



LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES
DES CAFÉIERS : GESTION
ET ÉVALUATION DES COLLECTIONS
DE DIVO (CÔTE - D'IVOIRE).

Denis FILLOUX

Document ORSTOM Montpellier, 1992, n° 5

Denis FILLOUX

LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES
DES CAFÉIERS : GESTION ET ÉVALUATION
DES COLLECTIONS DE DIVO (CÔTE - D'IVOIRE).

**Les opinions exprimées dans ce document
n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs**

SOMMAIRE

RESUME	p. 5
INTRODUCTION	p. 7
PRESENTATION DES RESSOURCES GENETIQUES CAFEIERES CONSERVEES EN COTE D'IVOIRE	p. 9
1. ORIGINE ET DIVERSITE DU MATERIEL PROSPECTE	p. 9
2. LA MISE EN COLLECTION A DIVO	p. 10
3. COUT ET MOYENS DISPONIBLES POUR LA MAINTENANCE	p. 10
LA CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES	P. 13
1. ENTRETIEN ET MAINTENANCE DES PARCELLES	p. 13
1.1 Les pratiques culturales	
1.2 Le désherbage	
1.3 La surveillance sanitaire	
1.4 Le remplacement des arbres morts	
1.5 Les risques d'incendies	
2. LA BASE DE DONNEES : BASECAFE	p. 14
2.1 L'utilisation de BASECAFE	
2.2 La programmation d'applications	
2.3 Propositions pour d'autres applications	
3. LA CONSERVATION DES SEMENCES	p. 16
3.1 Les essais de conservation des semences	
3.2 Les propositions pour la conservation	
EVALUATION DES RESSOURCES CONSERVEES	p. 19
1. La poursuite de l'évaluation en cours	p. 19
2. La création de matériel végétal	p. 20
2.1 Les hybridations contrôlées	
2.2 Les duplications chromosomiques	
CONCLUSION	p. 21
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	p. 23

RESUME

Dans le cadre de mon service national en coopération (VSNA), j'ai été affecté à l'ORSTOM sur la station IRCC/CIRAD de Divo en Côte d'Ivoire. Les objectifs de mon travail consistaient à assurer la gestion des caféiers sauvages diploïdes africains en collection à Divo, et à poursuivre son évaluation et l'archivage des données collectées.

La collection de Divo s'est enrichie peu à peu par le matériel ramené de prospections faites en Afrique. Elle contient du matériel d'une grande richesse tant au niveau de la diversité des formes que par l'abondance du matériel collecté (5.000 génotypes originaux représentant 25 espèces). En l'absence de moyen de conservation durable des semences, la sauvegarde des ressources génétiques est réalisée au champ (6 ha).

La maintenance des collections est assurée par des entretiens appropriés. La gestion du matériel végétal et l'archivage des données d'évaluation sont facilités par l'utilisation d'une base de données (BASECAFE). Une application complémentaire permettant la saisie de données d'évaluation a été mise au point. D'autres applications sont proposées. Des essais de conservation de semences ont été tentés pour sauvegarder la diversité génétique en collection. Les résultats peu concluants nous contraignent à proposer d'autres méthodes.

L'évaluation des ressources conservées a été poursuivie avec la récolte des arbres et l'estimation de leurs caractéristiques technologiques. Des hybridations contrôlées et des duplications chromosomiques ont également été réalisées.

INTRODUCTION

Ce document est une présentation du travail réalisé à la station IRCC/CIRAD de Divo en Côte d'Ivoire, dans le cadre de mon service national en coopération (VSNA). J'ai été affecté à ce poste en mars 1991, pour une durée de 16 mois, par A. Charrier, responsable de l'Unité de Recherches "Bases biologiques de l'amélioration des plantes tropicales" à l'ORSTOM. En Côte d'Ivoire, l'ORSTOM travaille conjointement avec l'IRCC/CIRAD à la conservation et à l'évaluation des ressources génétiques des caféiers sauvages. Mon travail, sous la responsabilité de F. Anthony, en poste à Montpellier, consistait à assurer la gestion du matériel végétal en collection à Divo, son évaluation et l'archivage des données collectées. De plus, j'effectuais le suivi des parcelles d'essais de D. Le Pierrès, également basé à Montpellier, dont le programme de recherche est l'étude des relations génétiques de *Coffea arabica* avec les autres espèces de caféiers.

Les caféiers appartiennent à la vaste famille des rubiacées. Les botanistes ont décrit une centaine de taxons d'une grande diversité, répartis dans la zone forestière intertropicale africaine et malgache. Les caféiers occupent des habitats variés en situations ombragées (forêts) ou semi-ombragées (galeries forestières, clairières, bords de cours d'eau) (Coste, 1989). On les trouve aussi bien dans les forêts ombrophiles humides (*C. humilis*) que dans les savanes arborées sèches (*C. racemosa*), mais aussi en altitude (*C. eugenioides*, *C. arabica*) ou en bordure des océans Atlantique (*C. liberica*) et Indien (*C. pseudozanguebariae*).

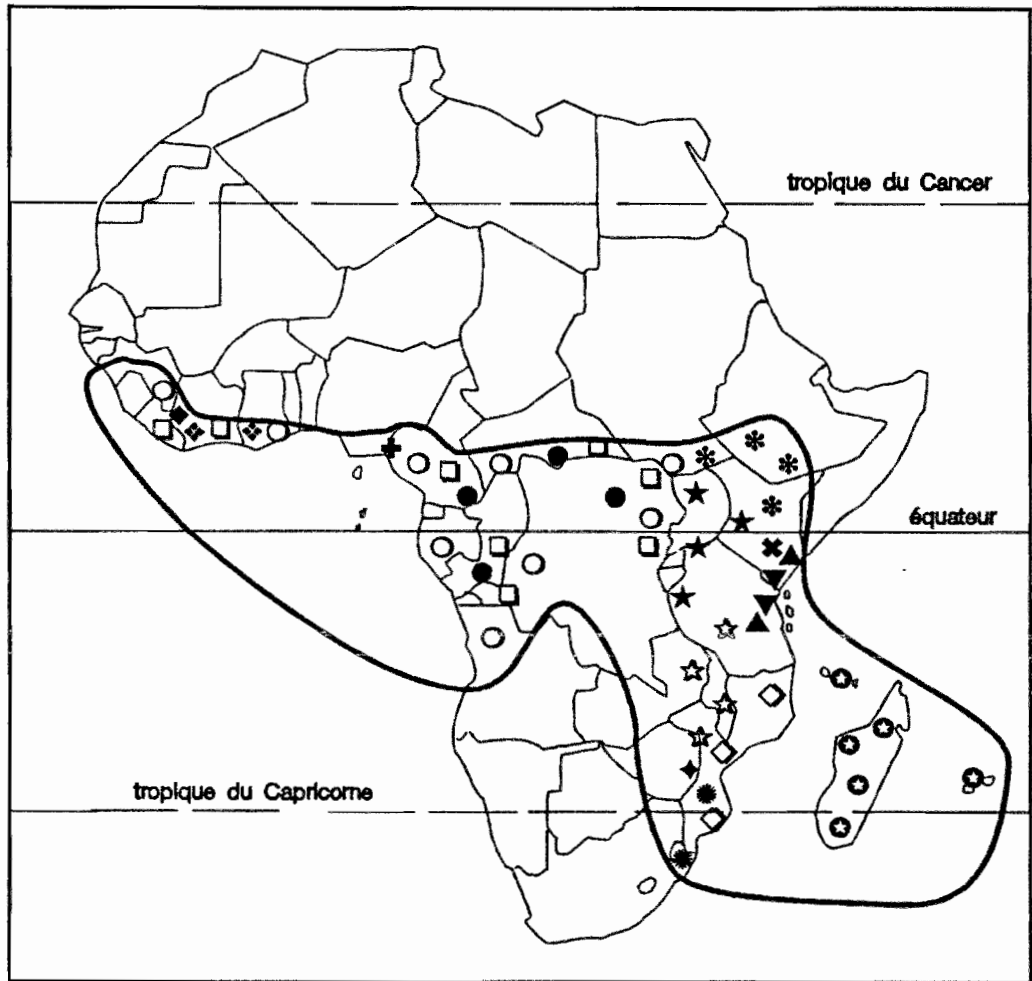
Les problèmes posés par la caféiculture concernent surtout la résistance aux parasites, aux maladies et aux aléas divers. Les autres critères utilisés par les sélectionneurs sont relatifs à la productivité et à la qualité du café. D'après Charrier (1982), l'amélioration génétique du caféier passe par le croisement d'espèces différentes. La faible variabilité génétique des caféiers cultivés et la destruction rapide et irréversible des écosystèmes forestiers ont rendu indispensable la collecte des formes sauvages. C'est pourquoi de nombreuses prospections ont été réalisées depuis 1960 par l'ORSTOM, l'IRCC/CIRAD, le Muséum d'Histoire Naturelle, l'IBPGR, ... Ces missions ont permis de collecter 20.000 génotypes spontanés représentant 70 espèces réparties sur l'ensemble de l'aire d'origine (Anthony, 1992).

Des collections de base ont été installées dans 3 principaux centres en Ethiopie, en Côte d'Ivoire et à Madagascar. Seul le matériel végétal conservé en Ethiopie, appartenant à l'espèce *C. arabica*, a fait l'objet d'une large diffusion. Les autres espèces africaines et les malgaches sont dans des collections uniques, en Côte d'Ivoire et à Madagascar. Le caractère récalcitrant des semences de caféier fait qu'il n'est pas possible de constituer des banques de semences comme pour les céréales. Les ressources génétiques doivent être conservées dans des collections vivantes, en champ. La durée de vie du caféier (environ 30 ans) est un avantage pour la sauvegarde en plantation.

La 1^{ère} partie de ce document est une présentation des ressources génétiques caféières conservées en Côte d'Ivoire. J'insisterai, notamment, sur la diversité et l'abondance du matériel végétal collecté.

La 2nde partie concerne la gestion de la collection de Divo. J'y décrirai les problèmes liés à la maintenance et à l'entretien de la collection, l'utilisation de la base de données et la conservation de semences.

La 3^{ème} partie présente les travaux réalisés dans le cadre de l'évaluation de la collection.



OUEST et CENTRE

- ✚ *C. brevipes*
- *C. canephora*
- *C. congensis*
- ◆ *C. humilis*
- *C. liberica*
- ◈ *C. stenophylla*

EST

- * *C. arabica*
- ★ *C. eugenioides*
- ✱ *C. fadenii*
- ☆ *C. mufindiensis*
- ▼ *C. pseudozanguebariae*
- *C. racemosa*
- ✦ *C. salvatrix*
- ▲ *C. sessiliflora*
- ◇ *C. zanguebariae*

MADAGASCAR

- ⊙ > 50 taxons

Figure 1 : Répartition des principales espèces du genre *Coffea* (d'après Anthony, 1992)

PRESENTATION DES RESSOURCES GENETIQUES CAFEIERES
CONSERVEES EN COTE D'IVOIRE

Associé avec l'IRCC/CIRAD depuis 1966 en une opération conjointe pour conserver et évaluer la diversité génétique des caféiers, l'ORSTOM a constitué peu à peu des collections de caféiers africains. Ces collections vivantes ont été installées en Côte d'Ivoire sur 2 sites aux conditions écologiques complémentaires. L'une est placée en plaine à la station IRCC/CIRAD de Divo. L'autre est située en altitude sur le Mont Tonkoui (1 100 m) près de la station ORSTOM de Man.

1. ORIGINE ET DIVERSITE DU MATERIEL PROSPECTE

Lors des prospections, les collecteurs se sont attachés à prospecter des sites naturels. Cela a permis d'échantillonner du matériel végétal sauvage et très diversifié. En effet, 8.000 génotypes originaux, représentant une trentaine d'espèces ont été collectés dans 8 pays africains, sur environ 500 sites de prélèvements (tableau 1). Cinq mille de ces génotypes sont rassemblés à Divo. Les formes sauvages des espèces cultivées y sont particulièrement bien représentées : 850 génotypes de *C. arabica* et 700 de *C. canephora*. En outre, plusieurs nouveaux taxons (*C. sp.*) ont été découverts au Cameroun et au Congo (Anthony et coll., 1985 ; de Namur et coll., 1987).

Toutes les espèces connues sont diploïdes ($2n=22$) et ont un mode de reproduction allogame strict, mise à part *C. arabica* qui se distingue par son allotétraploïdie et son autogamie. Parmi le pool d'espèces diploïdes, un taxon indéterminé de la frontière entre le Cameroun et le Congo a révélé son autofertilité depuis peu.

La structure de la diversité des caféiers est en relation avec l'existence de 3 ensembles biogéographiques d'espèces : région malgache, Afrique orientale, et Afrique centrale et occidentale (figure 1). Elle est liée à l'adaptation des caféiers à des habitats très divers.

Tableau 1 : Origine des espèces prospectées et dates de prospections.

ANNEE	PAYS	ESPECES
1966	Ethiopie	<i>C. arabica</i>
1975	Centrafrique	<i>C. canephora</i> , <i>C. congensis</i> , <i>C. liberica</i>
1975-81	Côte d'Ivoire	<i>C. canephora</i> , <i>C. humilis</i> , <i>C. liberica</i> , <i>C. stenophylla</i>
1977	Kenya	<i>C. arabica</i> , <i>C. eugenioides</i> , <i>C. fadenii</i> , <i>C. pseudozanguebariae</i> , <i>C. sessiliflora</i>
1982	Tanzanie	<i>C. mufindiensis</i> , <i>C. pseudozanguebariae</i> , <i>C. sessiliflora</i> , <i>C. sp. F</i>
1983	Cameroun	<i>C. brevipes</i> , <i>C. canephora</i> , <i>C. congensis</i> , <i>C. liberica</i> , <i>C. sp.</i>
1985	Congo	<i>C. canephora</i> , <i>C. congensis</i> , <i>C. liberica</i> , <i>C. sp.</i>
1987	Guinée	<i>C. canephora</i> , <i>C. humilis</i> , <i>C. liberica</i> , <i>C. stenophylla</i>

Les caféiers présentent des caractéristiques très variées aux niveaux morphologique, phénologique, biochimique, agronomique, technologique... :

- L'architecture des caféiers est naine (*C. humilis* et *C. brevipes*), buissonnante (*C. pseudozanguebariae*, *C. sessiliflora*) ou arborescente (*C. liberica*).

- La couleur des fruits peut être rouge (*C. canephora*), orange (*C. congensis*), noire (*C. stenophylla*), violette (*C. sessiliflora*), verte (*C. sp. F*),...

- La durée du cycle de fructification varie également. On distingue les espèces d'Afrique de l'Est (*C. racemosa*, *C. pseudozanguebariae*, *C. sessiliflora*,...) à cycle de fructification court (1,5 à 4 mois) des autres espèces à cycle long (7 à 15 mois). A Divo, les espèces d'Afrique de l'Est présentent deux périodes de fructification par an.

- Le taux de caféine des grains, très forte chez *C. canephora* (2 à 4,5 %), est faible chez *C. sessiliflora* (0,4 à 0,8 %) et nul chez *C. pseudozanguebariae*.

- La sensibilité aux aléas climatiques (sécheresse,...), aux ravageurs et aux maladies (scolytes des fruits et des branchettes, rouille orangée,...) diffère selon les espèces. Les espèces ayant des grains à parche fine (*C. congensis*, *C. canephora*,...) sont sensibles aux scolytes des fruits alors que les *C. liberica* d'Afrique occidentale le sont moins (pulpe épaisse et parche dure). *C. racemosa* est bien adapté à la sécheresse (chute des feuilles en saison sèche).

- La taille des grains de *C. liberica* est très grande (noyau de prune), alors qu'elle est très petite chez *C. pseudozanguebariae* (grain de blé).

2. LA MISE EN COLLECTION A DIVO

La mise en collection des caféiers sauvages diploïdes sur le site de Divo a débuté en 1976. La collection s'est enrichie par les collectes successives. Actuellement, elle couvre une surface de 6 ha et compte 9.500 positions, environ. Deux hectares d'une forêt aménagée sont consacrés à la mise en culture des espèces sensibles au plein soleil (*C. humilis*) ou aux espèces mis en culture pour la 1^{ère} fois (*C. sp.*). Les 4 autres hectares sont destinés aux espèces agronomiquement intéressantes telles que *C. canephora*, *C. congensis* et *C. liberica*.

Pour faciliter l'adaptation de ces formes sauvages aux conditions pédoclimatiques de Divo (sols latéritiques), les arbres sont greffés sur des portes-greffes vigoureux (*C. canephora*, hybrides Arabusta,...). Cependant, pour les espèces les moins vigoureuses, d'autres essais devraient être faits pour déterminer le meilleur couple porte-greffe/greffon. L'exemple le plus spectaculaire est celui de *C. congensis*, appréciant les sols profonds et hydromorphes des bords de rivières, pour qui le greffage sur *C. canephora* est indispensable à Divo.

Pour éviter la perte de génotypes, ceux-ci sont, en général, dupliqués en collection. Les deux représentants sont rarement plantés à des positions contigues pour limiter les risques de destruction simultanée.

3. COUT ET MOYENS DISPONIBLES POUR LA MAINTENANCE

L'IRCC/CIRAD fournit toute la logistique nécessaire au suivi de la collection (main-d'oeuvre, matériel agricole, locaux, véhicules, fournitures diverses,...). La maintenance de la collection emploie 9 personnes : 6 ouvriers agricoles chargés des tâches manuelles (nettoyage des parcelles, récolte, plantation, traitement,...) et 3 assistants

techniques (niveau certificat d'étude) chargés d'encadrer les ouvriers agricoles et d'assurer les travaux d'observations, de collecte d'échantillons, de surveillance des collections,...

Mise sous la responsabilité d'un ingénieur qualifié, l'entretien des collections de Divo et Man (8 ha) coûte annuellement, selon Charrier et coll. (1989), 500.000 F, soit 62,5 F par géotype et par an. Cela représente le quart des dépenses du programme d'étude et d'utilisation des ressources génétiques caféières.

J'aborderai trois aspects de la conservation des collections : l'entretien des parcelles, l'utilisation de la base de données et la conservation des semences.

1. ENTRETIEN ET MAINTENANCE DES PARCELLES

Les caféiers installés sous l'ombrage de la forêt aménagée demandent une surveillance accrue par rapport à ceux des parcelles ensoleillées. Ceux-ci sont concurrencés par les arbres de la forêt (eau, minéraux,...), sont souvent endommagés par la chute d'arbres ou de branches, sont gênés par l'hétérogénéité des sols,... En outre, il s'agit souvent d'une première mise en culture.

Dans cette partie, je décrirai les pratiques employées pour l'entretien et la maintenance des caféiers.

1.1 Les pratiques culturales

Les pratiques culturales doivent être adaptées à chaque espèce. Les caféiers sont plantés en ligne, à des écartements variés selon leur encombrement à l'âge adulte. Ainsi, *C. liberica* est planté à de grands écartements (3 m x 2 m), alors que *C. humilis* est planté à de faibles écartements (1,5 m x 1 m). Une taille de formation est nécessaire pour la conduite des arbres. Toutes les espèces sont conduites sur 1 ou 2 tiges mis à part *C. canephora* qui est conduit sur 3 tiges. Les arbres sont limités en hauteur par un écimage à 2,5 m pour faciliter la récolte. Des égourmandages sont régulièrement faits notamment pendant la période de croissance et au début de chaque saison sèche. Les engrais sont apportés 2 fois par an (au début de chaque saison humide) pour stimuler la croissance des plants jeunes ou peu vigoureux et pour compenser les exportations de minéraux lors des récoltes et des nettoyages.

1.2 Le désherbage

Le nettoyage du sol (désherbage) occupe une grande part de l'entretien des parcelles, en particulier, pendant la période des pluies (de mars à juillet et de septembre à décembre). Le désherbage peut être manuel (machette ou houe), mécanique (gyrobroyeur) ou chimique (désherbant). Ces 3 moyens sont employés en alternance selon l'enherbement. Les associations peu denses de graminées et de dicotylédones sont facilement maîtrisées par un désherbage manuel. Dans les jeunes plantations (moins de 2 ans) et si l'écartement des lignes (au moins 3 m) le permet, le gyrobroyeur est employé. Pour lutter efficacement contre l'invasion de certaines plantes (lianes, *Cyperus*, graminées,...) plus difficiles à couper manuellement, l'emploi de désherbants chimiques (ARMADA, GRAMOXONE,...) est indispensable. La disparition de la couche enherbée n'est jamais souhaitée car elle favorise le durcissement superficiel du sol. Cependant, avant le début de la saison sèche, un passage de désherbant permet de réduire la concurrence hydrique.

1.3 La surveillance sanitaire

Un effort particulier est apporté à la surveillance des arbres peu vigoureux et mal adaptés aux conditions de culture par des contrôles hebdomadaires de l'état des parcelles. Il est important de souligner que les conditions climatiques de la région de Divo (climat de forêt tropicale humide) ne sont pas idéales pour toutes les espèces collectées. Il en résulte des problèmes phytosanitaires graves ainsi que des problèmes d'adaptation. Ainsi, l'excès d'humidité atmosphérique favorise les attaques de rouille orangée chez certains *C. canephora* originaires de zones sèches (limite entre la forêt et la savane). Au contraire, l'allongement de la saison sèche nuit au développement de *C. humilis*, originaire des forêts ombrophiles humides.

Des traitements phytosanitaires sont indispensables. Les termites entraînent la mort rapide des jeunes plants et des arbres faibles en s'attaquant à leur collet. Cela est particulièrement vrai en saison sèche (janvier-février), l'humidité maintenue par le paillage créant un milieu propice à leur développement. Un insecticide rémanent appliqué au collet est efficace pour préserver les arbres. La rouille orangée est particulièrement néfaste à *C. brevipes* et *C. humilis* en provoquant une défoliation quasi complète et limite, ainsi, leur développement. L'emploi d'un fongicide systémique de type BAYLETON s'est avéré efficace. Certaines espèces (*C. brevipes*, *C. canephora*, *C. stenophylla*,...) sont sensibles au scolyte des branchettes qui provoque un dessèchement des rameaux. L'élimination des rameaux atteints et leur incinération est le seul moyen de lutte. Des traitements réguliers et une récolte sanitaire sont indispensables pour limiter les attaques du scolyte des grains. *C. congensis*, par sa tendance à étaler sa fructification, procure des conditions favorables au développement de cet insecte.

1.4 Le remplacement des arbres morts

La plantation pour le remplacement des arbres morts ne se fait qu'une fois par an, en avril-mai, pendant la grande saison des pluies. La diminution progressive de la pluviométrie à Divo (de 1.800 à 1.350 mn/an en 30 ans) empêche d'effectuer une seconde plantation en septembre, les jeunes plants n'ayant pas le temps de s'implanter avant la grande saison sèche.

Le remplacement des arbres concerne, à Divo, environ 350 individus (3,6 %) sur les 9.500 positions existantes en collection. Si l'on excepte les nouvelles attributions de place pour le matériel végétal introduit, il s'agit essentiellement d'arbres morts dans l'année qui précède. Il peut s'agir aussi d'arbres morts depuis plusieurs années dont la multiplication en pépinière pose problème, d'arbres faibles récupérés au champ, de génotypes disparus,... Il a été remarqué qu'environ les 3/4 des arbres qui meurent ont moins de 3 ans. Cette forte mortalité est attribuée à la fragilité des jeunes plants, à des positions inadéquates et à des génotypes particulièrement peu vigoureux. Une étude sur plusieurs années (5 ou 10 ans) permettra de préciser la part de chacun de ces facteurs. En attendant, un double du matériel planté pendant les deux années précédentes est conservé en pépinière. Cela assure la conservation du matériel en attendant que l'implantation du matériel au champ soit réussie.

Il convient d'être plus attentifs aux jeunes plants (lutte contre les termites, paillage, arrosage,...). Leur paillage est fortement recommandé en saison sèche. Cependant, il faudra être vigilant contre les attaques de termites attirées par l'humidité retenue. Quant aux apports d'urée, ils doivent être effectués fréquemment pour stimuler la croissance et pour permettre aux jeunes plants de dépasser rapidement le stade critique.

1.5 Les risques d'incendies

La collection de Divo, située dans une zone de forêt dégradée, n'est pas à l'abri d'une destruction par le feu. La limite de la concession est à moins de 200 m de la collection, à proximité de plantations villageoises. En saison sèche, les incendies volontaires et incontrôlés des futures zones de cultures sont de plus en plus fréquents et risquent d'atteindre les caféiers. Jusqu'à présent, un entretien des allées séparant les parcelles est fait à titre préventif. La création de pare-feux par la plantation dense d'*Acacia*, de teck, de *Flemingia*, etc..., dans la zone contigue à la forêt dégradée, permettrait de créer une zone tampon et assurerait une protection supplémentaire.

2. LA BASE DE DONNEES : BASECAFE

La gestion de la collection est facilitée par l'utilisation d'une base de données appelée BASECAFE. Mise au point par Anthony (1992), elle a 2 objectifs principaux : la

gestion du matériel végétal conservé et l'archivage des informations (passeport des individus et évaluations diverses) en vue de leur utilisation et de leur diffusion.

Cette base a été développée avec le logiciel dBase IV et est installée sur micro-ordinateur PC compatible de type GOUPIL G5-286. Les fichiers programmes et les 67 fichiers de données (accompagnés des fichiers index) occupent environ 3 millions d'octets de mémoire de masse. Plus de 120.000 données élémentaires y sont enregistrées.

2.1 L'utilisation de BASECAFE

BASECAFE permet de consulter le passeport d'un génotype (numéro de génotype, lieu de prospection, position en collection, année de plantation,...) d'après son numéro ou sa position. Des sélections sont possibles selon les données du passeport. La gestion du matériel à planter ou à multiplier (en prévision du remplacement des arbres morts) est facilitée par l'édition de listes, et par des programmes de saisie du matériel mort ou planté. Les données d'évaluation archivées sont accessibles par édition des fichiers correspondants. Les bordereaux préparant les saisies ou utilisés lors des notations au champ peuvent également être édités.

Une telle base de données offre plusieurs avantages :

- la gestion automatique de la collection,
- la facilité et la rapidité d'accès aux informations,
- l'utilisation par des non informaticiens,
- le stockage des informations pour le long terme sous forme standardisée.

Cependant, plusieurs points sont encore à résoudre pour qu'une utilisation complète et rationnelle de cette base de données soit possible à Divo. Le logiciel dBase IV dans la version utilisée (1.01) n'est pas totalement fonctionnel avec le micro-ordinateur utilisé. Notamment, toute mise en fonctionnement de la sonnerie entraîne un blocage du système. Avec le programme BASECAFE, cela se produit, en particulier, lors de l'emploi de la touche de fonction F5, souvent associée sur les micro-ordinateurs à une brève sonnerie. De ce fait, les applications ou commandes qui utilisent cette touche ne sont pas fonctionnelles. Il arrive, également, que les commandes soient anticipées d'une façon incontrôlée et aboutissent au blocage du système. L'utilisation d'une version plus récente de dBase IV, le changement du modèle de micro-ordinateur ou, provisoirement, la modification du programme BASECAFE (utilisation d'une autre touche de fonction que F5) permettraient de résoudre ce problème d'ordre technique.

2.2 La programmation d'applications

La vérification des données d'évaluation, enregistrées ces 3 dernières années, a permis de découvrir de nombreuses erreurs de saisie (valeurs erronées, enregistrements oubliés ou injustifiés,...). Rentrées directement dans les fichiers d'évaluation à l'aide de dBase IV, les données n'avaient pas été épurées. Cela m'a conduit à rédiger des programmes de saisie des données de récolte et des caractéristiques technologiques.

Outre la fiabilité des données enregistrées, ces programmes facilitent le travail de saisie : seules la position de l'arbre évalué et les données de l'évaluation sont entrées. Le programme recherche automatiquement le numéro du génotype correspondant à la position et le stocke, avec la position et les données d'évaluation, dans le fichier d'évaluation. Ainsi, le contrôle de chaque enregistrement évite les erreurs courantes de saisie : saisie d'une position inexistante, saisie de données pour une position inoccupée, saisie répétée d'un même enregistrement.

Pour l'évaluation de la production, les données sont stockées brutes. Par contre, dans le cas de données technologiques, celles-ci sont stockées sous forme transformée pour en faciliter l'emploi. On calcule le poids de 100 grains, le rendement en café marchand, le

taux de remplissage des loges et le taux de grains caracolis. Des contrôles et des messages d'erreur interviennent dans le cas où les données aboutissent à des résultats aberrants (taux supérieur à 100 %, par exemple).

2.3 Propositions pour d'autres applications

Pour faciliter le travail du pépiniériste et pour éviter certaines erreurs d'étiquetage, l'édition automatique d'étiquettes, mentionnant le génotype de l'arbre et, éventuellement, sa position attribuée, serait utile lors de la multiplication des génotypes en pépinière et lors de la préparation des plants avant leur plantation.

Lors d'observations au champ, les données collectées pourraient être directement enregistrées dans la parcelle sur un bloc-note électronique. De retour au bureau, les données seraient transférées dans la base de données. Loin d'être intéressant dans tous les cas, ce système pourrait, cependant, s'appliquer aux pesées des récoltes et aux relevés d'existence.

3. LA CONSERVATION DES SEMENCES

Compte tenu des risques qu'encourt l'unique collection de caféiers africains (ravageurs, maladies, aléas climatiques, incendies,...), la diversité représentée au champ est sauvegardée dans des lots de graines. La faible durée de vie des semences de caféiers (1 à 2 ans) est un problème qui oblige à renouveler chaque année les lots.

3.1 Les essais de conservation des semences

Les bulks de chaque groupe de diversité sont constitués par 2 graines prélevées sur chacun des génotypes du groupe. Les conditions de conservation (20 °C en atmosphère saturée en eau) définies par Couturon (1980) à Man n'ont pas donné les résultats escomptés à Divo.

C'est pourquoi, un protocole d'essai a été défini. Trois modes de conservation ont été comparés : 4 °C et 20 °C en atmosphère saturée en eau, et 4 °C en atmosphère sèche. Tous les mois, un échantillon de 50 graines est prélevé dans chaque lot et semé pour estimer le pouvoir germinatif. Les premiers résultats n'ont pas révélé de différence entre les modes de conservation. Cependant, des différences de comportement existent entre les groupes de diversité. Le pouvoir germinatif devient inférieur à 50 % au delà de 6 mois pour *C. canephora*, *C. congensis* et *C. liberica*, et au delà de 3 mois pour *C. humilis* et *C. brevipes*.

Ces résultats décevants s'expliquent par un mauvais contrôle des paramètres de conservation. Ils peuvent être attribués aux arrêts réguliers et fréquents du courant électrique provenant du fonctionnement du groupe électrogène de la station (mise en marche de 12h30 à 16h et de 18h30 à 7h) et aux pannes du système de refroidissement (climatiseurs,...). Les variations de température modifient l'humidité ambiante. Des excès de condensation provoquent parfois à 20 °C des germinations spontanées ou des problèmes sanitaires (développements mycéliens). Une atmosphère desséchante semble également fatale.

3.2 Les propositions pour la conservation

Compte tenu de l'importance de la constitution d'une telle collection de semences, il a été proposé de transférer les bulks, au fur et à mesure de leur récolte, à l'antenne ORSTOM de Man où ce mode de conservation a montré son efficacité. Il reste à prouver, cependant, que l'on peut conserver pendant au moins un an les lots pour chaque taxon.

Si cela ne s'avèrait pas suffisant, une solution consisterait à semer les bulks nouvellement récoltés et à conserver en pépinière les jeunes plants en attendant leur

renouvellement par la récolte suivante. Cependant, cette méthode aurait l'inconvénient de nécessiter un entretien et une surveillance accrue.

Par ailleurs, il conviendrait de tester la méthode de conservation récemment décrite par Ellis et coll. (1990) pour certains cultivars de *C. arabica*. Les semences, déshydratées à un taux voisin de 10 % d'humidité et conservées hermétiquement à 15 °C, conservent un pouvoir germinatif proche de 100 % au bout d'un an. La diminution de la température et/ou de l'humidité des graines s'est révélée nuisible.

La cryoconservation (azote liquide à -196 °C) est la méthode la plus prometteuse pour la conservation à long terme des ressources génétiques (Engelmann, 1991). Des progrès ont déjà été acquis récemment chez le caféier. Abdelnour-Esquivel et coll. (1992) parviennent à conserver des embryons zygotiques de *C. arabica*, de *C. canephora* et d'Arabusta avec des taux de survie allant de 40 à 95 %. Normah et Vengadasalam (1992) conservent avec un taux de survie de 53 % des graines entières de *C. liberica* tandis que les embryons excisés survivent à une fréquence de 86 %. Ces méthodes sont relativement simples puisqu'il suffit de déshydrater les échantillons jusqu'à un taux d'humidité de 15 à 20 % et de les plonger directement dans l'azote liquide. La conservation de graines entières a l'avantage de ne pas nécessiter l'excision et la mise en culture *in vitro* des embryons, lors de leur réutilisation. Il suffit de les semer directement en germe.

CARACTERE	DESCRIPTEUR	CODAGE
MORPHOLOGIE	Dimensions (L, l) des feuilles Longueur du pédoncule des fruits Dimensions (L, l, e) des fruits Dimensions (L, l, e) des grains	millimètres millimètres millimètres millimètres
ISOZYMES	Estérases α , β et cathodique Isocitrate-déshydrogénases Malate-déshydrogénases Phosphogluco-isomérases Phosphogluco-mutases	absence (=0) ou présence (=1) des électromorphes
FLORAISON	Intensité (estimation du nombre de fleurs)	5 classes
PRODUCTION	Poids de cerises fraîches par passage	kilogrammes
TECHNOLOGIE	Poids de cent grains à 12 % d'humidité Rendement en café marchand	grammes %
BIOCHIMIE	Teneur en caféine	% MS
FERTILITE	Taux de grains caracolis Taux de loges peines des fruits Remplissage des cerises (de Reffye, 1975)	% % %

Tableau 2 : Descripteurs de l'évaluation génétique inclus dans BASECAFE
(d'après Anthony, 1992)

EVALUATION DES RESSOURCES CONSERVEES

L'évaluation génétique des caféiers de la collection est nécessaire pour connaître la structure de la diversité. Elle doit apporter des réponses aux problèmes liés à la conservation de ces ressources et à leur valorisation.

L'évaluation est basée sur l'utilisation de descripteurs variés et complémentaires : morphologiques, agronomiques, biochimiques, enzymatiques,... Certaines données telle que l'analyse des isozymes, ne sont faites qu'une seule fois car peu influencées par le milieu. En revanche, d'autres données (production, fertilité,...) nécessitent d'être acquises pendant plusieurs années d'observation. Un certain nombre de descripteurs ont été spécialement définis par Anthony (1992) pour l'étude des espèces diploïdes et inclus dans BASECAFE pour en faciliter l'archivage et l'utilisation (tableau 2).

Mes activités ont été orientées dans deux directions : la poursuite des travaux d'évaluation en cours et la création de matériel végétal.

1. La poursuite de l'évaluation en cours

Les caractéristiques enregistrées ont concerné la production des arbres et leur caractéristiques technologiques :

- la production : la récolte des individus producteurs est pesée individuellement. Plusieurs passages sont nécessaires car la maturation des fruits n'est pas synchrone et la longueur du cycle de fructification varie selon les espèces. Les données sont enregistrées par passage.

- les caractéristiques technologiques : sur un échantillon de 200 fruits prélevé sur chaque arbre productif, on mesure le poids frais et le poids sec des grains. On compte aussi le nombre de grains caracolis et normaux. Plusieurs caractéristiques sont calculées à partir de ces données : poids de 100 grains à 12 % d'humidité, rendement en café marchand, taux de grains caracolis et taux de loges pleines des fruits.

En 1991, les récoltes individuelles ont concerné environ 4 ha (tableau 3). En pratique, la majeure partie de la récolte s'étale de août à février, les *C. arabica* étant les plus précoces et les *C. liberica* les plus tardifs. Au total, environ 1.500 arbres sur les 9.500 ont été étudiés cette année. L'absence de synchronisme sur les arbres et entre les espèces contraint à effectuer de nombreux passages coûteux en main d'oeuvre. Ainsi, l'évaluation de la production de *C. congensis* est délicate du fait de l'étalement de la récolte sur presque toute l'année. De nombreux fruits arrivés à maturité se dessèchent et/ou tombent au sol.

Tableau 3 : Parcelles récoltées en 1991 dans le cadre de l'évaluation.

PARCELLE	MATERIEL VEGETAL	SURFACE (ha)
D4/22 à 25	Arabusta (sens large)	0,75
D16/2	<i>C. arabica</i> F1	0,35
D11/9-1	Caféiers de la Nana	0,15
D12/8-4	<i>C. canephora</i> , <i>C. congensis</i> , <i>C. liberica</i>	0,75
D12/11	<i>C. canephora</i> , <i>C. liberica</i>	0,5
D12/12	<i>C. congensis</i>	0,5
D12/13	<i>C. congensis</i>	0,5
D12/14	<i>C. canephora</i>	0,5

Ponctuellement, des mesures sur la fertilité ont été faites dans les parcelles d'observations d'hybrides Arabusta car les 2 loges des fruits ne sont pas toujours remplies par 2 grains. L'utilisation des ovules est observée par tranchage de 200 fruits immatures d'un échantillon prélevés 2 mois avant la récolte. Chaque loge peut être vide (avortement tardif de l'embryon) ou remplie par un grain (normal ou caracolis) ou par une écaille (résultant de l'absence de fécondation). De Reffye (1975) définit, ainsi, 5 catégories de fruits. L'effectif de chaque catégorie est alors retenu.

2. La création de matériel végétal

La création d'hybrides contrôlés permet de mettre en évidence les barrières de reproduction. L'étude du comportement des hybrides obtenus fournit des renseignements sur les possibilités d'utilisation du matériel en collection pour transférer ²des gènes au niveau intraspécifique chez les espèces cultivées (*C. arabica*, *C. canephora*) et entre espèces (hybrides Arabusta et Congusta,...).

Mon travail s'est inséré dans ce schéma de création d'hybrides. Il a aussi été orienté vers la duplication chromosomique de géniteurs pour le programme Arabusta.

2.1. Les hybridations contrôlées

Les travaux récents de Bontems (1990) et de Groëll (1991) ont révélé l'existence d'un taxon diploïde autofertile : *C. sp.* Moloundou. Les hybridations effectuées en 1991 et 1992 visent à transférer ce caractère, unique au sein du pool des espèces diploïdes, vers les caféiers agronomiquement intéressants : *C. canephora*, *C. congensis* et *C. liberica*.

2.2. Les duplications chromosomiques

L'hybride Arabusta (*C. arabica* x par *C. canephora* au niveau tétraploïde) a été créé par Capot (1972) pour l'amélioration des caféiers cultivés en basse altitude. Le Pierrès (1982) puis Charmetant et coll. (1985) ont étendu le croisement de *C. arabica* à d'autres espèces diploïdes : *C. liberica*, *C. congensis*,... Pour obtenir ces hybrides Arabusta (au sens large) fertiles et tétraploïdes, il est nécessaire de rendre tétraploïde par duplication chromosomique les géniteurs diploïdes retenus.

Pendant mon séjour, j'ai poursuivi les duplications chromosomiques du matériel introduit des dernières prospections au Congo (1985) et en Guinée (1987). Il s'agit de *C. canephora*, *C. congensis* et *C. liberica*, ainsi que de plusieurs taxons indéterminés d'Afrique centrale. La méthode utilisée est inspirée de celle décrite par Berthou (1975). Sur des plants placés en pépinière, on casse la tige à la base de l'entre-noeuds subterminal et on y applique 2 gouttes d'une solution aqueuse de colchicine à 3 %. Le débourrement des bourgeons traités donne un axe orthotrope tétraploïde que l'on greffe sur un porte-greffe vigoureux. Les arbres obtenus sont alors utilisés comme géniteurs pour la création d'hybrides Arabusta.

CONCLUSION

Les ressources génétiques caféières conservées en Côte d'Ivoire présentent un intérêt mondial en raison de leur grande richesse et de la diversité des formes observées. Elles ont déjà fait l'objet d'une large utilisation en Côte d'Ivoire. Ainsi, le programme d'amélioration de *C. canephora* est basé sur l'existence de deux groupes génétiques différenciés, mis en évidence grâce à la collecte des formes sauvages (Berthaud, 1985). Ces ressources ont aussi été utilisées dans les autres programmes d'amélioration des caféiers de basse altitude, développé en Côte d'Ivoire : hybrides Arabusta, Congusta, *C. canephora* x *C. liberica*. L'amélioration des performances de l'Arabusta nécessite un élargissement du choix de l'espèce diploïde intervenant dans le croisement avec *C. arabica*.

Cependant, l'obligation de devoir conserver en champ les ressources génétiques caféières implique d'y consacrer des surfaces importantes avec un coût de maintenance élevé. Actuellement, les restrictions financières liées à la restructuration des organismes de recherche au sein de l'IDEFOR (Institut des Forêts) limitent les moyens disponibles pour le maintien de la collection de Divo et les travaux d'évaluation. Souhaitons que cette situation s'améliorera rapidement, notamment, par une participation accrue de la communauté internationale aux efforts de conservation.

En outre, l'unicité des collections en champ et les risques qu'elles encourent montrent la fragilité du dispositif de conservation. Le développement de nouvelles techniques complémentaires de préservation (culture *in vitro*, cryoconservation,...) offre des perspectives intéressantes pour le long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELNOUR-ESQUIVEL A., VILLALOBOS V., ENGELMANN F. (1992)
 Cryopreservation of zygotic embryos of *Coffea spp.*
Cryo-letters (sous-presse).
- ANTHONY F. (1992)
 Les ressources génétiques des caféiers : collecte, gestion d'un conservatoire et évaluation de la diversité génétique.
 Collection "Travaux et Documents Microfichés", ORSTOM éd., n° 81, 320 p.
- ANTHONY F., COUTURON E., de NAMUR C. (1985)
 Les caféiers sauvages du Cameroun : résultats d'une mission de prospection effectuée par l'ORSTOM en 1983.
11ème Colloque de l'A.S.I.C., Lomé (Togo), 495-505
- BERTHAUD J. (1985)
 Propositions pour une nouvelle stratégie d'amélioration des caféiers de l'espèce *C. canephora*, basée sur les résultats de l'analyse des populations sylvestres.
11ème Colloque de l'A.S.I.C., Lomé (Togo), 445-452
- BERTHOU F. (1975)
 Méthode d'obtention de polyploïdes dans le genre *Coffea* par traitements localisés de bourgeons à la colchicine.
Café-Cacao-Thé, XIX, 197-202
- BONTEMS S. (1990)
 La diversité isoenzymatique de 26 populations de nouveaux caféiers d'Afrique centrale.
Rapport ORSTOM, Centre de Montpellier (France), 26 p.
- CAPOT J. (1972)
 L'amélioration du caféier en Côte d'Ivoire. Les hybrides "arabusta".
Café-Cacao-Thé, XVI, 3-18
- CHARMETANT P., LE PIERRES D., YAPO A. (1985)
 La diversification génétique des Arabusta : bilan de deux campagnes d'hybridation en Côte d'Ivoire.
11ème Colloque de l'A.S.I.C., Lomé (Togo), 435-439
- CHARRIER A. (1982)
 La génétique des cafés.
La recherche, n° 136, 11 p.
- CHARRIER A., BERTHAUD J., ANTHONY F. (1989)
 Coût et valorisation des ressources génétiques caféières.
13ème Colloque de l'A.S.I.C., Paipa (Colombie), 429-437
- COSTE R. (1989)
 Caféiers et cafés.
 Techniques agricoles et productions tropicales, éd. Maisonneuve et Larose, 373 p.
- COUTURON E. (1980)
 Le maintien de la viabilité des graines de caféiers par le contrôle de la teneur en eau et de la température de stockage.
Café-Cacao-Thé, XXIV, 27-32

- ELLIS R. H., HONG T. D., ROBERTS E. H. (1990)
An intermediate category of seed storage behaviour ?
Journal of Experimental Botany, vol 41, n 230, 1167-1174
- ENGELMANN F. (1991)
In vitro conservation of tropical plant germplasm - a review.
Euphytica, 57, 227-243
- GROELL C. (1991)
Analyse de la diversité génétique de 26 populations naturelles de *Coffea ind.* d'Afrique centrale.
Rapport ORSTOM, Centre de Montpellier (France), 39 p.
- LE PIERRES D. (1982)
Obtention de souches de *Coffea arabica* mieux adaptées aux conditions écologiques de basse altitude.
10ème Colloque de l'A.S.I.C., Salvador (Brésil), 401-406
- de NAMUR C., COUTURON E., SITA P., ANTHONY F. (1987)
Résultats d'une mission de prospection des caféiers sauvages du Congo.
12ème Colloque de l'A.S.I.C., Montreux (Suisse), 397-404
- NORMAH M.N., VENGADASALAM M. (1992)
Effects of moisture content on cryopreservation of *Coffea* and *Vigna* seeds and embryos.
Cryo-letters, 13, 199-208
- de REFFYE P. (1975)
Le contrôle de la fructification et de ses anomalies chez les *Coffea arabica*, Robusta et leurs hybrides "Arabusta".
7ème Colloque de l'A.S.I.C., Hambourg (Allemagne), 459-482