sols d'alluvions temporairement inondés et la production de grains de belle taille pouvant entrer dans des mélanges avec le café Arabica. L'amélioration des hybrides Congusta a été entravée par la disparition de l'espèce peu vigoureuse *C. congensis* des collections. La prospection de Guillaumet et Berthaud en Centrafrique a permis de reconstituer un réservoir de 500 caféiers sauvages de *C. congensis* en Côte d'Ivoire et de reprendre maintenant la sélection d'hybrides Congusta.

La deuxième réalisation concerne l'amélioration de la qualité du café Robusta produit en Afrique par hybridation avec l'espèce *C. arabica* connue pour sa valeur organoleptique, son adaptation écologique étant un facteur limitant de sa culture en basse altitude. Capot (14) a créé un hybride à 44 chromosomes appelé *C. arabusta* par croisement de *C. arabica* avec des souches de *C. canephora* dont le nombre de chromosomes a été doublé par traitement à la colchicine. Cette nouvelle structure hybride de 1^{ère} génération se caractérise par sa vigueur, un gain qualitatif net, mais sa fertilité n'est pas entièrement satisfaisante (fig. 1). Cet hybride à contenu génétique très hétérogène subit une sélection clonale comme les descendances de Robusta. Les premières souches d'Arabusta sélectionnées par l'IFCC en Côte d'Ivoire atteignent une production de 1,5 t/ha et font actuellement l'objet d'une étude de comportement sur 500 ha : elle permet la mise au point des méthodes agronomiques et technologiques ainsi que la production de café Arabusta destinée à la promotion du produit.

On peut aussi croiser directement l'espèce *C. arabica* avec les souches diploïdes de *C. canephora*. On obtient dans ce cas un hybride triploïde stérile, à 33 chromosomes, dont la fertilité est pleinement restaurée par doublement du nombre chromosomique. D'après les travaux de Berthaud, Le Pierres et Anthony, les hybrides hexaploïdes se caractérisent par un dosage prédominant du parent *C. arabica*, à savoir la bonne qualité du café obtenu, mais un mauvais comportement dans les conditions ivoiriennes de culture.

La troisième réalisation se rapporte aux

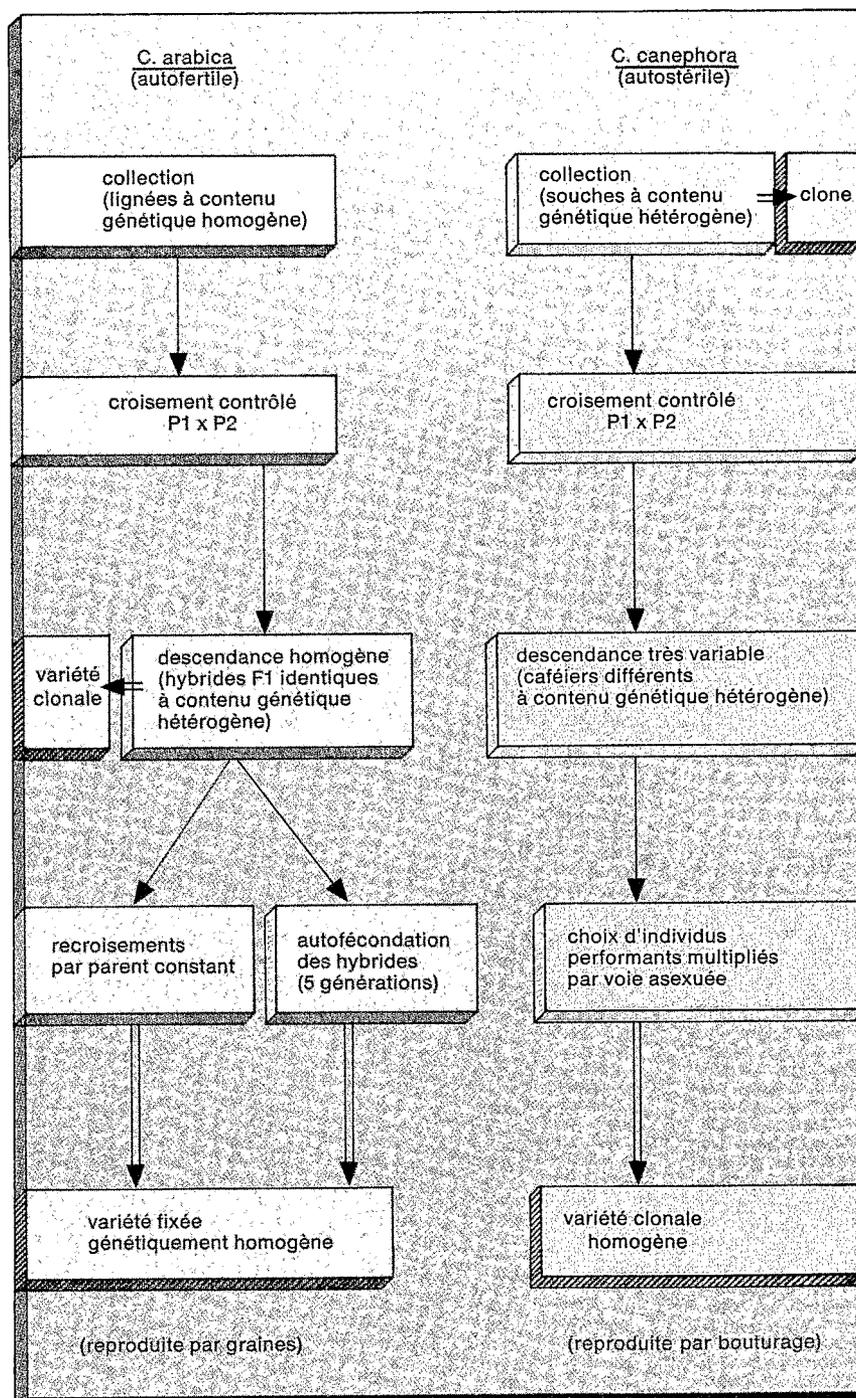


Figure 6. La conduite de l'amélioration génétique des caféiers cultivés exploite le mode de reproduction de chaque espèce et permet de créer des variétés sélectionnées de structure génétique différente. *C. arabica* par exemple est une espèce autogame (autofécondation des fleurs hermaphrodites d'une même plante). Il en résulte que les variétés cultivées sont des lignées homogènes au plan génétique. Le croisement contrôlé de souches portant des caractères complémentaires (P1 x P2) permet d'obtenir une descendance hybride homogène : ces caféiers vigoureux de première génération sont identiques, mais à structure génétique hétérogène. Ils ne peuvent donc être reproduits fidèlement que par multiplication asexuée (création de variétés clones). En effet, la descendance issue de la reproduction sexuée de ces hybrides F1 manifeste une importante variabilité. Plusieurs cycles d'autofécondation de chacune des plantes de deuxième génération (F2) retenues ou plusieurs recroisements par le même parent permettent seuls d'obtenir une variété génétiquement stable et homogène que l'on peut reproduire par graines. La sélection de *C. canephora* est conduite de façon très différente. Chez cette espèce, il y a fécondation croisée entre plantes différentes, de sorte que les descendants sont fortement hétérogènes au plan génétique (espèce allogame). Dans ce cas, la multiplication asexuée des individus exceptionnellement productifs permet de constituer une descendance clonale possédant le même contenu génétique.

Le croisement de caféiers d'espèces différentes permet, en théorie, le cumul de leurs qualités respectives.

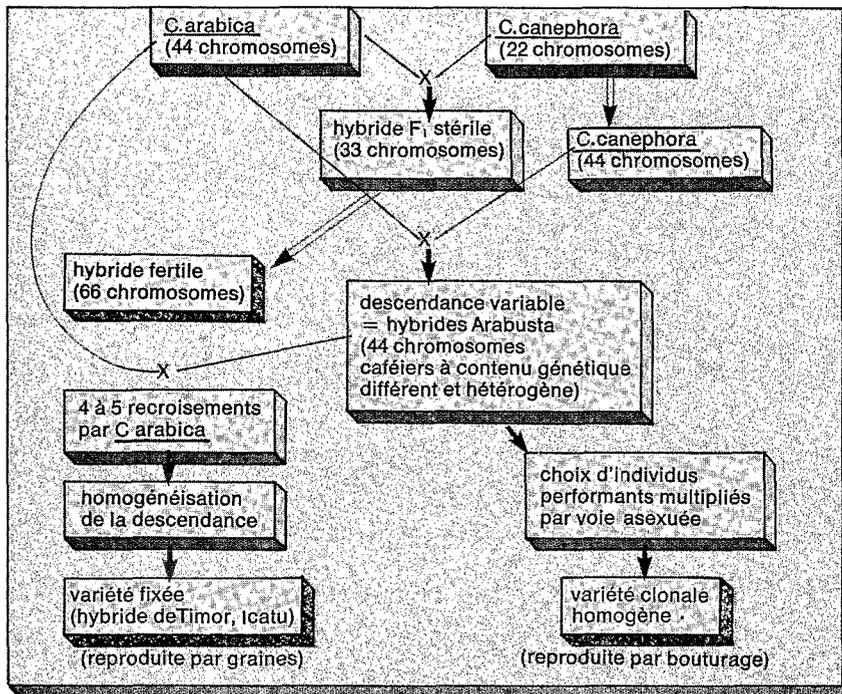


Figure 7. Le croisement de caféiers d'espèces différentes permet, en théorie, le cumul de leurs qualités respectives. Ainsi, peut-on améliorer la qualité du café Robusta (*C. canephora*) par hybridation avec l'espèce *C. arabica* connue pour sa valeur organoleptique mais dont l'adaptation écologique est un facteur limitant de sa culture en basse altitude. Le croisement de *C. arabica* avec des souches de *C. canephora*, dont le nombre de chromosomes a été doublé par traitement à la colchicine, donne un hybride appelé Arabusta. Il se caractérise par sa vigueur, un gain qualitatif net, mais son contenu génétique est très hétérogène : la multiplication végétative des individus les plus performants permet de créer une variété clonale homogène. On peut aussi croiser directement *C. arabica* avec les souches diploïdes de *C. canephora*. On obtient un hybride stérile à 33 chromosomes, dont la fertilité est restaurée par doublement des chromosomes. Les hybrides à 66 chromosomes se caractérisent par une bonne qualité du café obtenu mais un mauvais comportement dans les conditions ivoiriennes de culture. Une autre réalisation a consisté à améliorer *C. arabica* en lui incorporant des facteurs de résistance aux maladies portés par les autres espèces de caféiers, tout en lui gardant ses qualités. Les caractères de résistance à la rouille orangée et à l'antracnose provenant de *C. canephora* ont été transférés par le relais de l'hybride Arabusta. Après quatre à cinq cycles de croisements en retour par le parent *C. arabica* et sélection des individus équilibrés, les Brésiliens ont créé une variété stable et résistante nommée Icatu. L'hybride de Timor d'origine naturelle pourrait avoir emprunté la même voie.

possibilités d'amélioration de *C. arabica* par l'incorporation de facteurs de résistance aux maladies, portés par les autres espèces de caféiers, tout en gardant ses qualités. Les chercheurs brésiliens ont transféré aux cultivars de *C. arabica* des caractères de résistance à la rouille orangée et à l'antracnose provenant de *C. canephora* par le relais de l'hybride Arabusta ; ce dernier a subi 4 à 5 cycles de croisements en retour par le parent *C. arabica* Var. Mundo Novo. Par sélection des individus équilibrés, Monaco⁽¹⁵⁾ rapporte la création d'une population de caféiers, tétraploïdes fertiles et résistants aux maladies, nommée Icatu. L'hybride de Timor, d'origine naturelle et exploité par les Portugais, pourrait avoir emprunté la même voie.

En fait, chez les caféiers, les possibilités d'amélioration offertes par les croisements entre espèces ont à peine été exploitées. Les quelques exemples présentés pourraient servir de modèle à la création de toutes sortes de combinaisons interspécifiques, en remplaçant *C. canephora* par d'autres caféiers diploïdes.

C'est la voie dans laquelle se sont engagés les chercheurs de l'ORSTOM depuis 1975 en Côte d'Ivoire grâce aux collections de caféiers qu'ils ont constituées.

Plus que jamais, la multiplication asexuée reste d'actualité dans la sélection des caféiers cultivés. Elle a le triple avantage de multiplier des structures génétiques hétérogènes quelle que soit leur origine, d'assurer leur reproduction conforme sous la forme d'un clone homogène (à quelques restrictions près) et de limiter au strict minimum le nombre de cycles de sélection. D'emploi courant pour *C. canephora*, la sélection clonale est aussi la méthode d'exploitation la plus efficace des nouveaux caféiers issus d'une hybridation interspécifique. Même dans le cas de l'espèce *C. arabica*, que l'on a coutume de multiplier par semences, il serait beaucoup plus rapide de reproduire par voie asexuée les meilleurs descendants hybrides à contenu génétique hétérogène, qui manifestent en outre une vigueur exploitable. Van Der Vossen au Kenya a envisagé l'utilisation d'hybrides de *C. arabica* bien que le bouturage présente pour le mo-

ment quelques difficultés dans les conditions climatiques d'altitude.

D'ailleurs, il existe d'autres techniques de multiplication asexuée appliquées en arboriculture fruitière. L'emploi du greffage représenterait un progrès incontestable prenant en compte l'adaptation du porte-greffe aux sols et son interaction avec des greffons produisant un café de qualité. Mentionnons aussi les nouvelles possibilités offertes par le développement de la culture *in vitro*. Depuis sa première application au *C. canephora* par Starisky en 1970, cette technique a été étendue à *C. arabica* par Sondhal et Sharp au Brésil et sur les hybrides Arabusta par Dublin en France, aussi bien par microbouturage que par néoformation de bourgeons.

Toutefois, l'emploi de variétés clonales comporte deux inconvénients : d'une part la multiplication végétative accroît la transmission des maladies virales ; d'autre part la culture d'un nombre limité de variétés clonales sur de grandes étendues favorise les épidémies et l'évolution de certains parasites. La création permanente de nouvelles variétés par sélection clonale permet de limiter ce double risque. En définitive, la diversité des populations naturelles de caféiers reste l'atout majeur de leur amélioration vu la faible partie de leur variabilité utilisée en sélection. N'a-t-on pas trouvé de nouvelles espèces au cours des prospections récentes à Madagascar et en Afrique de l'Est ? Mais, dans bien des cas, il ne faut pas espérer longtemps encore collecter des caféiers spontanés dans les forêts tropicales africaines, objet d'une exploitation frénétique. La sauvegarde des ressources génétiques du genre *Coffea* doit être privilégiée, comme celle de beaucoup de plantes cultivées (*la Recherche*, n° 84, p. 1067, déc. 1977). D'autres plantes arbustives tropicales comme l'hévéa, le palmier et le cacaoyer présentent des particularités communes avec celles des caféiers qui autorisent des comparaisons utiles pour la conduite de leur amélioration génétique.

Pour en savoir plus

Sur l'agronomie et la technologie du café :

■ R. Coste, *Le caféier*, Maisonneuve et Larose, 1968.

Sur la génétique des caféiers :

■ A. Carvalho et al., in F.P. Fewerda, F. Wit (eds.), *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*, Landbouwhogeschool, Wageningen, Miscel. pap. n° 4, 1969.

■ A. Charrier, « La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache. Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine », Mémoires ORSTOM, n° 87, 1978.

Sur l'amélioration des plantes :

■ Y. Demarly, « L'amélioration des plantes », *la Recherche*, n° 38, p. 867, oct. 1973.

(15) L.C. Monaco, ASIC, 7^e colloque, 497, 1975.

LA RECHERCHE

DOSSIER :
LA BUREAUTIQUE

N

M 1108 - 136 - 20 F

mensuel n° 136 septembre 1982 - 20 francs

La génétique des cafés • Notre galaxie
La fission nucléaire • Les maladies de nos ancêtres

RCCHBV 9 (136) 953-1100 (1982) ISSN 0029-5671



BELGIQUE: 162 FB CANADA: 3,25 \$ ESPAGNE: 375 PTAS SUISSE: 9,50 FS

B 2192 ex 1