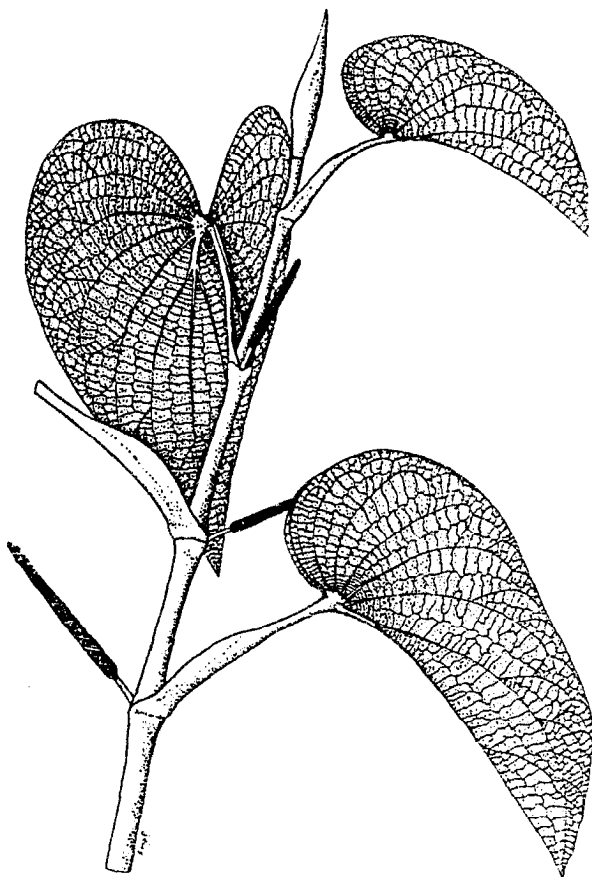




DIVA - Documents

mai 1987

Les ressources génétiques végétales, atouts du développement ?



CRSTOM

LES RESSOURCES GENETIQUES VEGETALES

ATOUTS DU DEVELOPPEMENT ?

(Ouvrage réalisé à l'occasion d'une rencontre entre
chercheurs et journalistes d'information scientifique)

Coordination d'ensemble : Jean-Pierre Alaux, Unité "Communication",
Direction de l'information, de la formation et de la valorisation (DIVA),
ORSTOM.

Mai 1987

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24518 à 24.530 ex 3

Cote : A

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

Avant-Propos

La connaissance du patrimoine naturel en matière de ressources génétiques végétales - les plantes à travers leurs espèces et leurs variétés - n'a pas seulement pour ambition la constitution de l'inventaire de sa diversité. Elle ne repose pas non plus sur une simple volonté de conservation, encore que la sauvegarde des espèces et des variétés menacées soit une entreprise nécessaire quand, pour des causes multiples - pollutions, agriculture intensive, désertification, etc. -, on assiste à une érosion de la diversité dans le monde vivant. En cas de famines ou de pénurie, quantité de sociétés traditionnelles trouvent, dans les activités de cueillette, un recours contre le mauvais sort : qu'en serait-il de cette alternative si le paysage s'artificialisait à l'excès ?

Au-delà de la préservation d'un capital naturel, l'enjeu est économique. Les espèces et les variétés végétales représentent autant de formules d'adaptation des plantes à l'hétérogénéité des milieux, des climats et à leur modification respective. Ces aptitudes naturelles à l'évolution sont utilisables dans une perspective d'amélioration des cultures : elles en sont même l'un des supports essentiels.

Pour les régions du monde en voie de développement, ces facteurs correspondent à des atouts particulièrement importants. Dans les zones arides - Sahel africain, Afrique orientale, Nordeste brésilien, par exemple -, de graves problèmes alimentaires continuent à se poser. Si la poussée démographique exige un certain accroissement de la production agricole, l'urgence porte surtout sur la régularité de ses rendements garante de sécurité alimentaire. Pour parvenir à un tel résultat dans un environnement climatique marqué de longues périodes de sécheresse, on doit compter sur la mise au point de variétés sans doute améliorées, mais sur des bases rustiques. Très sophistiquées, elles exigeraient l'apport de facteurs artificiels (méthodes culturales, irrigation, engrais, pesticides, etc.) trop coûteux eu

égard aux niveaux de vie locaux. C'est donc aux potentialités inscrites dans la nature qu'il faut s'adresser en priorité si l'on veut déboucher sur des solutions adaptées aux conditions du milieu.

En ce domaine, la recherche a un rôle considérable à jouer : grâce à des prospections et des enquêtes de terrain, à la collecte d'échantillons de semences, par leur évaluation, leur conservation, les spécialistes peuvent créer de véritables banques de gènes au sein desquelles toutes les variétés actuellement existantes seraient répertoriées. Ce travail d'accumulation des ressources naturelles permet ensuite deux types d'actions : d'une part, l'envoi aux pays qui en expriment le besoin d'échantillons de semences dont ils ne disposent pas (ou plus) ; d'autre part, la constitution de banques locales de variétés pour la mise au point de variétés améliorées.

*

* *

Le thème des ressources génétiques est donc éminemment scientifique. Il recouvre des travaux de longue haleine, des recherches qui font partie de l'actualité scientifique contemporaine : en génétique et en biotechnologie notamment. Cette actualité n'est pas isolée, confinée dans le secret des laboratoires. Elle rejoint l'actualité tout court, celle du monde auquel se posent des problèmes économiques et alimentaires difficiles.

Le débat scientifique sur les priorités, les orientations de la recherche dans ces domaines s'enracine dans l'identification des besoins des hommes, en particulier quand il s'agit, comme à l'ORSTOM, de recherche pour le développement et en coopération. La richesse des enjeux ainsi définis doit pouvoir concerner des publics non spécialisés, parvenir à l'attention des opinions publiques.

Le présent ouvrage n'a d'autre vocation que de tenter de rendre abordable par le plus grand nombre cette problématique où se croisent actualité scientifique et actualité des sociétés humaines. Des scientifiques se sont appliqués à restituer, sous une forme intelligible, des problèmes complexes qui, ainsi explicités, deviennent des éléments d'information disponibles pour la réflexion de tous.

Jean-Pierre ALAUX



Introduction

LES ESPECES UTILES

Par Yves GILLON *

* Responsable du Département "Milieux et Sociétés" de l'ORSTOM,
écologiste.

ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 24519 ex 3
Cote : A

Une infime fraction des espèces vivantes est utilisée par l'homme : moins de 0,1 %. De plus, telle espèce utilisée ici, ne le sera pas ailleurs. Le pois d'Angole est, suivant les lieux, nourriture humaine, nourriture du bétail ou plante ornementale. Les grenouilles, les chenilles, les criquets offrent aussi de bons exemples. On a signalé, dans le sud marocain, les difficultés rencontrées dans la lutte contre le criquet pèlerin lorsque les habitants se trouvaient privés d'une nourriture occasionnellement abondante : le criquet en question.

Parmi les espèces utiles, on peut distinguer sommairement celles qui ont été domestiquées et celles qui sont utilisées à l'état sauvage;

Curieusement, le cortège des premières ne s'est pratiquement pas enrichi depuis l'antiquité et même depuis la fin du néolithique. Les micro-organismes responsables de fermentations (raisin, lait, choux...) étaient utilisés bien avant que Pasteur n'en révèle la nature. Les animaux de monture ou de trait, ceux qui produisent lait et viande sont toujours les mêmes, tandis que se raréfient ou disparaissent des représentants sauvages. Il en va de même des chiens aux multiples usages, des chats, des volailles...

Les céréales et autres plantes alimentaires se sont répandues d'un continent à l'autre mais sans enrichissement global.

Les découvertes de la génétique moderne se sont surtout appliquées à l'amélioration de ces espèces déjà domestiquées. Victoires à la Pyrrhus car plus le succès est éclatant et plus vite disparaissent les cultivars (1) délaissés.

Or plus l'adaptation à des conditions données est parfaite (et homogène grâce au clonage), plus le succès est éphémère, en raison des inévitables changements de ces conditions : maladies, ravageurs, climat...

La grande masse des productions alimentaires dominantes liées au succès de quelques cultivars obtenus à partir d'espèces déjà domestiquées masque le polymorphisme de ces espèces et fait oublier la grande diversité des espèces utilisées à l'état sauvage. La plupart des espèces utilisées par l'homme relève encore, en effet, d'une économie de cueillette.

(1) Cultivar : variété de culture traditionnelle, généralement rustique.

Ne considérons pas trop vite la chasse, la pêche et le ramassage des champignons comme des activités marginales de sociétés riches ou des survivances de sociétés primitives. La pêche en mer exploite sans aménagement, et sans beaucoup de ménagement, des populations sauvages. Le nombre d'espèces domestiquées pour le développement de l'aquaculture est infime. Et, là encore, la domestication peut remonter à des temps très anciens (exemple de la carpe).

L'exploitation de la viande de chasse est d'autant plus mal quantifiée qu'elle n'entre pas dans les statistiques et circuits commerciaux ; surtout, lorsqu'elle résulte d'activités illégales, donc cachées.

Les plantes médicinales, dont on est loin d'avoir fait l'inventaire des utilisations, peuvent être directement employées, ou fournir des modèles moléculaires pour la chimie de synthèse.

Si les espèces exploitées ont peu varié, faut-il en conclure à l'irréversible inutilité des autres ?

Plusieurs constatations invitent à plus de prudence :

- 1) Les espèces vivantes sont des ressources indéfiniment renouvelables tant que subsistent des populations suffisantes, mais sont, dans le cas contraire, perdues à jamais. L'homme n'a jamais créé ni ressuscité une seule espèce.
- 2) L'appauvrissement biologique ne répond à aucune volonté, mais résulte des seules lois du marché, imposées par la recherche du profit maximal à court terme. En dehors de cette contrainte, et dans un contexte socio-économique prospère, la valorisation de la diversité est, au contraire, frappante : multitude des races de chiens, prolifération des espèces animales de cage et d'aquarium, et végétales d'ornement, variété des préparations culinaires, etc.
- 3) La disparition des milieux naturels et des espèces qui les constituent est trop souvent "justifiée", au delà de tout argument, par la pression démographique de l'espèce humaine : nécessité fait loi.

Or cette fuite en avant ne résout rien. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, il faudra toujours détruire davantage pour faire place

aux populations et activités humaines. De plus, et surtout, lorsque tout terrain utilisable sera occupé, les problèmes resteront identiques : sans solution possible cette fois. Le sacrifice des espèces permet de résoudre momentanément les problèmes de surpopulation, mais n'en change pas les données fondamentales.

Aussi, la saturation atteinte conduirait inévitablement à des situations invivables. On le voit déjà dans les zones arides. La sédentarisation organisée, la saturation des zones limitrophes plus favorables empêchent toute réaction adaptée.

A l'échelle mondiale, la dépendance de l'homme à l'égard d'un nombre limité d'espèce, appauvries génétiquement qui plus est, apparaît d'autant plus dangereuse que les conditions écologiques changent : ne serait-ce que du fait même de l'activité humaine. Le dépérissement de plusieurs espèces d'arbres tempérés durant ces dernières années montrent l'imminence du danger.

Un principe unificateur lie les lois de l'économie et de l'écologie. Une entreprise, un écosystème ne peuvent survivre qu'en s'adaptant, et ne peuvent s'adapter qu'en se diversifiant. Dans un monde en évolution, une bonne adaptation à des conditions données ne convient plus lorsque ces conditions ont changé.

L'action de l'homme transforme la biosphère, brutalement à l'échelle de l'évolution, dans deux directions aux répercussions complémentaires : modifications des conditions globales et appauvrissement biologique.

De tout temps, les conditions écologiques changeant du fait des climats et du fait de la coévolution, des espèces ont disparu et d'autres sont apparues, mais de nouvelles espèces ne peuvent provenir que d'anciennes. Sans elles, les disparitions ne peuvent être compensées par aucune apparition. Dans l'état actuel des choses, c'est cependant la vitesse des destructions, comparativement à la lenteur de la spéciation, qui conduit à l'appauvrissement biologique.

Les généticiens se sont encore peu penchés sur les espèces sauvages. Lorsqu'ils l'ont fait pour les besoins de la génétique elle-même (Colibaëlle,

drosophiles, souris et rats), ce fut pourtant avec grand succès.

Il est donc certain que les capacités énigmatiques de l'homme néolithique à engendrer des races utilisables à partir des populations sauvages sont décuplées par les connaissances modernes. La domestication récente du palmier à huile en est un bon exemple. Le succès ne doit pas être difficile avec des espèces dont on sait qu'elles étaient jadis utilisées, comme la gazelle *Oryx* par exemple. Les difficultés sont moins scientifiques qu'économiques : résistance des commerces existants, rentabilisation moins certaine et à plus long terme.

Comment les recherches de l'ORSTOM sont-elles insérées dans cette problématique générale ?

Une première remarque s'impose : les zones d'intervention de l'Institut intéressent les tropiques humides, régions les plus riches en espèces végétales et animales, et les tropiques secs, où les valeurs extrêmes de l'évapotranspiration ont conduit aux adaptations les plus poussées à la résistance au dessèchement. Les difficultés économiques et la vitesse d'accroissement démographique dans beaucoup de pays couverts par ces formations naturelles donnent toute son ampleur au problème des conditions de maintien d'une forte diversité génétique en termes d'espèces.

L'ORSTOM étudie les conditions climatiques globales et ses évolutions récentes du fait de l'activité humaine, notamment en ce qui concerne le recyclage du gaz carbonique dégagé par l'utilisation des forêts et des combustibles fossiles. Des recherches sont menées aussi pour faire avancer la connaissance du patrimoine vivant de la planète. Ces travaux conduisent à la découverte d'espèces végétales et animales totalement inconnues jusque là, à l'élaboration de faunes (poissons) et de flores. A partir de ces connaissances taxonomiques de base sur les espèces en présence, sont recherchées les capacités de résistance et de restauration des milieux anthropisés (déforestation, surpâturage, dégradation des sols).

La rationalisation de l'exploitation des ressources naturelles est étudiée dans le milieu aquatique (pêches) mais non sur terre.

Enfin, les facteurs humains qui interviennent dans l'utilisation des espèces ou dans leur disparition sont pris en compte sous des angles va-

riés : action de l'homme sur le milieu dans un contexte traditionnel ou après migrations ; analyse causale des variations démographiques ; histoire de l'occupation des milieux (archéologie récente).

Par ailleurs, des recherches menées sur des moyens de lutte sélectifs contre des espèces nuisibles (par pièges attractifs et utilisation de microorganismes pathogènes) contribuent à pouvoir protéger la faune sauvage. De même les études sur la production de biogaz à partir de déchets tendent à préserver la couverture végétale arborée. Enfin, la mise en évidence d'effets biologiques, à partir de plantes utilisées dans les pharmacopées traditionnelles, ont valeur d'exemple en plus de leur rentabilité propre.

Parmi les recherches à développer pour une meilleure prise en compte du maintien de la diversité des espèces figurent :

- les modes d'utilisation, récents et traditionnels, de ces espèces, et leur prise en considération dans les bilans économiques.
- la force et la nature des interactions au sein des écosystèmes et les échanges (favorables ou défavorables) entre population ou espèces, sauvages et domestiquées.
- les adaptations écophysiologiques aux conditions de milieu.
- l'amélioration génétique, en termes d'économie de marché, des espèces sauvages exploitables, et l'utilisation de caractéristiques de leur patrimoine génétique pour les espèces domestiquées.

En revanche, malgré quelques succès spectaculaires comme celui du bison d'Europe, et sauf pour des espèces très particulières, il serait vain de développer des recherches sur la conservation ex situ d'espèces sauvages, sauf dans le cas d'une utilisation possible de milieux analogues.

La proportion infime qui peut être ainsi prise en considération, le risque lié au maintien continu de conditions artificielles, le coût élevé, justifient cette position.

REFERENCES

=====

DAVIDSON J. 1985 - Methodology to tap the genetic resources of tropical moist forests. UNEP Draft commission on Ecology.

On peut y lire : "Survival of humans on this earth may ultimately depend on the genetic diversity of its plant cover. The larger the gene pool the greater the potential for eventual utilization of the plants and for the continual survival and evolution of the entire system".

DAVIDSON J. 1985 - Economic use of tropical moist forests. UICN Commission on Ecology n° 9 28 pp.

JOLY P.B. et SALEM M. 1985 - Semences. Du paysan aux multinationales. La lettre de Solagral, n° 37 : 7-17.

LOVEJOY T.E. 1985 - Rehabilitation of Degraded tropical forest lands. UICN Commission on Ecology n° 5 : 8 pp.

MAB 1984 - Plan d'action pour les réserves de la biosphère. Nature et ressources. Vol XX (4) 12 pp.

MYERS N. 1985 - Utilization of non timber products of tropical rainforests. UICN 26 pp.

ORSTOM 1983. Recherche et aménagement en milieu forestier tropical humide : le projet Taï de Côte d'Ivoire. Note technique du MAB n° 15 UNESCO.

SUTTON S.F., Whitmore T.C., Chadwicke A.C. 1983 - Tropical rain forest : Ecology and management. Blackwell scientific publications. 498 pp.

UICN, PNUE, WWF 1980 - Stratégie mondiale de la conservation. La conservation des ressources vivantes au service du développement durable.



Le Cas des régions d'Aribinda et de Koudougou (Burkina Faso)

L'ADAPTATION D'UNE SOCIÉTÉ À SON ENVIRONNEMENT

À L'AIDE DE SES PLANTES CULTIVÉES ET SPONTANÉES

(d'après ce qu'en dit sa population)

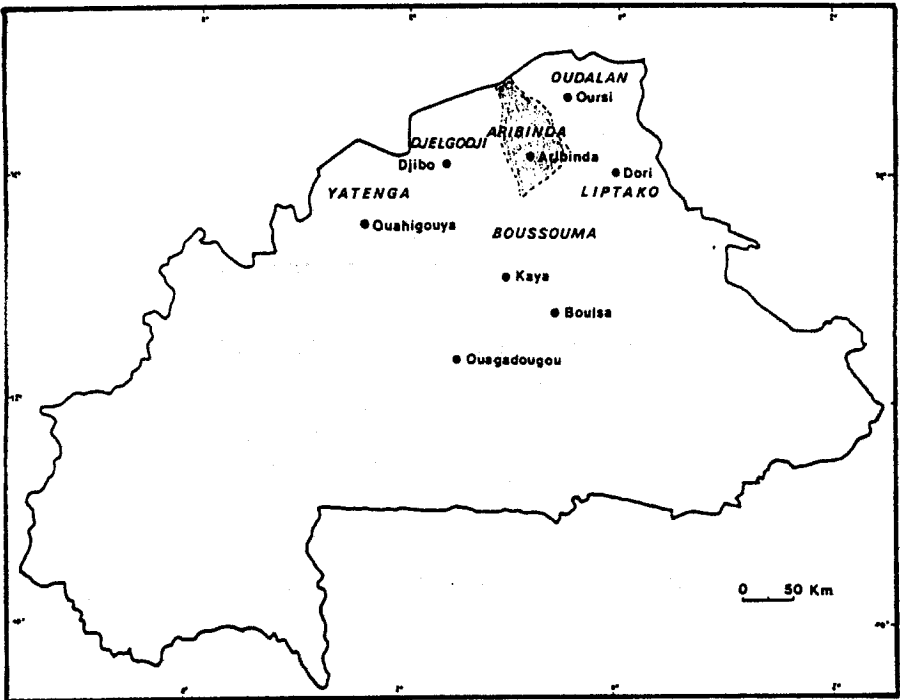
Par Georges DUPRE et Dominique GUILLAUD *

* Respectivement sociologue et géographe à l'ORSTOM (Département "Milieux et Sociétés", Unité de recherche "Dynamique des populations et cultures : enjeux et maîtrise de l'espace).

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24520 ex 3

Cote : A



L'Aribinda dans le nord du Burkina-Faso.

Le domaine des plantes cultivées, à l'inverse de celui des espèces naturelles, tend actuellement dans l'Aribinda vers son enrichissement. Ce terme n'est en rien synonyme d'une quelconque prospérité. Il ne fait que traduire la nécessaire adaptation à la variabilité des conditions climatiques, dans le temps et dans l'espace, qui est en train de se produire. En regard, les espèces spontanées utiles, soumises à une exploitation prédatrice, représentent une sorte de témoin "sans défens" de l'évolution végétale.

L'enrichissement du stock des espèces et des variétés cultivées ne fait que celer un appauvrissement latent. Les variétés les plus appréciées des Kurumba, comme le mil "torodo", sont loin d'être les plus cultivées. Force est de relever aussi que le développement de la culture des sorghos, qui s'est opéré dans la première moitié de siècle, est considéré comme un pis-aller par les paysans. Cette céréale a pour eux, par rapport au mil, très peu de valeur aussi bien sur le plan gustatif que nutritif. Le maintien de la production brute, par une réorientation de l'agriculture vers la mise en valeur des terres basses, se paie par la péjoration des conditions alimentaires. Le choix du paysan se borne à transiger.

Quant aux rendements des céréales, si leurs fluctuations dans la durée sont difficiles à saisir, ils sont la plupart du temps assez faibles et une récolte de 300 kg par hectare représente aujourd'hui une performance moyenne. Or, extrapolé à la population actuelle de l'Aribinda et aux superficies cultivées, ce chiffre n'équivaldrait qu'à une consommation de moins de 0,5 kg de grain par habitant et par jour, ce qui est peu élevé. Une "bonne année" comme l'a été 1982, ce sont 0,7 kg de grain par habitant qui pouvaient être journalièrement consommés. Il n'est donc pas étonnant que, dans les dernières décennies, cultiver plus d'espace soit apparu pour beaucoup de paysans comme la solution au déficit vivrier. Pour faire face aux aléas des saisons, les activités se sont diversifiées, ce qui se traduit d'abord par l'acquisition et la garde paysanne du bétail qui fait sentir sa dure pression sur l'environnement végétal spontané.

La situation des céréales cultivées et celles des espèces spontanées sont loin d'être parallèles. Par une schématisation à peine excessive, on pourrait dire que les réponses apportées dans un domaine s'inscrivent au passif dans l'autre.

LA COMPLEXITE DE LA REGION DE L'ARIBINDA

La recherche, dont ces résultats sont issus, est conduite dans l'UR B5, "Dynamique des populations et cultures, enjeux et maîtrise de l'espace", du département de l'ORSTOM "Milieux et Sociétés". Le programme de recherche qui réunit un sociologue (Georges Dupré) et une géographe (Dominique Guillaud) s'appuie sur la petite région sud-sahélienne de l'Aribinda (13°5 - 15° N ; 0°5 - 1°5 W) qui s'étend aux départements d'Aribinda et de Koudougou dans le nord du Burkina-Faso.

L'appellation de Kurumba conférée par la littérature ethnographique aux habitants de l'Aribinda donne l'illusion d'une unité de la population et masque à la fois la complexité de sa mise en place dans l'histoire et sa diversité actuelle. Le peuplement peut être décrit schématiquement de la façon suivante : aux Songhay venus de la région de Tendirma sur le Niger vinrent se joindre des Kurumba partis du Yatenga, puis des Mossi venus de Boulsa. Ces derniers succédèrent aux Songhay à la tête de la chefferie. Ces trois composantes constituent ce qu'il est convenu d'appeler des Kurumba.

Aribinda demeura longtemps confiné sur un terroir limité aux environs immédiats de la bourgade et ce n'est que vers 1870 que des villages furent créés au nord d'abord, puis au sud afin d'exploiter les terres agricoles disponibles. La région était à peine peuplée de 2000 habitants. A partir de cette époque, des groupes d'éleveurs arrivèrent ; ce furent d'abord plusieurs groupes venus du Djelgodji, puis des Bella, anciens captifs de Touareg. Le cheptel s'accroît alors ; de 500 têtes vers 1900, il passe aujourd'hui à environ 50 000. Depuis le début du siècle, les agriculteurs mossi s'installent dans la frange sud et sud-est du pays. Cette vocation d'accueil de l'Aribinda a contribué ainsi pour une grande part à l'essor démographique (2,8 % de croissance moyenne annuelle depuis le début du siècle) que n'entache qu'une très faible émigration. Aujourd'hui 40 000 personnes vivent sur les 5 000 km² de la région en une répartition très inégale favorisant le sud et tous les cordons dunaires. Le nord dévolu à l'élevage offre les densités les plus faibles.

L'Aribinda présente tous les traits qui le rattachent au domaine sahélien, en particulier une pluviométrie faible de l'ordre de 400 mm par an en moyenne et des années souvent très déficitaires en pluies. Les crises alimentaires sont fréquentes comme celle de 1972-1973, relativement atténuée par rapport à ce qui a été observé dans l'ensemble du Sahel, ou celle de 1983-1984 qui de mémoire d'homme présente un extrême dans la situation alimentaire de la région. L'histoire garde des traces multiples de crises comparables (1913, 1930, 1950) qui ne sont ni exceptionnelles ni sans solutions. L'essentiel des réponses apportées jusqu'alors ont été spatiales, et ont eu pour effet d'accélérer de diverses manières la colonisation agricole de la région. Mais la pression démographique s'exerce à présent sur un espace agricole dont, phénomène nouveau et encore peu perceptible, on commence à entrevoir les limites.

L'Aribinda n'est certes pas encore un cas critique au sahel. Relativement préservé jusqu'à présent par une colonisation agricole tardive, la région doit ce mince privilège au fait de n'avoir pendant un long moment de son histoire eu ni les moyens de s'imposer comme une puissance face à ses voisins, ni par conséquent ceux d'assurer un véritable contrôle sur son territoire. Cette situation particulière est née de son statut de marge, de frontière entre des ensembles politiques puissants, situation qui se retrouve ici et là dans l'espace sahélien.

L'intérêt de ces "isolats", de ces lacunes dans un grand Sahel partout ailleurs politiquement et socialement très maillé, est de se présenter comme autant de lieux du possible, où des réponses particulières aux problèmes généraux de la zone peuvent voir le jour et être appréhendées.

Enfin, la région qui nous intéresse se prête de manière remarquable par sa taille et par son histoire - toutes deux maîtrisables - à une étude qui vise à mettre en relief ces réponses paysannes, ordinaires ou exemplaires, à une situation qui prévaut à plus large échelle. Cette maîtrise possible de la durée et de l'espace permet de faire jouer à plein les différents niveaux d'analyse auxquels se place l'observateur, et de sortir ainsi du catastrophisme qui teinterait une vision trop immédiate et trop ponctuelle de la situation au Sahel.

Pour aborder ce qui va suivre, il importe d'avoir à l'esprit que ce que nous disons sur les plantes spontanées ou cultivées est le résultat d'une recherche qui relève de l'histoire, de la géographie et de la sociologie. Nul doute qu'un botaniste, qu'un agronome ou qu'un écologiste s'y serait pris autrement, déployant des méthodes et des procédures éprouvées. De là découlent les limitations de ce travail. Mais cela confère à notre recherche sa spécificité et son intérêt. Il ne s'agit pas pour nous d'empiéter sur un domaine qui est celui des sciences de la nature, mais plutôt de nous situer là où s'arrête habituellement le naturaliste. Nous traitons d'objets naturels, des plantes, mis en situation dans un espace socialisé, dans l'espace domestique seul, et dans des pratiques de production qui sont celles de l'agriculture, de la cueillette et de l'élevage.

L'EVOLUTION DES CEREALES CULTIVEES : LE ROLE DES FACTEURS CLIMATIQUES, POLITIQUES ET SOCIOLOGIQUES

Deux espèces cultivées, le sorgho et le mil, fournissent l'essentiel de la production vivrière actuelle de l'Aribinda. L'enquête sur le terrain s'est déroulée en trois étapes.

- Une collecte des céréales dans différents villages, pour dresser le tableau des plantes cultivées et relever leurs caractéristiques locales de cycles d'utilisation, et leurs terrains d'élection.
- Une enquête auprès de 92 chefs d'exploitations, qui avait pour objet de préciser les stratégies individuelles en matière de choix de semences, et qui tentait d'évaluer les résultats obtenus pour chacune des variétés au cours de la saison agricole 1983-1984 très déficitaire.
- Plusieurs entretiens permirent de confirmer les caractéristiques des variétés et leurs appellations.

L'enquête portait au départ sur deux régions du Burkina-Faso, l'Aribinda et le nord-Yatenga, et s'efforçait ainsi par des confrontations multiples de détecter les variétés et les stratégies communes.

Enfin, une dernière remarque, les variétés recueillies sont toutes ou

presque des hybrides. C'est la raison pour laquelle toute identification botanique, de ce fait, a vite tourné court. C'est pourquoi il serait plus correct de parler ici de "catégories" paysannes, qui classent les mils et les sorghos selon des critères de morphologie, de cycle et d'écologie plutôt que de variétés au sens taxinomique du terme. Nous conserverons néanmoins, pour des raisons pratiques, le second de ces termes.

Les Mils

Les plus récentes des variétés utilisées dans l'Aribinda - "nasarayana", "le mil du Blanc", "nunayana", "mil de Nouna" - ont été diffusées par les organismes de développement, achetées comme vivres puis semées, ou simplement "ramenées par les voyageurs". Toutes, quelle que soit leur origine, ont été testées sur de petites surfaces par les paysans qui en retiennent les variétés aux cycles les plus courts pour d'autres prudents essais. Leurs inconvénients sont systématiquement soulignés, gros besoins en eau, petite taille de l'épi... En aucun cas ces variétés nouvelles ou du moins trop nouvelles encore ne sont semées en même proportion que les mils plus anciens.

Car l'adoption sans réserve d'une variété nouvelle est un phénomène lent : les années 1940-1950 ont vu dans le sud de la région l'adoption du "mogho nyarpuma", "mil court" mossi, ou "anyara yahi", "mil lent", en remplacement des variétés cultivées jusqu'alors par les Kurumba. Ces variétés introduites par les Mossi, migrants des années 30 dans le sud, n'y ont été généralisées que 10 à 20 ans plus tard. Et il est apparemment encore trop tôt -ou trop tard- pour que cette variété soit véritablement estimée ; si elle s'accommode d'une gamme de terrains plus large que les variétés cultivées auparavant par les Kurumba, ces derniers jugent actuellement son cycle végétatif "trop long" (120 jours).

Le "gagoru", mil de Gao, l'"anyara dweyhi", mil long, l'"abansosa", le lancier ou plus simplement le "belamayana", mil des Bella, représentent, selon les informateurs, une ou deux variétés différentes. Ce ou ces mils aux noms multiples ont été introduits par les Bella venus de l'Oudalan "au moment où les pluies se sont faites rares". L'introduction serait à dater des années 1920-1930, période qui a vu, via les mêmes intermédiaires

Bella, l'adoption de l'iler dans la région. Au choix d'un outil qui, par rapport à la houe utilisée jusqu'alors, permet de sarcler et de cultiver plus d'étendue s'ajoute ainsi celui d'une céréale grandement appréciée pour son cycle moyen (90 jours au minimum), et pour la très grande taille de son épi, de la longueur d'un bras, ce qui est l'un des critères locaux de rendement. Peut-on voir là une orientation soudaine de l'agriculture vers la mise en culture et la production maximale, répondant à une période de crise climatique comme celle des années 1910-1920, ou 1930 ?

L'introduction immédiatement antérieure est celle de "hayré", mil qui proviendrait des Dogons de la falaise de Bandiagara, que le terme même désigne. C'est de la fin du XIX^e siècle que date l'arrivée de ce mil dans l'Aribinda. Contrairement aux variétés les plus récentes, cette fois la brièveté du cycle (70 jours) paraît compenser pour les paysans la très petite taille de l'épi. Ce cycle court est-il encore une fois le signe de crise climatique, à laquelle aurait répondu alors non pas le choix du plus extensif (tel que l'indiquerait l'adoption de "belamayana" et de l'iler), mais celui du mieux adapté ? Ou phénomène nouveau de mise en culture des terres plus éloignées rendue possible par une céréale à cycle court qui permet d'abrèger la présence des agriculteurs en des zones encore peu contrôlées ? La fin du XIX^e siècle, plus précisément les années 1870-1880, correspondent en effet au moment où Aribinda commence à sortir de l'espace de ses montagnes-refuges pour aller coloniser les sables plus lointains.

Avant cette période, le terroir était limité aux sables proches des dômes de granites, et l'espace cultivé était tout entier situé dans un rayon de 2,5 km autour d'Aribinda. Le temps de cet "espace fermé" voit l'adoption de plusieurs variétés de mil, dont l'introduction est difficile à dater, et dont l'origine même demeure floue : le "torodo" et l'"anayara kumé", variétés à cycle long (120 jours), prêtent à de multiples commentaires quant à l'origine du terme (que signifie "torodo" ?) ou quant à ce qu'il désigne (le "mil court" "anyarakumé" désigne probablement plusieurs variétés). Leur intérêt réside surtout dans la durée de leur cycle, qui laisse supposer qu'avant d'être cultivés loin de l'abri des montagnes -d'où l'adoption de variétés plus hâtives comme la précédente- les mils à une

certaine période pouvaient l'être dans une sécurité relative au pied des reliefs, et dans des conditions pluviométriques satisfaisantes.

L'arrivée de "kutiam yara", le "mil de Kutiam", peut assez bien être datée par la position du personnage dans la généalogie du groupe responsable des sacrifices : ce serait à la fin du XVIII^e - début du XIX^e siècle que Kutiam aurait ramené ce mil de Manogo, localité non identifiée qui serait située vers Malla (Mali ?). Cet épisode se situe donc au tout début de l'Aribinda moderne, peu de temps après l'arrivée des lignages responsables des sacrifices venus du Yatenga. Le cycle végétatif de cette variété est d'une centaine de jours.

La "plus ancienne de toutes les variétés de mil" est le "poteyana", qui s'affiche sans ambiguïté comme le "premier mil" de l'histoire. Faut-il mettre en parallèle ce terme avec celui de Poté Samba, les "premières gens" qui occupèrent la région avant les arrivées songhay dans la première moitié du XVIII^e siècle, et dont l'histoire ne se déchiffre qu'à travers les très nombreux vestiges, tertres anthropiques, constructions diverses, gravures rupestres, qui parsèment la région ? Mais qu'il s'agisse du mil d'avant les Songhay ou du mil apporté par les Songhay eux-mêmes, il peut correspondre, par ses caractéristiques, aussi bien au mode de vie des Poté Samba qu'à celui des premiers temps de l'Aribinda actuel, c'est-à-dire culture au pied des reliefs, en plaine sableuse et sous parc à "Faidherbia albida", et habitations dans les chaos ou sur les flancs des dômes de granite. La brièveté du cycle de "poteyana" (70-90 jours) pourrait répondre aux conditions d'insécurité permanente qui exigeaient que le travail agricole se fasse vite, et près des reliefs sur lesquels le repli était toujours possible. Aujourd'hui encore, ce mil a curieusement gardé sa localisation première, et est cultivé autour des habitations ; de cette localisation il tire son nom, "akwande nyara", mil de maison.

Les sorghos

L'histoire des sorghos est simple, plus anecdotique que celle des mils. Le mil a en effet la faveur des Kurumba, qui le considèrent comme l'aliment par excellence, à l'inverse du sorgho adopté souvent par manque de terrains sableux, ou comme une sorte d'assurance sur la saison à venir.

L'agriculture elle-même se fait le reflet de cette priorité, peut-être née des conditions initiales imposées par l'histoire et par l'espace. Autour des dômes de granite, lieux-refuges et lieux-ressources, s'étendaient les sables dunaires de l'erg ancien, terres légères et fertiles qui ont été les premières, et pendant longtemps les seules mises en culture. Dans cette période de repli, la culture du sorgho était limitée à de petits enclos localisés sur les parties les plus basses, les argileuses du terroir d'Aribinda, et aussi les seules qui s'y prêtaient, sur le pourtour des petites mares, au pied des reliefs ou à la périphérie des sables. Le sorgho représentait au même titre que le coton ou les plantes à sauces une culture annexe. Une seule variété de sorgho pour l'alimentation, le "beloko", de cycle très long (120 jours au minimum) était cultivé à côté d'un sorgho rouge qui était utilisé à la fabrication de la bière.

Toutes les variétés actuellement cultivées (on dénombre 14 sorgho courants) sont venues par la suite. La majorité sont d'origine mossi, et ont été introduites dans la première moitié de notre siècle par les immigrants venus s'installer dans le sud de la région. Elles ont été adoptées par les Kurumba en réponse à la pénurie ou à dégradation des terres sableuses qui se posaient en obstacle à la mise en valeur de la zone sud. Le passage de la culture en mil des minces ensablements ourlant les cuirasses latériques du sud vite dégradés, à la culture en terres basses, localement fertiles s'est accompagné de l'abandon partiel des mils, inadaptés aux terres lourdes, au profit des sorghos.

Il serait fastidieux d'énumérer toutes les variétés introduites à cette occasion ; elles se rencontrent surtout dans le sud de la région, en contact avec le monde mossi. Une seule de ces variétés a réussi à s'imposer dans l'ensemble de la région ; il s'agit du "pisiopwé" mossi (textuellement le 70, d'après la durée de son cycle) devenu en kurumfé le "domdé tisiga" (même sens) ou le "atisi bron" (sorgho-chèvre). Parvenue dans le nord massivement dans les années soixante-dix, elle est en passe de supplanter le "beloko", au cycle excessivement long, dans la palette des sorgho cultivés.

Le sens du changement : l'étalement de la mise par la recherche de la diversité

Au fil de ce qui précède, une évolution linéaire du stock des semences vers la sélection de variétés de plus en plus hâtives est bien difficile à cerner. L'histoire porte de nombreuses traces de crises climatiques semblables à celles d'aujourd'hui et les réponses qu'y ont apportées les paysans n'ont pas forcément été identiques de l'une à l'autre.

D'une part, la sélection du matériel végétal répond à une série de facteurs qui ne sont pas réductibles au fait climatique seul. L'insécurité, ou les nécessités qu'implique l'existence d'une difficile période de soudure sont des impératifs qui parmi d'autres ont conduit les agriculteurs à adopter des variétés qui parviennent rapidement à maturité. C'est ainsi que sous les règnes des premiers souverains de l'Aribinda, certaines famines ainsi que le "manque d'eau" épisodique sont mentionnés ; mais le phénomène général, est qu'"il n'y a pas de bonnes récoltes, parce qu'on ne peut pas s'éloigner d'Aribinda". Cette situation se prolonge pendant près d'un siècle, jusqu'à l'arrivée des Mossi (fin du XVIII^e - début XIX^e siècle). A ce moment apparaissent des variétés à cycle plus long, témoignant d'un contrôle accru sur l'espace et/ou de conditions climatiques satisfaisantes. L'argument de la sécurité comme base de la sélection du matériel végétal pourrait paraître fallacieux si l'on oubliait que la saison des pluies correspondait à une saison de trêve obligée où la plupart des groupes étaient accaparés par les travaux des champs et où les déplacements étaient surtout malaisés.

D'autre part, l'intérêt actuel et manifeste pour des variétés à cycle court comme le "pisyopwé" est, certes, explicitement lié à la conjoncture climatique, et l'expansion de ces variétés est en rapport avec la crise de 1972-1973, ou avec des crises antérieures. L'adoption de variétés hâtives est l'une des directions du changement ; mais elle n'implique aucunement que celles qui ont un cycle plus long soient pour autant en voie d'abandon. Ainsi l'"anyara kumé" est encore largement semé, et les variétés les plus hâtives de mil sont loin de ravir la première place au "belaymayana".

Ces choix, en fait, doivent se lire plutôt comme une recherche de la

diversité. Ce que vient confirmer l'histoire de l'agriculture. A la quasi monoculture des mils qui prévalait au siècle dernier est en train de se substituer une dualité culturelle mil-sorgho moins vulnérable aux aléas climatiques. Beaucoup d'agriculteurs aujourd'hui pratiquent ce jeu sur les espèces cultivées, qu'ils doublent assez volontiers d'un jeu sur les variétés de cycles différents. La culture d'une seule variété dans chacune des espèces est tout à fait exceptionnelle. Le plus souvent il y a recherche d'un optimum, par la conservation des variétés à cycle long - cela est très général pour le mil - et parallèlement, recherche de la sécurité par la culture de variétés à cycles courts aussi bien pour le mil que pour le sorgho. Ces sortes de compromis conduisent à répartir les risques entre un grand nombre de variétés et à augmenter ainsi les chances de la récolte.

La dernière assurance se joue dans l'espace. Les semences de mils de cycles différents sont mêlées puis semées sur une même parcelle. La récolte est effectuée au fur et à mesure de la maturation. La sélection s'opère alors à la croissance, et il n'y a pas même spéculation sur la combinaison sol/pluie la plus favorable à chaque variété.

Cette tactique de "l'étalement de la mise", telle qu'elle est pratiquée par les paysans de l'Aribinda s'oppose à tout choix exclusif en matière de semences, de même qu'elle s'oppose à un tel choix dans les autres domaines de la technique. Dans ce sens, il y a actuellement demande pour la diversité, ce qui sous-entend à la fois le changement, avec prudence, et la conservation, avec discernement.

Rien n'est dit des variétés qui ont pu être "testées" puis abandonnées depuis les premiers temps de l'Aribinda. L'exemple récent de "nunayana" montre que la variété, semée depuis quelques années, risque fort de par ses inconvénients de glisser prochainement dans l'oubli. Mais qu'une variété comme "poteyana" existe encore est le signe qu'on a su lui trouver à chaque changement une place dans les cultures, et qu'elle est encore adaptée. Il en va de même pour le "beloko" qui coexiste peut-être pour plus longtemps qu'on ne l'imagine avec le "pisyopwé".

Un choix s'opère à coup sûr, non pas pour éliminer, mais pour que subsiste la palette la plus large possible de variétés cultivées. Il n'y a pas

abandon immédiat de variétés à cycle plus long, mais au contraire tentative de les conserver tant qu'elles n'ont pas démontré leur totale inadaptation.

L'EVOLUTION DES PLANTES SPONTANÉES

Les données sur l'évolution du milieu naturel et sur la végétation spontanée sont venues pour ainsi dire d'elles-mêmes, sans avoir été sollicitées. Il n'est pas d'entretien conduit en vue de constituer l'histoire de l'Aribinda qui n'ait apporté sa glane de notations dans ce domaine. La végétation est partie prenante de l'histoire. Le récit de la création d'un village, celui d'une guerre ou d'un événement politique comportent toujours leur part d'indications sur le milieu végétal. Les plantes, à côté d'autres éléments du paysage comme les dômes de granite et les plateaux latéritiques, constituent le décor de l'histoire. Mais un décor est lui-même tout en signifiant autre chose que lui-même. Dans les premières représentations des pièces de Shakespeare, un figurant qui se tenait bras et doigts écartés était un arbre et toute une forêt sans cesser pourtant de demeurer un figurant. De la même façon, un arbre ou n'importe quel élément végétal lorsqu'il apparaît dans un récit donné par un informateur de l'Aribinda signifie lui-même, et il signifie en même temps quelque chose d'autre que lui-même. Bref les plantes sont les supports de significations multiples. Et les mentions qui en sont faites dans l'histoire peuvent devenir des informations à condition que l'on puisse identifier et démêler toutes ces significations.

Les plantes, dans l'Aribinda comme partout ailleurs dans le monde, font l'objet d'une classification. Cette classification transparaît déjà dans les noms qui leur sont donnés. Et le botaniste pourra reconnaître ici et là quelques intuitions heureuses. Ainsi le terme "adidaga" s'applique à deux arbustes fréquents sur les plateaux latéritiques et sur les sols gravillonnaires mais l'un, "*Boscia angustifolia*" A. Rich., est reconnu comme mâle et est appelé de ce fait "adidaga boro" tandis que l'autre, "*Maerua crassifolia*" Forsk. est "adigaga kion" c'est-à-dire "adidaga" femelle. Là où la no-

menclature kurumfé apparente les deux arbustes par un nom commun et les distingue par une spécification de sexe, la classification botanique apparente les deux plantes en les plaçant dans une même famille, celle des Capparidacées tout en les distinguant à la fois par le genre et l'espèce. Dans ce cas précis, la nomenclature kurumfé et la classification botanique procèdent de façon homologue. Et, à cet exemple et à un certain nombre d'autres, on pourrait penser qu'il existe une classification des plantes qui serait comme une approximation de classification botanique et que, pour passer de la connaissance qu'ont les Kurumba à celle qu'en a le botaniste, il suffirait d'opérer une traduction d'une classification à l'autre. Un exemple montrera que cette conception est tout à fait insuffisante.

Par le terme "akaté" (pl. "akara"), les Kurumba reconnaissent un arbuste lianescent que la botanique classe dans la famille des Mimosacées et désigne comme "Acacia ataxacantha" D.C. Le terme "akaté", traduit par les locuteurs francophones par le terme de **fourré**, revient très souvent dans les descriptions du paysage végétal, plus souvent semble-t'il que ne se rencontre effectivement cet Acacia dans la réalité. Ce fait m'a amené à me demander ce que le terme "akaté", au-delà de son application à une espèce botanique bien définie, pouvait signifier.

De nouvelles informations furent obtenues par une visite à un spécimen de cet Acacia. Cela se passait tout près d'Aribinda au pied de la montagne Kuru, à un endroit où l'on fait des sacrifices. Là, l'informateur confirma la traduction, l'"Acacia ataxacantha" est bien "akaté", pluriel "akara". Mais le terme "akaté" ne désigne pas que cela, il s'applique au site dans lequel se trouve la plante dans son ensemble, aux anfractuosités du rocher, aux blocailles et éventuellement à d'autres végétaux qui peuvent s'y rencontrer et aussi à des animaux qui le fréquentent habituellement. Le vocabulaire fut précisé, "akaté" désigne l'ensemble des végétaux, des roches et des animaux qui se rencontrent dans ce lieu. Mais, dans ce site, l'Acacia occupe une place privilégiée puisqu'il est désigné comme "akaténya", la mère de "akaté" c'est-à-dire celui qui engendre "akaté". Par ailleurs, l'oiseau qui ne put être déterminé et qui fait son nid dans l'arbuste est "akaté kion", c'est-à-dire la femme de "akaté". Cette visite fut

instructive ; elle permet, à propos d'une plante, de comprendre un peu mieux ce qu'était la classification dont les plantes sont l'objet.

Valeur symbolique des classifications botaniques locales

Si la classification des plantes par les Kurumba n'est pas étrangère à la classification botanique, elle ne peut être conçue comme une approximation de classification botanique. Une des raisons les plus élémentaires est que les termes par lesquels les plantes sont désignées font partie d'une classification plus vaste qui concerne aussi le règne animal et le règne minéral. Cela a pour conséquences que les réponses des informateurs varient de façon tout à fait logique selon le contexte dans lequel ils sont interrogés. Dans le cadre d'une identification des plantes, c'est-à-dire dans une situation où les plantes doivent être distinguées les unes des autres, le terme "akaté" désigne sans ambiguïté l'"Acacia ataxacantha". Mais l'arbuste est précisé comme "akaté nya" pour le distinguer des autres éléments qui constituent le site "akaté" et aussi pour l'identifier parmi eux comme l'élément fondamental.

Cette classification est encore plus générale que ce qui vient d'être dit puisqu'elle ne concerne pas seulement des objets naturels mais aussi les objets sociaux, village et champs, lieux de cultes. Dans cette classification générale, les végétaux ou les ensembles végétaux spontanés ou cultivés sont les marqueurs privilégiés de l'espace. Cette classification, pour n'en donner que les grandes lignes, est bâtie sur une opposition générale des deux termes "adurugu" et "asaga". "Asaga" est l'espace du village, c'est-à-dire non seulement le village lui-même avec ses quartiers mais aussi tout l'espace proche approprié par l'agriculture et dans une moindre mesure par la cueillette et par l'élevage. A l'opposé se trouve "adurugu" que l'on peut traduire par l'espace de la brousse. C'est le lieu de la végétation et des animaux sauvages fréquenté par les êtres de la surnature, les "azini", les "adidiya" et les "abubandu" dont les humains redoutent la rencontre et se concilient les faveurs par des sacrifices.

Deux exemples pris dans l'histoire de l'Aribinda montreront le rôle que le paysage végétal y est amené à jouer.

Daogo, prince évincé de la succession du royaume de Boulsa, fut à l'origine de la composante mossi du peuplement initial d'Aribinda. Son arrivée est décrite comme la découverte près de la mare de Boukouma par des femmes qui y venaient chercher de l'eau d'un chasseur endormi au milieu d'un fourré épais ("akaté"). Cette découverte les plonge dans la stupeur et elles s'empresent d'aller au village en faire part aux hommes. Là, les sages s'interrogent sur l'identité de cet être qui ne craint pas de s'endormir dans le fourré fréquenté ordinairement par les animaux sauvages et par tous les êtres surnaturels redoutés des hommes. Différents subterfuges sont conçus pour le capturer et l'amener au village. La description qui est donnée de la végétation des bords de la mare centrée sur la notion kurumba de fourré n'apporte que peu d'indications utilisables pour saisir ce qu'a pu être l'évolution de la végétation à cet endroit depuis cet événement historique. D'une part la végétation dans cet endroit, situé à une douzaine de kilomètres à l'est d'Aribinda, bénéficie, du fait de la proximité de l'eau, de conditions tout à fait privilégiées et, s'il est probable que là comme ailleurs la végétation s'est amoindrie, le récit ne fournit aucun argument solide pour apprécier cette évolution. L'accent mis sur le fourré comme quintessence de la brousse se prête par contre à d'autres interprétations qui ne sont pas du domaine de l'écologie. Insister sur la sauvagerie du lieu où dormait Daogo permet de mettre en valeur son courage et du même coup celui de ceux qui trouvèrent moyen de le capturer. C'est l'interprétation la plus proche du récit. Mais on peut donner une autre interprétation tout à fait complémentaire de la première, politique celle-là, de l'insistance du récit sur le fourré. Entre la cour de Boulsa où il était appelé à régner et Aribinda où il arrive captif, Daogo passe par le fourré de Boukouma et, dans ce lieu conçu comme la condensation de vie sauvage, il se dépouille de toutes ses qualités sociales et en particulier de celles qui font de lui, par nature, un chef. Cela est à mettre en relation avec le fait assuré que Daogo n'exerça pas le pouvoir à Aribinda et que jamais la chefferie d'Aribinda, en aucune façon, ne fut dépendante de celle de Boulsa. Cette situation est tout à fait originale. Sur la périphérie des royaumes mossi, en effet, il est fréquent qu'un prince mossi prédestiné par sa nais-

sance au pouvoir, lorsqu'il est empêché de l'exercer, s'en aille dans une autre population se faire reconnaître comme chef. Si notre interprétation est exacte, le décor végétal dans le récit, le fourré, aurait avant tout une signification politique, celle de l'indépendance d'Aribinda à l'égard du monde mossi.

Un deuxième exemple montrera que le décor végétal peut, dans les récits historiques, avoir d'autres significations. Sous le règne de Birma, vraisemblablement entre 1850 et 1860, une expédition guerrière venant du Ratenga, royaume mossi situé au sud-ouest d'Aribinda, tenta de s'emparer de la région et de la soumettre. Les envahisseurs, qui avaient sous-estimé l'adversaire, furent non seulement repoussés mais subirent une défaite. Ces événements qui sont confirmés par la tradition du Ratenga contiennent, sans aucun doute, des informations sur l'évolution du milieu. Les gens d'Aribinda parlent de ces événements comme de la guerre de Daya car, disent-ils, les troupes du Ratenga étaient venues pour s'emparer des jardins de coton de Daya. Cette information est importante pour qui connaît les terres basses de Daya, à environ 1 km de la bourgade d'Aribinda. Aujourd'hui les jardins et le coton de Daya appartiennent au passé et pour tous les habitants d'Aribinda l'histoire de Daya apporte la preuve la plus manifeste de la dégradation du milieu où ils vivent. Les informateurs insistent sur la luxuriance ancienne de Daya. Dans cette zone déprimée où il y avait de l'eau en permanence, les arbres étaient nombreux. C'est ce qui décida les Kurumba venus du Yatenga à fonder à proximité le quartier de Tolu. La prospérité ancienne de Daya est un fait assuré. Ses jardins étaient bien une réalité ; on en trouve des traces jusqu'à Luru où une haie vive de "*Commiphora africana*" aujourd'hui prise dans les sables protégeait du bétail un jardin de coton il y a encore une quarantaine d'années.

Les récits concernant la guerre de Daya contiennent sans aucun doute des informations sur l'évolution du milieu sans que l'on soit en mesure de hiérarchiser les facteurs qui ont causé sa désaffection. La baisse de la nappe phréatique est certaine. Mais l'usure des sols consécutive à une culture répétée de coton peut être aussi invoquée, de même qu'on peut, pour la période récente, penser aux conséquences du développement de l'é-

levage des bovins qui rend précaire l'existence des jardins.

Mais la guerre de Daya n'est pas seulement signifiante pour l'écologie. Le fait que toute une expédition guerrière soit organisée pour s'emparer de quelques arpents de jardins de coton peut apparaître comme une entreprise sans rapport avec l'importance de l'objectif que lui assignent les gens de l'Aribinda. Il est plus vraisemblable que le but réel de la guerre était de s'emparer de l'Aribinda dans son ensemble et de ses terres réputées pour leur fertilité exceptionnelle. Il faut se souvenir que, jusque dans les années cinquante, l'Aribinda était pour beaucoup de Mossi une sorte de terre de cocagne où ils venaient se procurer les céréales que des terres trop pauvres et trop peuplées ne leur permettaient pas de récolter. Dans les récits que les gens de l'Aribinda font de cette guerre, la partie serait donnée pour le tout et Daya et ses jardins pour la totalité du domaine agricole de l'Aribinda. Cela amène à s'interroger sur la signification de Daya et tout spécialement sur la forme de culture qui y était pratiquée, le jardin.

Le terme "akal" qui est rendu assez fidèlement par jardin est encore plus exactement traduit par paradis. Le mot persan dont ce terme est issu désigne précisément, comme le terme kurumfé "akal", un enclos. Espace fermé aussi bien à la sauvagerie de la brousse qu'à l'uniformité des champs de mil, "akal" est bien un paradis. L'eau y permet à une multitude de plantes d'y pousser dans un exubérant désordre, le coton bien sûr, mais aussi toutes les plantes à sauces - gombo, piments, oseille, sésame, courges de différentes espèces ; s'y trouvent aussi du sorgho à faire la bière, du sorgho sucré, quelques pieds de canne à sucre... Toutes ces plantes, en agrémentant la monotonie du mil quotidien, donnent leur saveur aux repas. Le travail au jardin, tout en étant très important, n'a rien à voir avec le labeur des sarclages. Affranchi des pluies par l'eau de son puisard, le jardin demande des soins réguliers ; il requiert de son possesseur une présence attentive. Il y a un art d'être dans le jardin, fait du contact le plus intense avec la nature cultivée.

Pour toutes ces raisons "akal" apparaît d'une certaine façon comme la condensation de la nature cultivée et on comprend les villageois

d'Aribinda qui désignent avec nostalgie les jardins de Daya comme l'objectif des envahisseurs du Ratenga. La position donnée à "akal" dans l'espace cultivé est symétrique de celle qu'occupe "akaté" dans l'espace de la brousse.

D'une façon générale, toutes les informations historiques recueillies font état d'une dégradation de la végétation. Mais, comme ont pu le montrer les deux exemples précédents, les notations végétales que contiennent ces informations demandent à être décryptées et chaque fois soupesées en fonction de leur contexte pour évaluer ce qu'elles contiennent d'information strictement botanique. Ces difficultés d'interprétation m'amènèrent à concevoir une enquête systématique sur l'évolution de la végétation qui échapperait à ces aléas.

L'enquête et ses résultats : disparition de plantes et climat

Sans entrer dans la procédure qui fut utilisée, quelques détails donneront une idée de l'assise des faits qui seront évoqués. 36 informateurs de trois villages furent interrogés de façon indépendante les uns des autres. A chacun d'eux il était demandé de donner le nom des plantes qui avaient disparu dans la partie du terroir où ils avaient leurs champs. Dans la classification de l'espace qui a été esquissée, l'entité à laquelle se réfèrent les informateurs a un statut singulier. Les plantes dont ils parlent sont bien des plantes spontanées et qui relèvent donc du domaine de la brousse mais localisée dans les interstices de l'espace villageois. C'est en quelque sorte de la brousse domestiquée.

Ce à quoi les informateurs se réfèrent quand ils donnent une information sur une plante, c'est l'expérience passée et présente qu'ils ont de cette plante sur un lieu précis qui est l'endroit où ils cultivent et ses alentours immédiats. Quand ils évoquent la disparition d'un arbre, c'est en ayant dans l'esprit, de façon très concrète, tout ce que leur procurait cet arbre, son ombre pendant les sarclages ou son écorce dont ils faisaient une décoction vermifuge. Quand ils disent qu'une graminée a disparu, ils pensent aux petites bottes qu'ils en faisaient et qu'ils rapportaient à leur cheval une fois la journée finie. Bref, ce qui est mis en jeu dans cette en-

quête, c'est toute l'activité de cueillette là où elle est la plus fréquente, c'est-à-dire près du village et dans des endroits où l'on vient souvent parce que c'est là que sont les champs. L'espace dont il est question relève aussi du domaine pastoral puisque, une fois la récolte faite, les champs sont livrés au bétail.

C'est sur les trois dernières décennies qui vont de 1950 à 1979 que les informations sont les plus nombreuses. N'ont été retenues ici que les informations de nature ponctuelle, c'est-à-dire celles qui lient la disparition d'une plante à une année précise. Au nombre de 135 elles relatent la disparition année par année de 36 espèces végétales différentes. Le tableau suivant livre ces résultats :

Disparitions de plantes par année

79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65
0	3	3	5	2	0	45	11	3	2	0	28	3	4	2

64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50
0	14	0	0	0	0	6	0	0	0	0	3	0	0	1

Le premier fait qui apparaît à la lecture du tableau est la concentration des résultats sur un petit nombre d'années : 1963, 1968, 1972 et 1973 sont des années où les disparitions sont les plus nombreuses. Ce sont toutes des années qu'on peut considérer comme des années de crise climatique soit parce que la hauteur des pluies ces années-là a été anormalement faible, soit aussi et quelquefois en même temps parce que les pluies ont été mal réparties dans la saison. Cette corrélation entre les informa-

tions sur les disparitions et les faits climatiques donne de la crédibilité à nos informations et du même coup à nos informateurs. Les paysans n'ont pas dit n'importe quoi, sinon leurs réponses se seraient réparties de façon aléatoire. Leurs informations se recoupent entre elles et avec les faits climatiques qui leurs sont extérieurs. Cela témoigne d'une connaissance précise des plantes et d'une capacité à localiser leur disparition dans le temps. A la lumière de ce qui a été dit précédemment, on peut penser qu'il y a quelques raisons à cela. Le domaine que j'ai appelé la "brousse domestiquée" est familier aux paysans. De plus, toutes les plantes citées sont des plantes utilisées.

Mais toutes les plantes utilisées dans l'Aribinda ne sont pas citées. Il peut s'agir de plantes qui ne poussent pas sur les sols des trois villages d'enquête ou de plantes particulièrement résistantes à la sécheresse.

Les fourragères sont celles qui apparaissent les plus affectées par les disparitions des trente dernières années. Ce sont essentiellement les graminées qui sont atteintes et tout spécialement parmi elles d'excellentes fourragères comme "*Andropogon gayanus*" Ex. et "*Cenchrus biflorus*" Roxb. Des fourragères d'assez bonne qualité disparaissent aussi, c'est le cas de "*Pennisetum pédicellatum*" Trin, de "*Dactyloctenium aegyptium*" (L.) Wild. Des légumineuses d'assez bonne qualité comme "*Alysicarpus ovalifolius*" (Schum et Thonn.) J. Léonard sont aussi touchées. Toutes ces disparitions sont, comme le montrent les dates, liées aux aléas climatiques mais elles sont sans nul doute liées aussi au développement de l'élevage. Le terroir de chaque village n'est pas seulement un lieu de culture, il fait partie aussi du domaine pastoral. Sitôt la récolte faite, les champs sont livrés aux bovins qui consomment les tiges de mil restées sur place. Par la suite, les troupeaux iront au loin sur les pâturages. Mais les espaces incultes du terroir villageois, les collines et les éboulis d'accès plus difficile jouent souvent en fin de saison sèche le rôle d'ultime réserve et voient revenir le bétail à ce moment-là. De plus le terroir est livré pendant toute la saison sèche aux divagations des petits ruminants. Il est tout à fait probable que la disparition des fourragères est en rapport avec la pression de plus en plus forte que le cheptel exerce sur le terroir. Ses effectifs qui étaient évalués

à 5 000 têtes en 1956 sont de 50 000 en 1983, ce qui représente en moins de 30 ans un accroissement considérable. De plus, dans les années récentes, cette pression du bétail sur le terroir s'est encore accrue du fait du développement d'un mode de faire valoir direct. Les villageois qui confiaient le plus souvent leurs troupeaux aux Peul en viennent à garder eux-mêmes leur bétail et ils le font souvent à proximité du village où ils rentrent chaque soir leurs troupeaux.

Cette interprétation de la disparition des espèces spontanées du fait de la pression du bétail sur l'espace villageois se trouve confortée par le fait que des fourragères secondaires ou médiocres, voire de mauvaise qualité, disparaissent aussi. Dans le même sens va la disparition de beaucoup d'arbres et d'arbustes qui sont appréciés par le bétail et font l'objet d'émondage.

Beaucoup de plantes qui disparaissent ainsi du terroir villageois ont d'autres usages que fourragers. On pourrait alors logiquement penser que c'est la cueillette qui est responsable des disparitions et non le surpâturage. Cette hypothèse ne semble pas devoir être maintenue. Il y a de bonnes raisons de penser que la pression humaine sur les terroirs n'a pas augmenté de façon sensible durant les trois dernières décennies en dépit d'une augmentation importante de la population de la région. On peut dire, grosso modo, que la population de l'Aribinda a doublé en trente ans. Cette croissance s'est traduite par la création de hameaux à partir des anciens terroirs. Un remodelage de l'occupation de l'espace est en cours depuis les trois dernières décennies qu'on peut décrire comme une déconcentration de la population dans l'espace. Pour cette raison, on peut penser que des terroirs anciens comme celui d'Aribinda, dont les limites étaient acquises dès 1870, ne supportent pas une population sensiblement plus importante qu'il y a trente ans.

Si la cueillette ne peut être invoquée comme la cause principale des disparitions, en revanche la disparition des plantes utiles de l'espace villageois a des conséquences importantes. Elle se solde par l'amoindrissement des ressources dont les paysans disposent à portée de la main. Différents domaines sont ainsi touchés. C'est d'abord celui de la construction avec la

disparition d'"*Andropogon gayanus*" et de "*Cymbopogon schoenanthus*" dont le rôle est essentiel pour la couverture des toits. C'est aussi la vannerie qui est touchée par les disparitions d'"*Aristida funiculata*" et de "*Pennisetum pedicellatum*". Mais c'est pour les plantes alimentaires et pour les plantes médicinales que les disparitions semblent particulièrement lourdes de conséquences.

Les fruits de beaucoup d'arbres qui disparaissent sont le plus souvent consommés sur place, en passant. C'est le cas des très communs "*Sclerocarya birrea*" et "*Lannea microcarpa*" connus respectivement sous les noms de "noisetier" et de "raisinier", mais aussi du "*ficus gnaphalocarpa*" et du baobab. Cette consommation épisodique, souvent très faible en quantité, est cependant tout à fait essentielle dans la mesure où elle apporte des éléments dont la nourriture de base est dépourvue. D'autres fois, les produits de la cueillette sont intégrés aux repas. C'est le cas des feuilles du baobab qui servent à la préparation de sauces fort appréciées ou des graines de "*Chloris pilosa*" qui sont récoltées comme celles du fonio sauvage et qui sont préparées en bouillie.

Dix des plantes dont la disparition est signalée ont des usages médicaux ; beaucoup d'entre elles servent aux soins des jeunes enfants, purgatifs, traitement de la rougeole, de la diarrhée, des affections des yeux et du paludisme.

En revanche sont aussi citées comme disparues ou en voie de disparition quelques espèces fourragères comme "*schoenfeldia gracilis*" Kunth., une herbacée annuelle, "*zornia glochidiata*" Reichb. ex DC, une légumineuse, ou même "*Balanites aegyptiaca*". Ces informations prises telles quelles pourraient sembler aller à l'encontre de toutes les observations faites dans des milieux semblables par les botanistes, et qui établissent au contraire que ces espèces tendent à se généraliser. Le premier rappel nécessaire est qu'il s'agit ici d'information sur les disparitions et non de disparitions effectivement constantes. Par exemple, une espèce peut, une année, n'être pas visible sans que sa fréquence diminue par la suite ; c'est par contre l'incidence de ce phénomène ponctuel sur une évolution à long terme qui reste à préciser. De même, qu'un arbuste comme "*Balanites*" dis-

paraisse pour les paysans signifie simplement que, dans l'espace domestiqué des champs, il est effectivement très sollicité et parfois détruit : ses fruits sont consommés, ses feuilles sont appréciées, mais surtout son bois très résistant est utilisé pour confectionner les manches des outils ou des objets divers. Cela ne signifie pas pour autant que "Balanites" disparaisse en général ; sa prolifération est très nette aux abords des zones de culture, à proximité des zones basses ou sur des sols décapés où il tend à demeurer la marque végétale ultime.

OS6 SOC SAN

ALIMENTATION HUMAINE

39

DISETTE

FAMINE

CUEILLETTE, TRADITION

PLANTE SURVIE

DE

SONINKÉ (à voir)

En pays Soninké (Sénégal)

LES PLANTES DE CUEILLETTE,

ALIMENTATION D'APPOINT OU DE SUBSTITUTION

Par Monique CHASTANET *

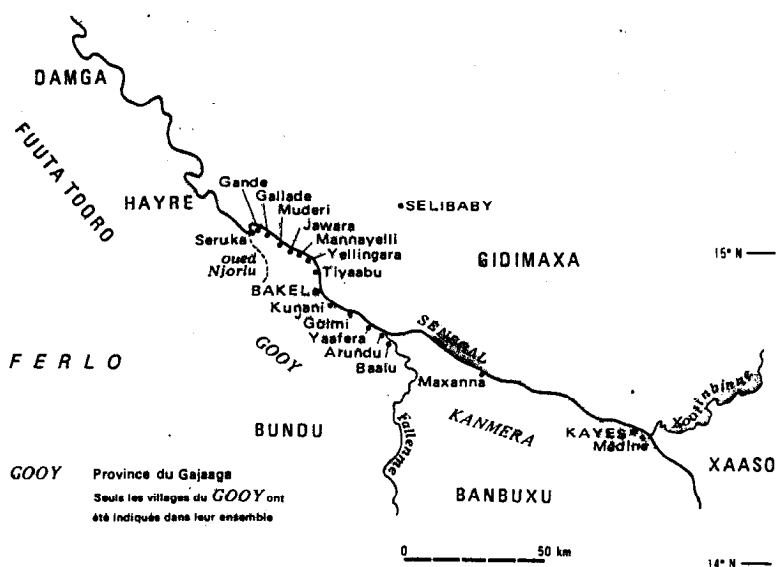
* Historienne, chargée de recherche à l'ORSTOM, Département
"Indépendance alimentaire".

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24521 ex 3

Cote : A

Dans les pays occidentaux, une activité de cueillette s'est souvent maintenue à côté de l'agriculture, comme c'est le cas dans certaines régions françaises (1). En Afrique sahélienne, sa place est restée d'autant plus importante que la satisfaction des besoins alimentaires par la production agricole demeure précaire. C'est une activité régulière, socialement organisée, qui peut fournir une nourriture d'appoint en période de suffisance et une nourriture de substitution en cas de pénurie. Depuis ces dernières années, on assiste à un certain recul de cette pratique, plus ou moins marqué selon les régions, en liaison avec l'évolution des modes de vie et la dégradation du couvert végétal (2).



SYSTEME DE PRODUCTION AGRICOLE ET REGIME ALIMENTAIRE EN PAYS SONINKE

Les villages soninke de la haute vallée du Sénégal pratiquent essentiellement l'agriculture, en y associant l'élevage, la pêche et la cueillette. Situés dans la zone climatique sahélo-soudanienne, ils ont reçu en moyenne 638 mm d'eau par an durant la période 1922-1982 (3). Mais ces chiffres varient beaucoup d'une année sur l'autre et sont moins significatifs, sur le plan agricole, que la répartition des pluies au cours de l'hivernage (de juin à octobre). Localisés sur les rives du Sénégal, ces villages ont la possibilité d'effectuer, en plus des cultures sous pluie, des cultures de décrue en saison sèche, sur les berges du lit mineur et dans les cuvettes de décantation. Leur importance varie chaque année selon la superficie inondée, la durée de la crue et le rythme de la décrue (4). Cette variabilité des paramètres climatiques (pluies et crue) se conjugue avec d'autres contraintes écologiques : une forte évapotranspiration, le risque de prédateurs et de parasites, etc. Malgré l'atout que représente, en zone sahélienne, l'utilisation des courants d'eau du fleuve, cette société a dû mettre en oeuvre des modes d'adaptation à un milieu vulnérable et des systèmes de régulation des ressources. L'organisation familiale de la production et de la consommation, les échanges entre groupes socio-économiques complémentaires (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs) tendent à limiter les facteurs de risque et à répartir les produits dans l'espace et dans le temps. La couverture précaire des besoins alimentaires est néanmoins une donnée structurelle de l'histoire de cette région, rythmée par l'alternance de bonnes années agricoles, de soudures difficiles et de crises de subsistance (5).

Le régime alimentaire de la société soninke associe des céréales, qui constituent l'essentiel de la ration sur le plan quantitatif et la principale source énergétique, avec des produits végétaux (fruits et légumes cultivés, plantes de cueillette) et animaux (un peu de viande, lait, poisson frais ou séché). Ces derniers entrent dans la préparation de la sauce qui accompagne les céréales, consommées sous forme de pâte, de couscous ou de bouillie. Plusieurs variétés de sorgho (*Sorghum*) et de petit mil (*Pennisetum*) constituaient, jusqu'à ces dernières années, la base de l'alimentation. Le

riz et le maïs, cultivés localement avant l'introduction de cultures irriguées dans les années 70, occupaient une place secondaire. A tel point que le terme soninke désignant le mil (yille) peut être employé pour l'ensemble des céréales (le riz, "maano", et le maïs, "makka", ayant par ailleurs un nom spécifique). Parmi d'autres témoignages de cette valorisation, il y a cette expression utilisée à propos de l'éducation des enfants : on peut dire qu'il s'agit de leur apprendre "le respect du mil". La langue soninke traduit bien la place de cet aliment dans l'imaginaire collectif, même si depuis quelques années le riz et le maïs lui font concurrence dans le régime alimentaire. Quoi qu'il en soit, les céréales d'une manière générale sont perçues comme "la nourriture", "ce qui tient au corps" tandis que les produits animaux ou végétaux ne sont qu'un "accompagnement". Aussi le manque de mil ou de toute autre céréale est-il synonyme de pénurie (6).

La société soninke a connu dans son histoire des crises de subsistance récurrentes, bien avant la crise actuelle et la domination coloniale (7). Celle-ci en a cependant modifié les rythmes, les composantes et les enjeux par les changements politiques et socio-économiques qu'elle a provoqués. Dès la fin du XIXème siècle, l'émigration de la main-d'oeuvre masculine a été le principal moyen d'intégration de cette région dans l'économie coloniale. Ce mouvement s'est amplifié depuis les années 60, en direction de la France notamment, et s'est accompagné de la marginalisation de la production agricole. L'apport de revenus extérieurs et le développement récent de cultures irriguées (8) ont accéléré le changement des habitudes alimentaires et provoqué un recul global de la cueillette (9). Celui-ci est toutefois très inégal selon la situation des différents villages et les ressources de chaque famille. Mais c'est devenu, dans l'ensemble, une activité dévalorisée et peu pratiquée par les nouvelles générations (10). Il faut donc se tourner vers les anciens pour reconstituer cette connaissance du milieu et ce savoir-faire et pour appréhender les valeurs socio-culturelles qui s'y rattachent (11).

LES PRODUITS DE CUEILLETTE COMME ALIMENTS D'APPOINT OU NOURRITURE DE FAMINE

Parmi les plantes de cueillette, on peut distinguer celles qu'on récolte chaque année et qu'on utilise comme condiments et celles qui, pour une question de goût ou de disponibilité, ne sont récoltées qu'en période de famine (12). En cas de pénurie, les premières ainsi que des fruits et des légumes cultivés peuvent être préparés différemment de l'usage habituel et tenir lieu des céréales manquantes. Comme l'activité agricole, la cueillette répond à certaines règles : on la pratique généralement sur le territoire de son propre village ou bien dans des zones moins peuplées, soumises à un contrôle politique plus lâche. Ces différentes plantes étaient, jusqu'à ces dernières années, bien localisées dans l'environnement villageois et peut-être même étaient-elles préservées. Aussi le terme de "spontané" serait-il plus approprié que celui de "sauvage" pour caractériser ces espèces.

- 1/ La cueillette régulière d'aliments d'appoint s'est plus ou moins maintenue jusqu'à nos jours, mais on en parle peu. Ce silence renvoie sans doute à la place nouvelle qu'occupent le riz et certains légumes introduits d'Europe dans le régime alimentaire et dans les valeurs sociales. Parmi ces plantes de cueillette, on peut citer les fruits du jujubier ("fa", "*Zizyphus mauritania*"), de l'arbre à farine ("nete", "*Parkia biglobosa*"), les fruits et feuilles du baobab ("kiide", "*Adansonia digitata*"). Les feuilles de casse fétide ("kese", "*Cassia tora*") sont récoltées en hivernage pour remplacer les feuilles de haricot ("molle", "*Vigna unguiculata*") consommées en saison sèche. Ce travail est effectué par les femmes, parallèlement aux activités agricoles et domestiques, mais les hommes participent généralement à la cueillette des fruits et feuilles de baobab (13). Jusqu'à ces dernières années, les femmes constituaient des réserves de certains produits, du jujubier et du baobab en particulier (14). Actuellement on voit souvent des femmes maures ou peules venir en vendre dans les villages soninke, ce qui témoigne du recul de la cueillette dans

cette société dont le système alimentaire est de plus en plus monétarisé.

Sur le plan nutritionnel, il est difficile d'évaluer l'apport réel de la cueillette puisqu'aucune étude de consommation alimentaire n'a été faite dans cette région, à une période où elle était encore largement pratiquée. On ne peut qu'en donner une appréciation qualitative : ces plantes ont une faible valeur énergétique mais les graines sont riches en protéines, les fruits et les feuilles sont riches en calcium, vitamines et minéraux. Aussi ont-elles pu jouer un rôle important dans l'équilibre du régime alimentaire, en complétant la consommation irrégulière et restreinte de produits animaux et de produits végétaux cultivés (15).

- 2/ La cueillette de "plantes de famine" est sans doute celle qui a le plus reculé ces dernières années en pays soninke, avec l'apport des revenus de l'émigration et le développement des cultures irriguées. Cependant toutes les familles ne participent pas également à l'exploitation des périmètres et certaines n'ont pas de revenus suffisants pour acheter des céréales. Aussi ce type de cueillette n'a-t-il pas complètement disparu durant les années difficiles. On peut distinguer plusieurs sortes d'aliments de famine : des céréales, composées de résidus de récoltes ou de produits de cueillette, des aliments qui en période de suffisance jouent le rôle de condiments et enfin différentes plantes de cueillette. Les céréales sont de loin les plus appréciées puisqu'elles pallient le mieux le manque de mil, sur le plan nutritionnel et au niveau des habitudes alimentaires. Le fonio sauvage ("jaaje", "*Panicum lactum*") est le plus fréquemment cité dans les témoignages (16). L'expression utilisée pour sa récolte, "battre le jaaje" ("jaaji katu"), désigne d'ailleurs par extension toute activité de cueillette (17). Très apprécié pour son goût, il pousse en relative abondance à proximité des villages, sur des sols argileux en général. Il résiste bien à la sécheresse et ses différentes variétés parviennent à maturité pendant la période difficile de la soudure, de juillet à

septembre. On le consomme en couscous ou en bouillie, comme le mil. Cette plante est un symbole de vie et de prospérité en milieu soninke et sa cueillette constitue le thème de nombreuses chansons. Viennent en seconde position, dans l'ordre de fréquence, les résidus de céréales sous forme de son ou bien de graines récupérées dans les fourmillières ("jongoone"). Ce dernier travail est particulièrement long et difficile (creusement des fourmillières, vannage des graines...) (18). Peu d'informateurs ont évoqué le mil sauvage ("sangane") plus rare ou moins apprécié et le maïs récolté avant maturité.

En période de famine, des produits animaux et certains fruits ou légumes cultivés tiennent souvent lieu de céréales mais comme un pisaller. Certaines préparations mettent en évidence leur fonction de substitut : les arachides consommées sous forme de farine, les patates ou les melons sous forme de pâte rappellent, par leur substance, les deux principales manières d'accommoder le mil. On peut faire aussi une pâte ou une bouillie avec des graines de coton. Les plantes de cueillette récoltées régulièrement comme condiments sont préparées différemment de l'usage habituel : les fruits sont réduits en farine, les feuilles sont consommées crues ou bouillies avec du sel et parfois des arachides.

D'autres plantes ne sont récoltées qu'en période de famine : les fruits et tubercules de nénuphar ("bude", "*Nymphaea micrantha*") (19), les fruits de "*Boscia senegalensis*" ("gijile" en pulaar, "mandaaxe" ou "juujo n renme" en soninke) (20), les fruits de "sexenne" ("*Balamites egyptiaca*"), les feuilles de "sefete" ("*Leptadenia hastata*"). Apparaissent moins fréquemment dans les témoignages les fruits du figuier ("dinde", "*Ficus syncomorus*") et un tubercule sauvage ("janna", "*Raphionacme brownii*"). Certains de ces produits, comme les fruits du jujubier, du baobab, du "gijile", pouvaient faire l'objet de transactions entre régions plus ou moins touchées par la famine.

3/ Tous les informateurs insistent sur la pénibilité de la cueillette et

sur ses risques : se perdre en brousse, mourir de soif loin du village, etc. Sans contester la difficulté de ce travail, l'image qu'on en donne est sans doute liée au souvenir de la famine et à la place qu'occupe la cueillette dans les mentalités. En période de pénurie, ce sont en principe les femmes qui l'effectuent. Pendant ce temps, en effet, les hommes sont occupés par les nouvelles cultures, partent en expédition à la recherche de mil ou bien émigrent pour trouver du travail et des vivres. Toutefois, il arrive que des hommes participent à la cueillette, de même que des femmes peuvent être amenées à "sortir du village" à la recherche de travail et de subsistances. Mais cette inversion des rôles est l'indice d'une situation particulièrement difficile, au niveau d'une famille ou d'une région. La cueillette en période de famine est perçue comme un signe de pauvreté : elle témoigne d'un manque de mil et d'une absence de biens à échanger contre des céréales (pagnes, bijoux, bétail...). De plus, jusqu'au début du 20ème siècle, elle était surtout pratiquée par les femmes asservies (21). C'est donc une activité relativement dépréciée dans ces circonstances. Néanmoins, dans la hiérarchie des stratégies de survie, elle était présentée comme plus honorable que de travailler pour autrui ou de dépendre d'une aide. Des chants font l'éloge de cette activité qui, parmi d'autres, a permis à la population de survivre : à travers eux s'expriment toute l'ambiguïté du rapport à la cueillette et la revendication d'une certaine dignité.

Le recul de la cueillette en Afrique s'inscrit dans une évolution globale de l'environnement, des systèmes de production et des régimes alimentaires. La période actuelle se caractérise par l'intensification de la dégradation du milieu et par l'uniformisation de plus en plus poussée de la production agricole. De nombreuses espèces cultivées ont en effet disparu ou sont en voie de disparition (variétés de petit mil et de sorgho, riz africain, légumineuses, plantes textiles et oléagineuses...). Cette évolution, liée à la transformation des systèmes de production, à la monétarisation de l'économie et dans une certaine mesure aux mauvaises conditions climatiques (22), est le plus souvent interprétée comme une amélioration en termes de

productivité. Elle n'en représente pas moins un appauvrissement du système agricole et une dépendance accrue par rapport à l'économie du monde occidental (23). Elle aggrave la vulnérabilité des systèmes alimentaires sans résoudre pour autant les problèmes de malnutrition, des pathologies d'excès ayant fait leur apparition à côté des pathologies de carence (24). Sans prôner aveuglément un "retour à la cueillette", qui ferait peu de cas du changement des conditions de vie et des besoins, cette activité mériterait d'être reconsidérée. Sur le plan nutritionnel, certaines espèces seraient peut-être à promouvoir comme sources d'une alimentation d'appoint (25). Quant à la perte progressive de cette connaissance et de ce savoir-faire, sans doute contribue-t-elle dans une certaine mesure à la dégradation du milieu. La cueillette, en effet, n'est pas une simple activité d'approvisionnement : par le savoir, le repérage et le contrôle social dont elle est l'objet, elle participe de la préservation de l'environnement et, plus particulièrement, du patrimoine génétique des espèces spontanées.

NOTES

=====

- (1) Larrère et de La Soudière, 1985
- (2) Celle-ci est due à l'interaction, sur la longue durée de plusieurs facteurs : conditions climatiques, déboisement, surpâturage, recul de la mise en valeur des terroirs agricoles... Face à l'intensité actuelle de cette dégradation, se pose la question de la réversibilité des modifications qualitatives et quantitatives de la végétation herbacée et ligneuse.
- (3) Olivry, 1983 : 67.
- (4) Sur l'organisation de la production agricole, cf. Chastanet, 1984.
- (5) La soudure désigne cette période de l'année qui précède les nouvelles récoltes. Elle est souvent marquée par un déficit alimentaire, quand les récoltes précédentes n'ont pas permis de constituer des réserves suffisantes. Elle a lieu pendant l'hivernage et correspond avec la période des gros travaux agricoles. Dans le meilleur des cas, elle commence vers juillet et s'achève début septembre avec les premières récoltes de maïs, suivies en octobre-novembre par celles du sorgho et du petit mil. Selon la gravité du déficit et sa durée, on peut parler de simple soudure ou bien de crise de subsistance.
- (6) A côté du manque bien réel de céréales et de leur apport nutritionnel spécifique, la notion de "faim" renvoie à celle de "satiété" qui relève d'une conjonction complexe du biologique et du culturel.
- (7) Chastanet, 1983.
- (8) De petits périmètres d'une vingtaine d'ha en moyenne, irrigués par une ou deux motopompes, ont été créés dans la plupart des villages riverains du fleuve depuis la fin des années 1970. On y cultive du riz en hivernage, des produits maraîchers et surtout du maïs en contre-saison (Cf. Weigel, 1982). Sans assurer une couverture suffisante des besoins alimentaires ni ralentir les courants migratoires, ces cultures ont néanmoins atténué, dans le court terme, les effets de la sécheresse de ces dernières années.
- (9) Le riz, acheté ou cultivé dans les périmètres, est consommé de plus en plus pour le repas de midi. Avec cette céréale, se sont répandus d'autres modes de préparation des sauces dans lesquelles entrent de nouveaux éléments : huile, sauce tomate, légumes, etc. Les produits de cueillette sont davantage employés avec le mil.
- (10) Sans généraliser ce recul à l'ensemble de la zone sahélienne, on peut noter que d'autres chercheurs l'ont constaté au début des années

1980, parmi différentes populations du Sénégal oriental (Fouchier, de Lestrangé et de Montal, 1986) et dans la région pastorale du Ferlo (Benefice, Chevassus-Agnès et Barral, 1984 : 245). En 1984 en revanche, on a assisté à une certaine reprise de la cueillette au Sénégal oriental (Fouchier...) et dans quelques familles soninke particulièrement démunies, touchées à la fois par la sécheresse et par la crise de l'émigration en France.

- (11) J'ai pu le faire à partir de témoignages et de chansons recueillis auprès d'hommes et de femmes âgés de 40 à 70 ans environ. Mes informations portent donc surtout sur la première moitié du XXème siècle. Elles renvoient aussi à une période antérieure dont on ne peut préciser, pour le moment, la profondeur historique. En effet les régimes alimentaires et les comportements socio-économiques qui y sont liés ont subi des changements bien avant la période contemporaine, mais leur histoire reste en grande partie à faire.
- (12) Certaines de ces espèces sont aussi utilisées, avec d'autres, comme plantes médicinales.
- (13) Les différents fruits sont de plus ramassés occasionnellement par les enfants et consommés en dehors des repas.
- (14) Sur la constitution de réserves de produits de cueillette par les éleveurs touareg, cf. Bernus, 1981 : 249.
- (15) Selon Toury, Giorgi, Favier et Savina (1967 : 94), la valeur nutritionnelle des produits de cueillette est supérieure à celle des légumes européens.
- (16) Sa consommation est également très répandue en milieu peul et touareg (sur ce dernier point, cf. Bernus, 1981 : 250).
- (17) Il existe de plus des termes spécifiques pour les autres plantes, en fonction de la technique utilisée pour leur cueillette. On récolte le "jaaje" avec une calebasse ou un panier en rônier, tenus à bout de bras et balancés d'avant en arrière dans les épis.
- (18) Cette cueillette se pratique également en milieu touareg (Bernus, 1981 : 254).
- (19) Certains en mangent en dehors des famines, mais c'est assez rare. On n'en trouve pas dans tous les villages.
- (20) Cet arbre pousse surtout dans le Ferlo, assez loin des villages soninke. Les fruits sont consommés au terme d'une longue préparation.
- (21) De même l'agriculture était surtout effectuée par les asservis, hommes et femmes, avant qu'elle ne se généralise à tous les groupes sociaux durant ces dernières décennies. Cependant sa pratique appa-

raît plus "noble" que la cueillette en temps de pénurie.

- (22) C'est le cas pour certaines variétés de mil, abandonnées à cause de la sécheresse.
- (23) Grivetti, 1981 : 56.
- (24) Une comparaison de la situation dans la moyenne vallée du Sénégal entre 1958 et 1983 montre que les cultures irriguées n'ont pas amélioré l'état nutritionnel et que les changements du régime alimentaire ont secrété de nouvelles pathologies, qui s'ajoutent aux anciennes (Benefice, Simondon, Chevassus-Agnès, Ndiaye, 1984 : 13). Sans remettre en cause cette analyse, il faut noter que l'étude de 1958 avait été menée durant une période favorable sur le plan agricole.
- (25) La consommation de produits animaux demeure, en effet, restreinte et celle des fruits et légumes cultivés se limite à quelques mois dans l'année. Sur ce point, les cultures maraîchères ne résolvent pas le problème puisque leur production n'a lieu qu'en contre-saison et qu'on ne maîtrise pas les techniques de conservation.

*

* *

BIBLIOGRAPHIE

=====

BENEFICE, E., CHEVASSUS-AGNE, S., BARRAL, H. 1984 - Nutritional situation and seasonal variations for pastoralist populations of the Sahel (senegalese Ferlo), Ecology of Food and Nutrition, 14 : 229-247.

BENEFICE, E., SIMONDON, F., CHEVASSUS-AGNES, S., NDIAYE, AM., 1984 - Conséquences nutritionnelles des aménagements agricoles : évolution de la situation dans la moyenne vallée du Sénégal entre 1958 et 1983, ORSTOM, dactyl.

BERNUS, E., 1981 - Touaregs nigériens, unité culturelle et diversité régionale d'un peuple pasteur, Paris, ORSTOM, 507 p.

CHASTANET, M., 1983 - Les crises de subsistances dans les villages soninke du cercle de Bakel, de 1858 à 1945. Problèmes méthodologiques et perspectives de recherches, Cahier d'Etudes Africaines, 89-90 : 5-36.

CHASTANET, M., 1984 - Cultures et outils agricoles en pays soninke (Gajaaja et Gidimaxa), Cahiers ORSTOM, 20, 3-4 : 453-459.

FOUCHIER, D., de LESTRANGE, M. Th., de MONTAL, G., 1986 - Stratégies de lutte contre la famine, communication à la Société des Africainistes.

GRIVETTI, L.E., 1981 - Cultural nutrition : anthropological and geographical themes, Annual Reviews of Nutrition, 1 : 47-68.

LARRERE, R., de LA SOUDIERE, M., 1985 - Cueillir la montagne, Lyon, La Manufacture, 253 p.

OLIVRY, J.C., 1983 - Le point en 1982 sur l'évolution de la sécheresse en Sénégal et aux Iles du Cap-Vert. Examen de quelques séries de longue durée (débits et précipitations), cahiers ORSTOM, 20, 1 : 47-70.

TOURY, J., GIORGI, R., FAVIER, J.C., SAVINA, J.F., 1967 - Aliments de l'Ouest Africain. Tables de composition, Annales de la Nutrition et de l'Alimentation, 21 : 73-127.

WEIGEL, J.Y., 1982 - Migration et production domestique des Soninke du Sénégal, Paris, ORSTOM, 133 p.



De la domestication à l'amélioration des plantes

TECHNIQUES TRADITIONNELLES,

TECHNIQUES "MODERNES"

par Julien BERTHAUD et André CHARRIER*

* Généticiens à l'ORSTOM, Département "Indépendance alimentaire",
U.R. "Bases biologiques de l'amélioration des plantes" (U.R. 507)

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24522 2x3

Cote : A

La domestication des plantes et l'agriculture sont un phénomène qui a eu lieu sur tous les continents. Il est apparu après la dernière glaciation, c'est-à-dire vers 10 000 ans avant notre ère, avec des modalités qui ont varié selon les plantes et dans le temps. Ce processus n'est pas forcément terminé. La plupart des centres d'origine des plantes cultivés, tout au moins les plus riches, se trouvent dans les régions tropicales (cf., en page suivante, la carte jointe avec les centres et non centres selon Harlan, 1975).

La domestication a utilisé les plantes sauvages qui se trouvaient sur ces différents continents. Elle a consisté à retenir des plantes ayant des caractères ou, surtout, des associations de caractères plus favorables pour l'utilisation prévue. La grande différence entre les plantes sauvages et leurs formes cultivées ne porte souvent que sur des formes différentes de quelques gènes. Cela a été bien étudié dans le cas des céréales (voir J. Pernes, "La Recherche", juillet 1983 : Le syndrome de domestication des céréales). Au total, on ne crée pas "de novo" de nouvelles plantes, on réarrange et on sélectionne. Comme le rappelle, en introduction, Yves Gillon : "L'homme n'a jamais créé ou ressuscité aucune espèce".

A partir de l'époque des grands navigateurs et de la découverte de l'Amérique, de nombreux échanges de plantes cultivées ont eu lieu :

<p><u>Depuis l'Amérique</u></p> <p>Maïs Manioc Pomme de terre</p> <p>Haricot Tomate Piment</p> <p>Arachide Cacao Ananas Hevea</p>	<p><u>Depuis l'Afrique</u></p> <p>Mil Sorgho</p> <p>Caféier Palmier à huile</p>
<p><u>Depuis l'Asie</u></p> <p>Riz Soja</p>	<p><u>Depuis le Bassin méditerranéen et le Proche-Orient</u></p> <p>Blé Orge Avoine</p> <p>Lentille Pois chiche</p>



Centres et non-centres de l'origine de l'agriculture : A1, centre du Proche Orient ; A2, non-centre africain ; B1, centre du nord de la Chine ; B2, non-centre du Sud-Est asiatique et du Pacifique du Sud ; C1, centre méso-américain ; C2, centre Sud-américain (d'après Harlan, 1971).

Beaucoup d'échanges ont eu lieu aux XVI, XVII, et XVIIIème siècles. Une nouvelle série d'échanges s'est produite au début de la colonisation, dans le courant du XIXème siècle. La plupart des échanges ont porté sur de très petites quantités de graines.

Ces échanges ont conduit à la situation où beaucoup de cultures considérées comme traditionnelles sont en fait des cultures introduites.

Au Cameroun, chez les Bamilékés, l'agriculture est basée sur les plantes suivantes : maïs (provenant d'Amérique) ; haricot (provenant

d'Amérique) et Vigna (provenant d'Afrique) ; igname (provenant d'Afrique) ; taro (provenant du Sud-Est asiatique).

Au Congo et dans d'autres pays d'Afrique centrale, la principale source de carbohydrates est constituée par le manioc (en provenance d'Amérique du Sud).

En Afrique de l'Ouest, de nombreuses ethnies comptent sur le riz pour assurer leur nourriture de base. Le riz actuellement cultivé est l'espèce asiatique.

Il est donc bien difficile de définir un "patrimoine national" pour les plantes cultivées. Les ressources génétiques ont bien de la peine à reconnaître les frontières politiques actuelles.

Il est à noter aussi une conséquence à ces échanges : en même temps qu'on échangeait les plantes cultivées, on échangeait aussi leurs parasites.

Les ressources génétiques : une recherche de pointe

Pour les plantes de "grande culture" (blé, orge, etc.), l'activité de domestication et de sélection remonte aux débuts de l'agriculture. La concentration de la production sur quelques variétés est un phénomène très moderne. La perte de diversité génétique pour ces cultures est flagrante pour les zones de grande culture. Cette perte apparaît comme irréversible. Les variétés ont atteint un haut degré de spécialisation à la suite de longs travaux de sélection. La poursuite de leur amélioration fait donc plutôt appel à une sélection de type conservatif : les nouvelles variétés sont identiques aux anciennes, mais avec quelques petits "plus" : une résistance nouvelle, une précocité différente, etc. La solution est donc recherchée dans la création d'une nouvelle variabilité par les techniques modernes (à la mode) incluant génie génétique (transfert de gènes d'une espèce à une autre au delà des frontières des espèces) et biotechnologie (variation somaclonale induite par culture in vitro).

Ces recherches sont souvent présentées comme des modèles, et il serait donc souhaitable de pratiquer un transfert de technologie pour

l'amélioration des plantes tropicales, des plantes cultivées dans le "Sud".

Or, en fait, que se passe-t-il ? Pour beaucoup de pays tropicaux, en Afrique notamment, on est sur les lieux de la domestication, on est au centre de la poursuite de la diversification actuelle grâce à l'existence de flux de gènes entre plantes sauvages et cultivées. Il existe, en quelque sorte, une re-crédation, en continu, de nouvelles variétés. On pourrait citer l'exemple du riz en Asie du Sud-Est.

D'autre part, on constate aussi le maintien d'associations de nombreuses variétés dans un système d'agriculture traditionnelle. Il s'agit de vrais conservatoires de variabilité (cf. le texte de Dupré et Guillaud) bien que les modifications observées actuellement, liées à l'extension des surfaces mises en culture et à l'urbanisation, tendent à mettre en danger cette situation.

Donc, pour de nombreuses espèces cultivées tropicales, la diversité, les caractéristiques intéressantes peuvent être trouvées dans les variétés traditionnelles et aussi dans les formes et espèces sauvages, voisines ou ancêtres des formes cultivées. L'efficacité de l'amélioration de ces plantes tropicales passe par l'utilisation de cette richesse génétique. Les possibilités du génie génétique et biotechnologique doivent être considérées seulement comme un outil complémentaire à notre disposition pour créer une autre diversité génétique et multiplier les individus élite.

L'utilisation des ressources génétiques : l'évaluation du matériel et ses méthodes

Collecter les ressources génétiques ne s'apparente pas simplement à créer une collection, un musée de l'histoire des plantes cultivées. Il s'agit d'un travail d'analyse conduisant à la définition des stratégies de collecte et de prospection d'une part, à la définition des schémas d'amélioration d'autre part, grâce à la connaissance génétique de l'organisation des espèces et complexes d'espèces.

Quelques définitions

- **Ressources phytogénétiques** : l'expression désigne le matériel de reproduction ou de multiplication végétative des catégories suivantes de plantes :
 - variétés cultivées (cultivars) actuellement utilisées et récemment créées ;
 - cultivars obsolètes ;
 - cultivars primitifs (races de pays) ;
 - espèces sauvages et adventices proches parentes de variétés cultivées ;
 - souches génétiques spéciales (lignées de sélection avancée, lignées d'élite et mutants).
- **Collection de base de ressources phytogénétiques** désigne une collection de semences ou de matériel de multiplication végétative (pouvant aller des cultures tissulaires à des plantes entières) mise en sécurité pour conserver à long terme la variation génétique à des fins scientifiques et comme base pour la sélection végétale.
- **Collection active** désigne une collection qui complète une collection de base et dont on tire des échantillons de semences pour distribution, échange ainsi qu'à d'autres fins telles que multiplication et évaluation.

Pour prendre un exemple, l'étude des espèces sauvages de caféiers, tant en herbier qu'à partir du matériel récolté lors des expéditions de collecte, a conduit à délimiter des zones de richesse génétique maximum. En conséquence, l'exploration de ces zones sera poursuivie. Pour cette même plante, l'étude des formes sauvages de l'espèce cultivée en Afrique (*C. canephora*) a montré la présence de deux groupes. Il en découle la proposition d'un schéma d'amélioration jouant la carte de l'hybridation entre ces deux groupes. L'intérêt de ce schéma est confirmé par l'analyse du travail de sélection conduit en Côte d'Ivoire.

Les techniques d'analyse utilisent toutes les ressources des méthodo-

logies conventionnelles et modernes. On recherche le maximum d'information génétique grâce aux techniques "classiques" : hybridations intra- et interspécifiques, cytologie, taxonomie numérique. On utilise aussi des techniques plus "modernes" de marquage biochimique au niveau moléculaire, en passe de devenir classiques ou de routine. A l'ORSTOM, l'électrophorèse d'enzymes a été initiée il y a près de quinze ans. En complément, on s'oriente vers des études au niveau des ADN, faisant intervenir les techniques de biologie moléculaire, avec les adaptations nécessaires en fonction des contraintes spécifiques liées au grand nombre d'échantillons à analyser.

Des techniques sophistiquées de biologie sont aussi employées pour l'étude des problèmes de conservation. Il est évident qu'il convient de conserver les ressources génétiques le plus longtemps possible.

Actuellement, les graines sont conservées en chambre froide ou en congélateurs. Les plantes pérennes, ou à graines "récalcitrantes", sont conservées sous forme de collections vivantes, en champs. Des recherches sont conduites sur la conservation à long terme de ces dernières, par les très basses températures (cryoconservation) couplée à une phase indispensable de culture *in vitro* de ces plantes.

En ce qui concerne l'ORSTOM, ces recherches sont faites actuellement en France et dans quelques laboratoires africains. On peut prévoir que, à terme, ces nouvelles techniques et les nouvelles collections obtenues par cette voie ne remplaceront pas les collections actuelles mais en seront le complément. On peut y trouver les avantages suivants :

- conservation de plus longue durée ;
- échanges intercontinentaux facilités ;
- duplication des collections en plusieurs lieux.

Il n'est pas sûr que les arguments de gain de place et de diminution du prix de revient de la conservation soient les meilleurs. Il n'est pas sûr, en l'absence d'expérimentation de longue durée, que ce mode de conservation n'induisse pas de modification génétique. Au mieux, cette conservation "fige" les caractéristiques génétiques du matériel et ne permet pas une conservation dynamique.

Au total, les techniques biologiques les plus sophistiquées sont né-

cessaires pour connaître le matériel le mieux possible. Toutefois, les ressources génétiques restent à la base de la création simple de nouvelles variétés de plantes : par exemple, par l'utilisation de cultivars traditionnels déjà bien adaptés. La création de variétés profitera aussi utilement des formes sauvages qui recèlent beaucoup de caractères de rusticité et de résistance aux maladies et parasites.

Les problèmes de création variétale et leurs solutions "traditionnelles" ou "modernes"

Le processus de création de variétés, c'est-à-dire le processus d'amélioration, se décompose en fait en deux étapes : la première correspond à la partie création de matériel, la deuxième à la partie sélection et multiplication du matériel.

Dans le cas de plantes à cycle long (arbres fruitiers, vigne, etc.), la création de matériel dure une année : croisement contrôlé, récolte des fruits, semis des graines. La période de sélection, pour s'assurer que le matériel nouveau produit est meilleur que les anciens, dure de 10 à 20 ans.

Les efforts actuels de la recherche en amélioration des plantes portent surtout sur la première phase. On tente d'obtenir de nouveaux matériels et de plus en plus vite. Peu d'efforts portent sur la deuxième étape qui a toujours la même durée. Peut-être considère-t-on cette phase comme scientifiquement peu valorisante ?

La culture *in vitro*, selon les conditions environnementales, peut produire des variations génétiques ou permettre une multiplication conforme. La culture *in vitro*, dans sa deuxième forme - multiplication sans variation - est souvent présentée comme une "révolution" dans les méthodes d'amélioration des plantes, car elle permet de multiplier, de cloner un même individu à l'infini. C'est effectivement une méthode offrant des possibilités nouvelles à l'améliorateur dans le cas du palmier à huile par exemple où il n'existe pas de multiplication végétative naturelle ou horticole conventionnelle. Pour beaucoup d'autres plantes, chez lesquelles la multiplication végétative est possible par d'autres méthodes, elle n'apporte aucune nouveauté au niveau des méthodes d'amélioration. Chaque cépage,

chaque variété de pommier ne sont issus que d'une seule plante. Pour les caféiers, en Afrique, il existe déjà des centres de bouturage produisant annuellement plusieurs millions de boutures. Il convient de choisir l'une ou l'autre méthode de multiplication végétative sur la base de critères socio-économiques uniquement. Rappelons que c'est grâce au greffage - technique de multiplication végétative horticole traditionnelle - et à l'adoption des porte-greffe résistants provenant des vignes sauvages américaines - utilisation des ressources génétiques - que le vignoble français a pu être maintenu.

Le *Panicum maximum* est un fourrage tropical très utilisé. Sa caractéristique est d'être apomictique, c'est-à-dire que ses graines ne proviennent pas d'une reproduction sexuée mais de la multiplication d'une cellule somatique. Il s'agit d'une vraie multiplication végétative par graine. Aucune amélioration génétique par croisement n'est donc possible. Dans l'état actuel de la science, on peut penser qu'un programme d'amélioration d'une telle plante se serait appuyé sur la variation somaclonale ou la fusion de protoplastes..., bref, sur l'arsenal biotechnologique. L'approche utilisée, dès 1965, a été de retrouver le centre d'origine de cette espèce et les formes sauvages qu'on y rencontre. Le retour dans ces zones de l'Afrique de l'Est a permis de découvrir des formes ancestrales sexuées. Ce matériel a été le point de départ de tout le programme d'amélioration de cette plante.

Les variétés de canne à sucre sont issues de plusieurs espèces et représentent des hybrides entre différentes formes. Les variétés sont obtenues par multiplication végétative des meilleurs individus. Dans ce cas, chaque croisement entre formes différentes produit une descendance extrêmement variée, d'où il convient d'extraire les types les plus intéressants. Cette phase de sélection des meilleurs types est bien sûr la partie la plus lourde du travail. Un temps, on a pu croire que les nouvelles techniques de variation somaclonale permettraient d'obtenir directement des variants intéressants qu'il suffirait de multiplier. Quelques années de recherche du CIRAD à la Réunion ont montré que, dans le cas de la canne à sucre, cette voie n'était pas efficace. De toute façon, la phase de triage et de sélection

tion ne pouvait pas être raccourcie. Le détour par les techniques "modernes" aura eu l'avantage de souligner l'intérêt et l'efficacité des techniques "classiques".

Un outil souvent présenté comme une avancée majeure dans les techniques d'hybridation, surtout interspécifiques, est la fusion de protoplastes. Dans beaucoup de cas, l'hybridation interspécifique peut être aussi obtenue par la voie sexuelle, traditionnelle. Dans ce cas, la voie traditionnelle et la voie moderne ont la même efficacité. Dans d'autres cas, la voie "fusion de protoplastes" permet d'aller au delà des combinaisons réalisables par la voie sexuelle. Les "pomates" (croisement pomme de terre x tomate) ont pu être créés mais sont sans avenir pour l'amélioration des plantes.

Il ne s'agit pas, pour nous, de rejeter a priori toute nouvelle technique à cause de son "modernisme", mais simplement de bien cerner les potentialités et l'utilité de la technique avant de la promouvoir à grande échelle. Actuellement, nous sommes dans une phase exploratoire visant à connaître les potentialités de ces nouvelles techniques. Beaucoup de grands laboratoires européens et américains y consacrent beaucoup d'investissements. Dans quelques années, sur la base de tous ces travaux, il sera beaucoup plus facile de décider des techniques apportant véritablement un "plus" pour l'amélioration des plantes. A ce moment-là, un transfert de technologie devra être organisé.

UNE FILIERE FRANCOPHONE DE FORMATION

A l'occasion de l'enquête réalisée par la FAO sur les semences (1984/85), la plupart des PVD ont considéré les ressources génétiques comme un secteur de la sélection végétale. Leurs besoins globaux en formation pour ce secteur se résument à un accroissement des cadres de haut niveau et des techniciens, leurs formations étant organisées si possible au niveau régional.

Différentes formations biologiques dispensées par les Universités françaises traitent depuis longtemps des questions scientifiques en rapport avec les ressources phytogénétiques. Ce n'est pourtant que depuis une dizaine d'années qu'une formation de troisième cycle en amélioration des plantes (Prof. Demarly, Paris XI) affichait une option Ressources génétiques (Prof. Pernès, CNRS, Gif). Cette orientation a été renforcée dans le nouveau troisième cycle d'amélioration des plantes ouvert en octobre 1986 à Paris XI sous la direction de MM. Pernès et Gallais. Cette évolution traduit bien l'importance de ce créneau de formation ouvert aux élèves français et étrangers francophones. Les chercheurs de l'ORSTOM participent à cette formation académique par l'encadrement des stagiaires du DEA et de thèse, principalement dans les milieux tropicaux.

Cette spécificité de l'ORSTOM s'affirme encore plus en accueillant de nombreux chercheurs des PVD, en Côte d'Ivoire et en France. Ces stages à la carte permettent une initiation aux différentes techniques (électrophorèse d'enzymes, bases de données et analyse des données, culture *in vitro*...). En outre, nous participons à l'encadrement des stages régionaux (Afrique de Nord, Afrique de l'Ouest et centrale) organisés par les institutions internationales (CIRPG, ACCT) dans les pays francophones. Comme support pédagogique, nous avons publié un manuel de formation sur les ressources génétiques tropicales, sous la direction du Prof. Pernès, avec le concours de l'ACCT.



Un enjeu industriel d'avenir

LA BIOTECHNOLOGIE DE LA CELLULE VEGETALE

Par Bernard MARIN*

* Biochimiste de la cellule végétale, responsable de l'U.R. "Mécanismes biochimiques, physiologiques de la production végétale", Département "Gestion des ressources naturelles" à l'ORSTOM.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24523 ex.3

Cote : A

Près de 2/3 des ressources génétiques végétales se trouvent dans la zone tropicale. Les végétaux produisent une grande variété de métabolites secondaires, certains d'entre-eux étant une source de composés commercialement importants : produits pharmaceutiques (stéroïdes, alcaloïdes, glycosides), arômes naturels, fragrances, colorants et gommes (comme le caoutchouc naturel), par exemple. Au stade actuel des connaissances, seulement une faible partie de la flore a été analysée et relativement peu de végétaux sont connus pour leur composition en métabolites secondaires. Par conséquent, il n'est pas étonnant que, chaque jour, soient isolés et caractérisés de nouveaux produits, de nouvelles structures moléculaires s'avérant utiles à l'homme. Dès lors, il est essentiel de continuer ce type d'approche. Le screening des extraits végétaux en vue de l'obtention de composés biologiquement actifs ouvre une voie non négligeable, promise à des développements considérables, tellement les intérêts économiques en jeu sont importants. L'existence de centre de recherches dans le monde tropical devient donc primordial pour tout développement ultérieur.

En dépit des nombreux et nouveaux progrès en chimie fine, la plupart des molécules isolées des végétaux ne peuvent être synthétisées par cette technologie aussi sophistiquée soit-elle. Elles doivent être préparées à partir de plantes cultivées en champ. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet de toute une stratégie de recherche en agronomie. Cela implique un certain nombre de problèmes industriels, souvent très nombreux, liés à leur exploitation. Ces plantes, pour la plupart tropicales, nécessitent des conditions climatiques particulières pour une croissance optimale. Dès lors, leur culture ne peut guère se situer en dehors de la zone tropicale. Dans certains cas, très limités, de remarquables réussites selon les techniques hors-sol ont été décrites. Toutefois, dans la majorité des cas, leur exploitation agro-industrielle se fait ailleurs, souvent fort loin de leur lieu de culture. De plus, ces plantations sont situées dans des lieux géographiques souvent perturbés par des conditions naturelles ou particulières, souvent politiques. D'où des fluctuations de marché difficilement contrôlables, comme les variations importantes du climat (cyclones,...), des fléaux phytopathologiques endémiques se développant rapidement ou encore

des conflits socio-économiques dévastateurs. Dans ces conditions, il devient difficile de développer toute une stratégie agro-industrielle cohérente avec des objectifs économiques bien déterminés.

Fort heureusement, depuis plusieurs décades, il existe une alternative qui permet de produire ces molécules d'intérêt économique à partir de cellules végétales, cultivées *in vitro*. Les connaissances dans ce domaine sont en plein développement. Une nouvelle donne résulte de la convergence d'un ensemble de progrès dans la connaissance et l'exploitation des processus intimes de la vie. Dès maintenant, l'usine à produire -la cellule- aux ordres du centre de conception qu'est le matériel génétique, peut être commandée. Les cellules végétales cultivées doivent être considérées comme totipotentes : à partir de simples cellules voire de protoplastes souvent isolés de tissus foliaires, on peut régénérer une plante entière. Cela est fonction des conditions de culture employées. Toutefois, ces cellules contiennent l'information génétique nécessaire pour produire ces métabolites qui intéressent l'homme. Mais, la plupart du temps, elle n'est pas exprimée. D'où la nécessité de mieux connaître les conditions permettant son expression. Seulement, une petite partie de cette information génétique est exprimée à l'intérieur de la cellule. Le jeu de gènes exprimés dépend des conditions dans lesquelles la cellule végétale fonctionne physiologiquement. Un certain nombre de facteurs sont actuellement connus (inhibition de contact avec les cellules avoisinantes, environnement, différents facteurs trophiques...).

De toute évidence, les cellules végétales doivent être capables de fournir de façon continue les produits que les industriels souhaitent. Dès lors, il importe de connaître les conditions physiologiques dans lesquelles ces cellules doivent se trouver nécessairement pour produire ces molécules à haute valeur ajoutée que veulent les industriels.

Dans un premier temps, il nous faut analyser en détail la voie métabolique qui permet leur synthèse, mais aussi les mécanismes multiples de leur régulation. Ensuite, il sera nécessaire de caractériser les déviations métaboliques que cela implique, de mettre en évidence les signaux les régulant. C'est l'aspect biochimique du problème. Parallèlement, l'aspect

génétique doit être abordé, en tenant compte de la complexité du fonctionnement cellulaire, où la compartimentation des solutés est une réalité qui rend difficile la réalisation de bioréacteurs fonctionnant en continu. En effet, la plupart des molécules intéressant l'homme se trouvent dans le compartiment vacuolaire. D'où l'élaboration de toute une stratégie visant à modifier les processus de séquestration vacuolaire.

Il faut aussi se replacer dans les conditions particulières de la vie de la plante, certains métabolites n'étant synthétisés que par certains organes de la plante à certains stades de son développement.

Le problème crucial du métabolisme secondaire dans les cellules végétales en culture est son expression à partir de cellules morphologiquement non différenciées. Dès lors, il convient d'en étudier ses modalités afin d'avoir quelques chances de pouvoir les utiliser à des fins agro-industrielles. Cela implique toute une stratégie de recherche qui doit se développer autant outre-mer, lieu où se trouvent la plupart de ces plantes, qu'en France, où cette technologie de la culture in vitro en bioréacteurs doit être mise en place, à partir de tout cet ensemble de connaissances scientifiques nécessaires pour leur conception.

Toutes ces raisons font que l'ORSTOM a décidé de développer tout un ensemble de recherches sur la cellule végétale avec ce type de stratégies. Ainsi se sont créés les Laboratoires de biotechnologie végétale du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire), le Laboratoire de microbiologie des sols du Centre ORSTOM de Dakar-Hann (Sénégal) et l'Antenne ORSTOM située dans le Département de biotechnologie de l'Université autonome de Mexico. Des monographies décrivent leurs activités. Parallèlement, le pôle international d'agronomie méditerranéenne et tropical de Montpellier, Agropolis, accueillera les laboratoires et le centre de transfert concernés par ce type de stratégie scientifique.

Lorsqu'ils évoquent les marchés des nouvelles biotechnologies, les experts s'accordent à reconnaître dans le secteur pharmaceutique l'un des plus porteurs d'avenir. Il existe actuellement tout un processus de verrouillage des marchés existants par un nombre restreint d'accords industriels entre des acteurs ayant une position forte dans ce domaine, les Etats-Unis,

le Japon et quelques pays européens.

Est-ce une raison suffisante pour en écarter les pays en voie de développement qui détiennent l'essentiel du matériel végétal nécessaire à l'élaboration de cette technologie, certes sophistiquée, mais réalisable sur place dans bien des cas ? La biotechnologie de la cellule végétale à des fins agro-industrielles, l'un des points forts de la recherche, peut bénéficier aux pays du tiers-monde.



DOMESTICATION ET AMELIORATION DU KAVA

Par Vincent LEBOT et Pierre CABALION*

* Respectivement, agronome, expert en coopération à la Station d'agriculture de Tagabé, Ministère de l'agriculture de Vanuatu, et pharmacien, chargé de recherche à l'ORSTOM, Département "Indépendance sanitaire", UR G7 (Substances naturelles d'intérêt biologique).

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24524 ex 3

Cote : A

Chaque civilisation a ses drogues, plus ou moins douces ou violentes. Le kava se rapproche des premières et favorise le recueillement et l'introspection.

Longtemps avant les premiers contacts avec les navigateurs européens, les insulaires des "Mers du Sud" cultivaient cette plante pour préparer une boisson enivrante, dont le rôle religieux et social est comparable à celui du vin dans les sociétés viticoles.

Aujourd'hui, le kava est devenu dans de nombreuses îles du Pacifique un symbole culturel des traditions locales, en même temps qu'une très intéressante source de revenus.

Par ailleurs, les interdits autrefois imposés par certaines Eglises, en particulier presbytérienne, ont été levés peu à peu, ou encore sont de moins en moins observés.

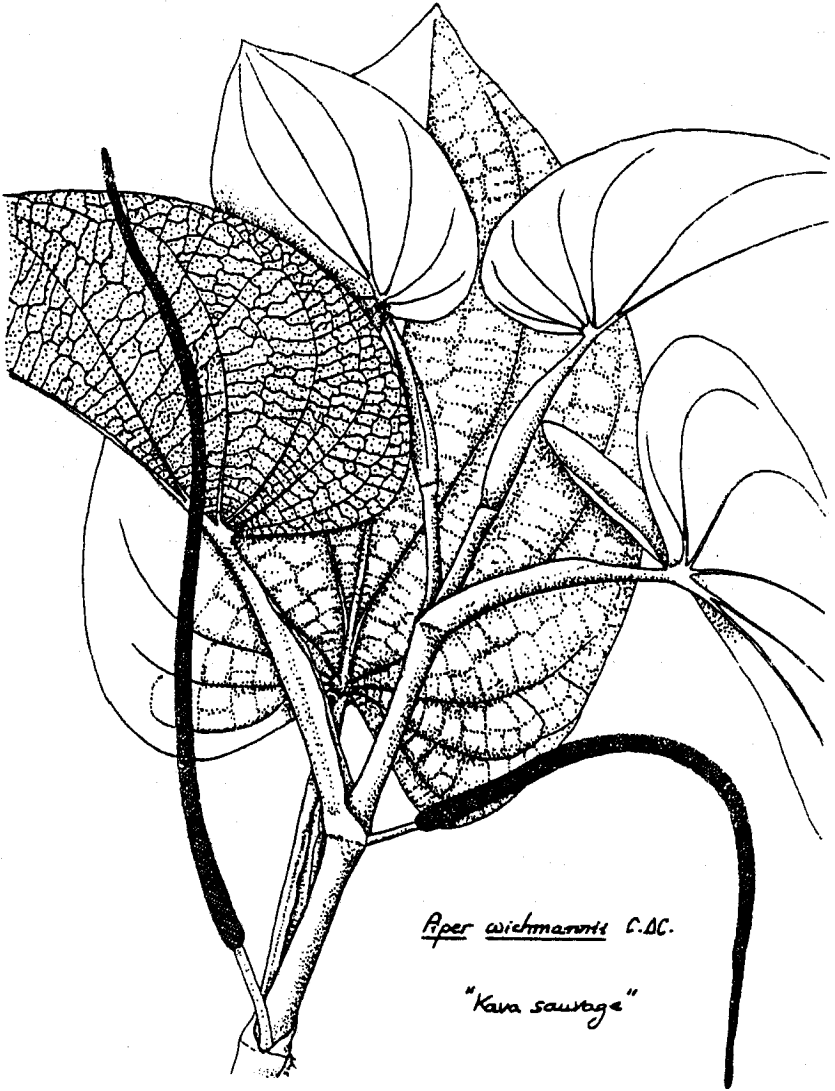
Toutes les conditions sont donc réunies pour assurer un bel avenir au kava, dont une faible partie de la production est exportée pour satisfaire les besoins de l'industrie pharmaceutique, surtout en France et en Allemagne.

Dans ces conditions, et devant l'augmentation de la demande, il était important de mieux connaître le kava, son origine, ses caractères génétiques et donc les possibilités d'amélioration de l'espèce (1).

Il semble maintenant acquis que la plante ait été domestiquée par des populations de la Mélanésie occidentale, très probablement en Papouasie-Nouvelle-Guinée, peut-être aussi aux îles Salomon et dans le Nord de l'archipel de Vanuatu.

C'est en effet dans cette zone géographique que l'on peut rencontrer dans la nature l'ancêtre du kava, le Piper wichmannii C.DC. qui a donné naissance, par mutations somatiques et sélection des mutants, à un ensemble de cultivars stériles constituant l'"espèce" Piper methysticum

(1) V. Lebot et P. Cabalion, "Les kavas de Vanuatu, cultivars de Piper methysticum Forst.f.", Coll. "Travaux et documents", Ed. de l'ORSTOM, Paris, 1986 (Bibliographie de plus de 600 titres).



Forst.f. (2). Si le kava et son usage semblent avoir disparu des Iles Salomon, le nombre maximal de cultivars différents se trouve rassemblé en Papouasie-Nouvelle-Guinée et au Vanuatu. Cette constatation s'accorde avec la théorie du peuplement du Pacifique, d'Ouest en Est, puisque les boutures sont transportées par l'homme au cours de ses déplacements et que la densité de cultivars variés diminue vers l'Est. Il faut noter enfin l'usage de Piper wichmannii C.DC., et non du kava, pour la préparation de la boisson rituelle, dans l'une des tribus de Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Les sociétés traditionnelles de l'Ouest du Pacifique ont réussi à domestiquer le kava qui s'est ensuite répandu, par bouturage, dans toute les îles tropicales de cet océan. Aujourd'hui encore, les cultivars les plus appréciés ne cessent de circuler pour être replantés d'île en île. Il reste maintenant à réaliser l'amélioration de cette espèce selon des critères scientifiques. Pour cela, l'apport de la génétique est essentiel.

Une classification des formes végétales adoptées par le kava s'imposait donc, d'une part pour en connaître les caractéristiques, et d'autre part pour mieux adapter la production à la demande. L'industrie pharmaceutique exige une teneur minimale en principes actifs, alors que les buveurs veulent une boisson conforme à leurs goûts et à leurs habitudes, correspondant à une composition régulière en kavalactones.

La première étape a consisté à classer les cultivars de Vanuatu d'après leur morphologie. L'un de nous (V.L.) a rassemblé à la Station d'agriculture de Tagabé une collection vivante de 247 formes de kava, identifiées par leur nom vernaculaire et leur usage traditionnel. Un certain nombre d'observations et de mesures a permis de définir les types de ramification, les longueurs d'entre-noeuds, le port, la hauteur des plants, etc.

Parallèlement se poursuivent d'autres recherches sur le plan chi-

(2) V. Lebot, P. Cabalion et J. Levesque : Le "kava des ancêtres" (Piper wichmannii C.DC.) est-il l'ancêtre du kava (Piper methysticum Forst.f.) ? NAIKA, J. Soc. Sc. Nat. Vanuatu, 23 : 1-11, 1986.

mique (3), pour regrouper les cultivars d'après leur teneur et leur composition en principes actifs.

L'analyse de ces deux types de données, rassemblées dans une banque informatique, a permis de définir quatre grands groupes de kavas. Le premier est constitué du Piper Wichmannii C.DC., l'ancêtre du kava et le "kava des ancêtres" selon certaines traditions orales de Vanuatu. Les trois autres groupes comprennent les cultivars de Piper methysticum Forst.f., plus ou moins utilisés. Il s'agit respectivement de l'usage en médecine traditionnelle de la préparation d'une boisson rarement consommée qui provoque une ivresse de deux jours ("kava two days") et enfin de la production courante du kava à boire tous les jours.

Aujourd'hui, quelques questions restent posées et la génétique pourrait apporter les réponses.

Tout d'abord, il importe de pouvoir conserver les qualités des cultivars intéressants et donc leurs caractères génétiques. Dans l'état actuel des connaissances, cette hérédité n'est pas garantie.

La mise en culture industrielle du kava est déterminée par une réponse adéquate à ce problème. En effet, il est pratiquement sûr que les divers cultivars ont été sélectionnés à partir de mutations somatiques dont les causes restent inconnues. Elles peuvent donc se reproduire au hasard sans que l'on sache sur quels gènes et dans quelles conditions elles produisent leur effet.

Par ailleurs, l'inventaire des ressources génétiques offertes par le kava va être réalisée prochainement sur la totalité de l'aire d'extension de cette plante.

La résolution de ces questions devrait apporter confirmation définitive de notre hypothèse sur l'origine de l'espèce et fournir les matériaux nécessaires à une bonne exploitation du kava.

(3) Collaboration de l'un de nous (V.L.) avec la Faculté de pharmacie de Poitiers.

En conclusion, nous pensons qu'il s'agit là d'une plante d'avenir dont l'importance économique ne cesse de croître. Les travaux en cours ne peuvent qu'amplifier ce phénomène, en fournissant des clones améliorés de qualité constante, en quantité suffisante. Ainsi devraient être mieux satisfaits les besoins des buveurs de kava et ceux de l'industrie pharmaceutique ; en même temps, cela améliorerait de façon non négligeable les ressources économiques de Vanuatu et des autres pays producteurs de kava.

FICHE SIGNALÉTIQUE DU KAVA

Nom botanique : Piper methysticum Forst.f.

Répartition : Papouasie-Nouvelle-Guinée, Iles Salomon, Vanuatu, Ponapé, Fidji, Wallis et Futuna, Samoa, Niue, Tonga, Cook, Polynésie française, Iles hawaii. (Quasi-disparition du kava à Tahiti et Hawaii)

Origine de l'espèce : Papouasie-Nouvelle-Guinée et peut-être Iles Salomon et Nord de Vanuatu : domestication à partir de Piper wichmannii C.DC.

Multipliation de l'espèce : uniquement par boutures et multiplication végétative des cultivars, qui ne produisent pas de graines.

Usages traditionnels :

- religieux et sociaux, comme présents aux dieux, aux ancêtres, aux esprits, aux personnalités et aux amis,
- médicaux : variés.

Usages modernes :

- boisson sociale,
- principes actifs (kavalactones) employés dans quelques spécialités pharmaceutiques, surtout en France et en Allemagne.

ØSA ALIMØ1

PRODUIT ALIMENTAIRE

BILAN EN PRATIQUE

PRODUCTIVITE

VALEUR NUTRITIONNELLE

ETUDE DE CAS

MAIS - ACIDE AMINE

ISOMERES PROTEINE

DETON SANS SOUS

CONNAISSANCES GENETIQUES, ALIMENTATION

ET NUTRITION DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Par Jean-Claude FAVIER *

* Nutritionniste à l'ORSTOM (Département "Indépendance Sanitaire").

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24525 ex 3

Cote : A

Il existe deux grands types d'alimentation traditionnelle dans les pays tropicaux :

- L'alimentation à base de céréales

On la rencontre surtout dans les pays où le cycle saisonnier annuel est caractérisé par une seule saison des pluies plus ou moins brève (inférieure à 5 mois) suivie d'une longue saison sèche. En Afrique, c'est le type d'alimentation trouvé dans les zones saharienne, sub-saharienne, sahélienne et soudanienne.

Les céréales (mil, sorgho, maïs, riz) constituent l'aliment de base : elles figurent quotidiennement dans la ration et fournissent à elles seules 50 à 75 % des calories. Les autres aliments sont consommés beaucoup moins fréquemment et en moins grandes quantités. En raison de la part considérable qu'elles tiennent dans l'alimentation, les céréales apportent alors à elles seules une proportion importante des protéines. De sorte que, lorsque la quantité de céréales est suffisante pour satisfaire le besoin énergétique, le besoin protéique est couvert, lui aussi, malgré la médiocre qualité des protéines de céréales, car quelques autres aliments riches en protéines (légumineuses par exemple) viennent généralement compléter la ration.

Par contre, lors des famines (conséquences de guerres, cataclysmes ou grandes sécheresses) ou lors des disettes saisonnières, les problèmes nutritionnels graves surviennent. La quantité globale d'aliments ne permet pas d'assurer le minimum de calories indispensable, le besoin en protéines n'est pas couvert lui non plus, des carences en minéraux, en vitamines peuvent apparaître. Au sein des populations, certains groupes sont atteints plus précocément et plus gravement : il s'agit surtout des jeunes enfants, des femmes enceintes ou allaitantes. Ces groupes sont plus vulnérables car leurs besoins nutritionnels sont accrus (croissance, élaboration des nouveaux tissus ou du lait maternel) alors que des raisons culturelles (ignorance, croyances, interdits, traditions) ne les rendent pas prioritaires pour l'accès au plat familial ou même leur inter-

disent certains aliments. Pour ces mêmes raisons culturelles, une proportion non négligeable d'enfants et de femmes enceintes ou allaitantes souffrent de malnutrition même en dehors des famines et des disettes.

- L'alimentation à base de féculents

On la rencontre dans les pays tropicaux humides (zones guinéenne et équatoriale). Les céréales sont supplantées par les féculents : racine de manioc, tubercules d'igname, de patate douce, de taro, fruits amylicés tels que banane plantain ou fruit à pain. Ces aliments sont composés principalement d'amidon et d'eau, ils sont très pauvres en protéines. Les populations qui les produisent connaissent rarement les disettes saisonnières car la plupart des féculents sont disponibles toute l'année mais la ration est généralement déséquilibrée par insuffisance de protéines. Souvent par ailleurs, bien qu'ils disposent de quantités de féculents suffisantes, les consommateurs semblent limiter spontanément les quantités ingérées de sorte que le besoin énergétique n'est pas totalement couvert *. Ici aussi et pour les mêmes raisons, les enfants et les femmes enceintes et allaitantes sont les plus vulnérables.

Quelles que soient les causes des problèmes nutritionnels des pays en développement, l'objectif à atteindre est toujours finalement de mettre à la disposition des individus des aliments en quantité et en qualité suffisantes pour leur assurer un état nutritionnel satisfaisant. Parmi les moyens de tous ordres mis en oeuvre pour y parvenir (technologiques, politiques, socio-économiques, culturels...), l'utilisation des ressources génétiques figure en bonne place. Donnons en quelques exemples.

* Cette réduction spontanée de l'ingestion d'aliments pourtant disponibles mais essentiellement glucidiques pourrait résulter d'un phénomène biologique d'ajustement du rapport protéines à des valeurs-limites acceptables calories

pour l'organisme.

1) Accroissement des disponibilités alimentaires

Les travaux de génétique effectués sur les productions vivrières, tant végétales qu'animales, visant à augmenter la productivité des espèces ou leur résistance aux maladies, ont pour résultat d'accroître la production et, par suite, la quantité de ressources alimentaires disponibles.

C'est ainsi qu'accroître la productivité de céréales ou de tubercules et leur résistance aux maladies, c'est augmenter la quantité de calories disponibles. Accroître la productivité de graines de légumineuses (haricot, pois, soja, arachide...) caractérisées par leur haute teneur en protéines, ou de fruits et légumes (riches en vitamines et sels minéraux), c'est aussi augmenter les disponibilités en protéines, minéraux, vitamines ; c'est donc améliorer la qualité de la ration, c'est-à-dire l'équilibre de ses divers constituants.

2) Amélioration de la qualité nutritionnelle

Les généticiens ne se contentent plus seulement d'accroître la productivité et la résistance des variétés. Ils font entrer de plus en plus fréquemment des préoccupations relatives à la valeur nutritionnelle dans leurs programmes d'amélioration. C'est-à-dire qu'ils essaient de mettre au point des variétés de céréales qui soient non seulement plus productives et résistantes mais qui présentent également une composition intéressante (teneur en protéines élevée, bon équilibre des acides aminés). Un exemple bien connu est celui du maïs "opaque" (Dupont de Dinechin, 1972). La lysine est un acide aminé indispensable que l'être humain doit absolument trouver en quantité suffisante dans son alimentation, notamment pour assurer sa croissance. Toutes les céréales sont pauvres en lysine, mais le maïs est la plus pauvre de toutes. De plus, il est pauvre aussi en tryptophane, un autre acide aminé indispensable. Pour corriger ces défauts du maïs, les généticiens sont parvenus à créer des variétés, dites "opaques", à teneur plus élevée en lysine : 3,5 à 3,8 % par rapport aux protéines totales du grain contre 1,6 % seulement dans les protéines totales du maïs

classique. Les teneurs en tryptophane sont augmentées également (Mertz et al. 1964, 1965).

Le maïs "opaque" a cependant des inconvénients :

- rendement agronomique inférieur.
- texture farineuse des grains qui les rend plus vulnérables aux attaques d'insectes, plus cassants lors des manutentions et moins appréciés des consommateurs. Il restait donc, par d'autres travaux de génétique, à améliorer sa productivité, sa résistance aux insectes, ses qualités technologiques et organoleptiques. Ces travaux n'ont malheureusement pas abouti.

Citons un autre exemple, bien que les recherches aient été beaucoup moins poussées, à ma connaissance, que celles relatives au maïs. C'est celui des ignames.

Comme la plupart des tubercules, les ignames sont riches en amidon et en eau mais pauvres en protéines. L'analyse systématique de nombreuses espèces et variétés a révélé cependant que certaines donnent des farines pouvant avoir jusqu'à 11 ou 13 % de protéines, comme les meilleures des céréales (Agbor Egbe et Treche 1984, Martin et Thompson 1971). Il reste donc à essayer de créer des variétés cumulant des caractéristiques nutritionnelles intéressantes avec des qualités agronomiques performantes.

3) Valorisation "vivrière" d'une culture industrielle

Enfin le cas du cotonnier sans gossypol est un exemple très intéressant de ce que les connaissances sur les ressources génétiques peuvent apporter dans le domaine de l'alimentation et de la nutrition (C.I.D.T. et al., 1985).

Le cotonnier est dans le monde la première plante textile. Il est cultivé dans plus de 80 pays pour lesquels il est souvent la principale ressource. Mais le cotonnier est aussi une plante oléagineuse : après avoir retiré la fibre textile, il reste une graine riche en huile et en protéines mais contenant également une substance toxique, le gossypol. Le raffinage de l'huile la débarrasse du to-

xique et la rend comestible. Le tourteau qui subsiste après extraction de l'huile contient du gossypol et ne peut être utilisé que pour l'alimentation des ruminants. Les pays qui n'ont pas d'élevage intensif utilisent finalement le tourteau ou même parfois la graine comme combustible ou comme engrais car l'élimination du toxique est complexe, coûteuse et diminue la valeur nutritionnelle du tourteau.

Mais, en 1954, la découverte d'un plant de cotonnier dépourvu de gossypol faisait naître l'espoir d'une utilisation plus complète du cotonnier aussi bien comme plante textile que comme plante alimentaire. Depuis cette époque, les généticiens ont créé de nombreuses variétés sans gossypol. Les travaux se poursuivent et l'on n'est plus très loin d'aboutir à des variétés sans gossypol de grande pureté génétique aussi performantes que les variétés traditionnelles du point de vue agronomique et technologique (rendement en fibre et qualité de la fibre).

Les graines des variétés sans gossypol présentent généralement des teneurs en huile supérieures à leurs homologues classiques et, de plus, l'absence du toxique rend le raffinage de l'huile plus simple et moins coûteux. Quant à leurs qualités nutritives, de nombreuses expérimentations ont démontré qu'elles sont incontestables. La farine de tourteau incorporée à des biscuits ou à des aliments de sevrage a des effets favorables sur la croissance (Hellegouarch et al. 1967 ; Sess et al. 1985).

De plus, la graine telle quelle ou la farine de tourteau peuvent être utilisées dans de nombreuses recettes culinaires traditionnelles en usage dans les pays producteurs de coton, notamment au Sahel. Les tests d'acceptabilité de ces préparations par les populations ont été positifs (Laure 1973, Cornu et al. 1977). Grâce à ces recherches réunissant notamment généticiens, agronomes et nutritionnistes, un sous-produit -la graine de cotonnier- devient un produit à part entière et, de plus, compte-tenu de sa richesse en protéines, un aliment noble. La culture du cotonnier

est valorisée, elle devient simultanément culture de rente et culture vivrière.

Ces quelques exemples, choisis parmi tant d'autres, avaient pour but de montrer combien l'utilisation des connaissances sur les ressources génétiques peut être précieuse pour l'alimentation des populations des pays en développement, non seulement en augmentant les quantités d'aliments disponibles mais également en améliorant la qualité nutritionnelle des aliments.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGBOR EGBE T., TRECHE S., 1984 - Variabilité de la composition chimique des ignames cultivées au Cameroun. In Actes du 2nd Symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales - Direction Agricole. Publication n° 221 F., IDRC éditeur, OTTAWA.

C.I.D.T., IDESSA, TRITURAF, 1985 - Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire. Compte rendu du colloque d'ABIDJAN 26-27 Novembre 1985. C.I.D.T. éditeur, BOUAKE (Côte d'Ivoire).

CORNU A., DELPEUCH F., FAVIER J.C., 1973 - Utilisation en alimentation humaine de la graine de coton sans gossypol et de ses dérivés. Ann. Nut. Alimentation, 31, (3), 349-364.

DUPONT DE DINECHIN B., 1972 - Les objectifs qualitatifs de la sélection du maïs. Techniques et Développement, 3, 34-38.

HELLEGOUARCH R., MONJOUR L., GIORGI R., TOURY J., 1967 - Etude d'aliments de supplément riches en protéines. Ann. Nut. Alimentation, 21, (5), 217-232.

LAURE J., 1973 - Rapport sur l'acceptabilité du coton sans gossypol, I.R.C.T. - Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères, PARIS.

MARTIN F.W., THOMPSON A.E., 1971 - Crude protein content of yams. Horstscience, 6, (6), 545-546.

MERTZ E.T., BATES L.S., NELSON O.E., 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm Sci., 145, 279-280.

MERTZ E.T., VERON D.A., BATES L.S., NELSON O.E., 1965 - Growth of rats fed on apagne - 2 maize. Sci., 148, 1741-1742.

SESS E.D., SCHOEPFER, ROY, ADOU L., BOUALOU, BARRACQ, RAFFIER, COULIBALY, 1985 - Expérience d'utilisation de la farine de tourteaux de coton glandless dans l'alimentation infantile. In compte rendu du colloque "Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire" (ABIDJAN), C.I.D.T. éditeur, BOUAKE (Côte d'Ivoire).

Approches génétiques à l'ORSTOM

LE CAS

DE QUELQUES PLANTES TROPICALES

(Riz, mil, panicum maximum, gombos)

Jean-Marc LEBLANC et Gilles BEZANCON, coordinateurs *

* Chercheurs à l'ORSTOM, Commission scientifique "Sciences du monde végétal" (C.S. 4).

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24526 ex 3

Cote : A

L'ORSTOM mène des programmes génétiques relatifs à certaines des principales espèces cultivées en Afrique : panicum, café, riz, igname, manioc, mil, sorgho.

La première tâche consiste à collecter à travers champs les espèces cultivées rustiques traditionnelles (cultivars) et les espèces sauvages rattachées sur toute leur aire de distribution. Ces opérations de collecte sont en grande partie financièrement soutenues par l'International Board for Plant Genetic Resources (I.B.P.G.R.). Au cours des quinze dernières années, environ 30 prospections ont ainsi été accomplies par l'ORSTOM dans une vingtaine de pays africains, avec une attention particulière sur les espèces sauvages du fait de leur raréfaction en raison de la déforestation et de la sécheresse dans le Sahel.

Les échantillons recueillis sont conservés sous forme de collections vivantes quand il s'agit d'espèces pérennes, comme le panicum, le café, manioc et les riz sauvages vivaces ; elles sont alors régulièrement renouvelées. Quant aux autres espèces, leurs semences sont stockées dans des chambres froides ou congelées pour des conservations de longue ou moyenne durées. Ces collections sont enrichies grâce à des échanges avec d'autres organismes chargés de la préservation des ressources génétiques.

La deuxième étape de ce travail concerne l'évaluation génétique. Elle implique l'utilisation de diverses méthodes :

- l'électrophorèse en gel d'amidon horizontal permet la révélation de 15 enzymes différents. Il s'agit de l'examen de routine d'un grand nombre de variétés originelles destiné à déterminer le niveau du polymorphisme enzymatique.
- les barrières reproductives entre espèces différentes sont évaluées par l'étude des hybridations interspécifiques. Cette étude comprend l'examen de la reproduction croisée et des observations sur la fertilité et la cytogénétique (étude des chromosomes) F1 (*) ainsi que de leur descendance.

(*) Première génération.

- la variabilité morphologique et la potentialité des échantillons sont mesurées en testant de nombreuses caractéristiques d'intérêt agronomique à la faveur de programmes de recherche en coopération avec divers organismes français, nationaux et internationaux.

Les résultats ainsi obtenus apportent une contribution importante à l'étude de la phylogénèse et à la connaissance systématique de ces plantes, y compris du processus évolutif de leur domestication. Ils contribuent également à établir de nouveaux plans de sélection adaptés aux systèmes de culture tropicaux et fondés sur une meilleure utilisation de la variabilité génétique. Certains d'entre eux sont aujourd'hui mis en oeuvre avec succès dans le domaine de la sélection végétale, l'exemple du panicum au Brésil en témoigne.

LE RIZ ET SES ORIGINES : LE ROLE DE LA DOMESTICATION

Par Gérard SECOND *

Parmi les graminées qui nourrissent le monde, le riz occupe une place particulière, tant du point de vue de son importance, c'est la première céréale, que du point de vue botanique et de son écologie : il est proche des graminées les plus primitives.

Les racines asiatiques du riz cultivé commun Oryza sativa n'ont jamais été mises en doute mais, déjà, de Candolle dans son "Origine des plantes cultivées" publié en 1883 semblait hésiter entre une origine chinoise ou indienne de cette céréale des régions chaudes.

Kato au début du siècle décrit scientifiquement l'existence de deux sous-espèces parmi le riz asiatique cultivé : japonica et indica, ce que les Chinois reconnaissaient traditionnellement dans les types "Keng" et "Hsien".

Portères, du Museum de Paris, enleva néanmoins à l'Asie le seul bénéfice de la domestication du riz en reconnaissant une origine indépendante, africaine, à Oryza glaberrima cultivé en Afrique de l'Ouest mais dont l'importance économique est faible. Nous n'avons donc pas "un" riz mais "des" riz, avec 3 espèces ou sous-espèces et une richesse en agro-écotypes et en variétés fabuleuse.

Des traces archéologiques d'utilisation du riz et probablement de domestication remontent vers le 5ème ou le 7ème millénaire avant notre ère, tant en Chine qu'en Inde et en Thaïlande. Ces restes archéologiques sont néanmoins peu nombreux. Par contre, les hypothèses sur l'origine du riz sont multiples et contradictoires, souvent empreintes de nationalisme.

L'analyse du polymorphisme des riz, cultivés et sauvages, au niveau moléculaire (protéines enzymatiques, ADN et métabolites secondaires du type flavonoïde) vient au contraire probablement de nous dévoiler de ma-

* Département "Indépendance alimentaire", Unité de recherche E07.

nière cohérente l'histoire des riz depuis le milieu de l'ère tertiaire. Cette histoire est lue au travers de la diversité génétique couplée à la diversité géographique qui en sont l'empreinte.

Le genre Oryza a son origine au cours de l'ère tertiaire en Eurasie mais l'ancêtre provenait probablement antérieurement de l'Afrique. Le fossile découvert près du lac de Constance en Suisse et nommé Oryza exasperata par Heer en 1855 est le seul fossile d'épillet connu du genre Oryza, bien qu'il ne soit pas possible de l'authentifier sur la simple illustration dont nous disposons.

De ce genre primitivement adapté aux forêts humides se sont détachés, probablement au cours de la coévolution des graminées et des herbivores, deux complexes d'espèces que l'on retrouve actuellement sous tous les tropiques, depuis la Chine du Centre jusqu'au Nord de l'Australie et l'Ouest de l'Inde en Asie et Océanie d'une part et en Afrique et Amérique inter-tropicales d'autre part. L'un comprend des espèces d'ombre et de pleine lumière (Latifolia), l'autre ne possède que des espèces de pleine lumière : c'est le groupe Sativa qui inclut les riz cultivés.

L'analyse de la diversité des protéines enzymatiques par électrophorèse dans une collection mondiale de représentants de ces deux complexes d'espèces permet une application remarquable du concept d'horloge moléculaire avec des taux d'évolution qui se révèlent n'être pas très différents de ceux que l'on observe pour les mêmes protéines chez les vertébrés.

Un scénario d'évolution qui fait appel à la tectonique des plaques et aux modifications du paléoenvironnement depuis le milieu de l'ère tertiaire en émerge. L'introduction des riz sauvages en Australie remonterait à l'époque, il y a une quinzaine de millions d'années, où la collision des plaques australasienne et du Sud-Est asiatique fit émerger des cordons d'îles à la topographie mouvante qui ont représenté un couloir possible à la migration de certaines plantes et de quelques animaux. Les riz seraient ensuite restés isolés sur cette plaque jusqu'à une autre vague d'introduction beaucoup plus récente, au pléistocène durant les glaciations, lorsque le niveau des mers était au plus bas.

La migration des riz sauvages d'Eurasie en Afrique a pu accompagner les migrations de mammifères entre les deux continents. Elle fut interrompue par l'ouverture de la mer Rouge mais surtout par l'aridification et le refroidissement du climat qui ont fait refluer les riz vers l'Equateur. Il est remarquable de trouver des "dates de divergence" entre espèces africaines et asiatiques d'autant plus anciennes (2 à 15 millions d'années) que les exigences écologiques des espèces concernées correspondent à celles de climats plus humides. Aucune espèce anciennement introduite en Afrique n'est cependant adaptée aux forêts humides. On peut y discerner ici la nécessité à laquelle elles ont été confortée de traverser la zone saharienne, déjà plus ou moins aride bien avant leur arrivée en Afrique.

Alors que l'Asie du Sud-est est un refuge pour les espèces du genre Oryza adaptées aux forêts humides, l'Asie centrale, plus sèche, a probablement été un berceau pour les riz sauvages de pleine lumière et particulièrement les formes annuelles à gros grains que l'on trouve dans les mares temporaires des zones de savane sèche où la perturbation par les animaux est intense à la fin de la saison des pluies, c'est-à-dire lorsque les grains mûrissent. On peut donc voir, dans la différenciation des formes actuelles de riz sauvage entre la Chine et l'Asie du Sud (que l'on retrouve parmi les riz cultivés sous la forme des sous-espèces indica et japonica), l'influence de la chaîne de l'Himalaya qui s'est élevée en barrière à la migration des animaux donc aux plantes qu'ils transportent ; celle-ci est relativement récente à l'échelle géologique puisque la faune à Hipparion (Cheval à 3 doigts) n'est pas différente dans ses fossiles au Nord et au Sud de l'Himalaya. Notre datation pointe vers 2 à 3 millions d'années pour la séparation des ancêtres du riz cultivé en Chine et en Asie du Sud sous l'influence de l'Himalaya.

Au contraire, sur la même base, la parenté des riz sauvages d'Amérique avec ceux d'Asie indique leur introduction très récente, probablement au cours de la colonisation hispanique. De même, les riz sauvages semblent bien n'avoir été introduits à Madagascar que récemment, avec le riz cultivé.

Pour situer l'importance de la datation moléculaire ci-dessus, il suf-

fit de rappeler que la distribution pan-tropicale des riz sauvages était interprétée antérieurement comme reflétant la fragmentation de l'ancien territoire du Gondwana, soit entre 50 et 100 millions d'années : on était bien loin de la réalité !

Le transport de riz sauvages par l'homme vers l'Amérique n'est qu'un aspect de la perturbation de la paléo-distribution qui s'est effectuée directement ou indirectement sous l'influence humaine. On peut déceler également des transports d'espèces asiatiques vers l'Afrique et l'Australasie et de l'Afrique vers l'Asie du Sud et du Sud-Est. La confrontation d'espèces ou sous-espèces préalablement isolées pendant des millions d'années s'est traduite par l'apparition de nouvelles espèces allotétraploïdes mais aussi par l'apparition de nouvelles formes hybrides ou plus exactement introgressées. Il est possible également que cette confrontation de génomes ait eu un effet mutagène qui a élargi encore la diversité génétique sur laquelle pouvait s'effectuer la domestication des riz.

Cette histoire évolutive du genre Oryza éclaire donc d'un jour nouveau celle de la domestication des riz. Tant la domestication indépendante du riz africain que la distinction de deux sous-espèces principales indica et japonica dans l'espèce asiatique cultivée est confirmée au niveau moléculaire.

En revanche, il n'est pas possible de préciser des zones géographiques d'origine exactes de la domestication. On doit plutôt voir trois "non centres" d'origine en Chine, Asie du Sud et Afrique sahélienne.

Cette double origine du riz asiatique, Chine et Asie du Sud explique probablement son succès en permettant des échanges génétiques générateurs de diversité. C'est ainsi par exemple que des variétés que l'on ne trouve qu'à Madagascar ont sans nul doute été sélectionnées sur la Grande Ile en l'absence de riz sauvage. Complémentairement, il est indéniable que, par exemple, le riz asiatique introduit en Afrique a introgressé des gènes du riz sauvage africain probablement responsables d'adaptation locale. Ce double brassage génétique, entre variétés cultivées et avec le riz sauvage, a sans aucun doute existé en Asie depuis des millénaires conduisant à la situation actuelle, avec relativement peu de formes sauvages dans leur habi-

tat d'origine mais beaucoup de formes dites "adventices", car spontanées mais inféodées à la pratique culturale.

La domestication apparaît ainsi comme un processus historique. Sa connaissance doit non seulement permettre de le poursuivre en utilisant les processus d'évolution naturelle que nous dévoilons mais de gérer et de préserver plus efficacement les ressources génétiques qui sont représentées tant par les cultivars traditionnels, de plus en plus abandonnés que par les diverses formes sauvages menacées dans leur intégrité par le développement de la riziculture.

LES RIZ D'AFRIQUE

Depuis 1974, l'ORSTOM a développé un programme d'étude des ressources génétiques du complexe Oryza sativa en Afrique. Grâce à des financements de l'IBPGR et en collaboration avec l'IDESSA et l'IRAT en Côte d'Ivoire, ce programme s'est traduit par des prospections extensives dans 16 pays d'Afrique qui ont permis de constituer une importante collection des espèces cultivées O.sativa et O.glaberrima ainsi que des espèces sauvages O.breviligulata et O.longistaminata.

O.sativa, cultivé dans le monde entier, a été introduit anciennement en Afrique de l'Est et à Madagascar, mais beaucoup plus récemment en Afrique de l'Ouest, vraisemblablement par les Portugais vers le 16ème siècle. Il est possible de distinguer 2 groupes de variétés appelés O.japonica et O.indica. Cette distinction, qui est caractérisée par une forte association de caractères morpho-physiologiques variés (encore qu'il existe de nombreuses formes intermédiaires), peut être retrouvée par un test biochimique simple basé sur la réaction au phénol des glumelles. En outre, O.sativa montre une très grande diversité de types variétaux adaptés à des milieux et à des systèmes de cultures très différents.

O.glaberrima a au contraire une importance limitée à l'Afrique de l'Ouest et se voit progressivement remplacé par O.sativa. Deux écotypes seulement peuvent être clairement distingués : une forme flottante, tardive, et une forme dressée, précoce, qui est cultivée en système pluvial ou dans les zones moyennement inondées.

O.breviligulata présente une forme typiquement sauvage dans les mares temporaires isolées en zones de savane ; il existe également une forme adventice dans les champs cultivés ou les jachères récentes, mais qui est limitée à l'aire de répartition d'O.glaberrima.

O.longistaminata est une espèce pérenne grâce à de vigoureux rhizomes et se rencontre le plus souvent dans les zones régulièrement inondées. Le système d'auto-incompatibilité qui régit l'allogamie de cette es-

pèce ménage cependant des formes partiellement autofertiles dans les petites populations adventices.

L'analyse de la variabilité enzymatique par électrophorèse d'isozymes d'un grand nombre d'échantillons originaux a permis de préciser les relations phylogénétiques entre les différentes espèces et l'origine de la diversité génétique des riz cultivés, en particulier :

- La domestication d'O.glaberrima s'est faite indépendamment d'O.sativa et à partir d'O.breviligulata en s'accompagnant d'une réduction de la variabilité enzymatique.
- La nature de la variabilité d'O.longistaminata exclut toute relation phylétique proche avec les autres espèces du complexe Sativa.
- La grande diversité génétique d'O.sativa est fondamentalement organisée en deux groupes se superposant remarquablement bien à une distinction Indica-Japonica obtenue par la réaction au phénol. Cette diversité proviendrait de deux domestications indépendantes suivies d'introgessions réciproques entre les types primitifs ainsi qu'avec les riz sauvages dans toute leur distribution géographique.

L'extension de l'étude du polymorphisme enzymatique à d'autres collections comprenant les formes asiatiques du complexe Sativa et à un échantillonnage des espèces du complexe Latifolia montre une évolution similaire de ces deux groupes. Il est possible de formuler une hypothèse cohérente en accord avec les événements tectoniques et climatiques prévalant depuis 20 millions d'années selon laquelle une origine lointaine eurasiatique a été suivie d'une dispersion terrestre puis d'une isolation en 4 groupes géographiques : Afrique, Australie, Asie du Sud et Chine. Par la suite, les migrations humaines ont rompu cet isolement et ont permis la conquête de nouvelles zones géographiques et écologiques (Amérique) avec l'apparition d'espèces tétraploïdes pour le complexe Latifolia et la possibilité de nombreuses introgessions réciproques pour le complexe Sativa, largement confirmées par les observations de terrain et l'étude des barrières reproductives.

Outre une meilleure connaissance de l'évolution des végétaux et du

processus de domestication, ces résultats permettent d'envisager de nouvelles perspectives dans l'amélioration du riz en redonnant de l'intérêt à O.glaberrima et aux variétés traditionnelles d'O.sativa en Afrique. Il est possible de reconsidérer la notion de conservation de ressources génétiques en la basant non pas uniquement sur des aspects quantitatifs donnant la priorité au nombre d'accessions, mais également sur des aspects qualitatifs privilégiant la recherche de formes primitives.

L'exploitation des ressources génétiques, en amélioration des plantes, semble être évidente tant les échanges génétiques sont importants dans le complexe Sativa ; cependant, cette valorisation ne se ramène pas à la simple introduction d'un ou de plusieurs caractères particuliers par des méthodes classiques qui ont toutes chances d'échouer en brisant des blocs de gènes coadaptés. Au contraire, la recherche de nouveaux ensembles génétiques équilibrés nécessite de repenser l'architecture des plantes à obtenir et suppose des méthodes et des critères de sélection différents.

Enfin, la voie de la polyplôïdisation, pourtant essayée depuis longtemps sans succès, peut être réexaminée d'une manière nouvelle à la lumière de l'évolution du complexe Latifolia en envisageant plus raisonnablement la recherche de formes tétraploïdes dans le complexe Sativa.

LE MIL

Le mil (Pennisetum typhoides/Burn - Staff et Hubb) est parmi les plantes vivrières cultivées en Afrique l'une des rares qui soit entièrement africaine. Son centre d'origine pourrait se situer aux confins du Soudan et de l'Ethiopie.

C'était à l'origine une plante sans doute très voisine du mil sauvage que les botanistes ont baptisé du nom de Pennisetum violaceum (Rich). Le passage de la forme sauvage à la forme cultivée s'est fait uniquement par l'accumulation naturelle de variations héréditaires, dont la conservation a été largement favorisée par les premiers agriculteurs qui ont su très tôt en reconnaître l'intérêt. Bon an, mal an, cette plante particulièrement rustique était capable d'assurer une récolte malgré des techniques et un outillage rudimentaires ne permettant qu'une maîtrise très imparfaite du milieu de culture.

Plante originaire de régions aux conditions climatiques difficiles, le mil semblait donc destiné à devenir par le jeu du hasard et de la nécessité une plante particulièrement bien adaptée au manque d'eau, aux fortes températures et à la faible fertilité des sols.

La pratique de semis du mil illustre bien la prise en compte du risque climatique. Réalisée sur un sol sableux, manuellement et sans travail préalable du terrain, cette opération réclame une quantité de semences très réduite (3kg/ha) et une faible dépense de travail de 8 à 9 h/ha. Tout le potentiel de main-d'oeuvre familiale, jeunes enfants compris, est mis à contribution si nécessaire pendant un bref laps de temps. Ces conditions expliquent que l'agriculteur accepte de prendre des risques considérables en semant à l'occasion de pluies très précoces (1) et sont par ailleurs néces-

(1) Espérance improbable d'un rendement élevé, mais enjeu peu important.

La maîtrise technique repose ici précisément sur la conséquence bénigne de perdre un pari très risqué.

saires, dans des sols très perméables à faible pouvoir de rétention, pour tirer parti au mieux d'une pluie isolée en semant le plus rapidement possible la superficie requise (surface moyenne de 2,5 ha par parcelle et de 0,80 ha par habitant). Le resemis partiel, parfois total, est une pratique habituelle qui se répète souvent plusieurs fois jusqu'à l'installation véritable des pluies. Des semis tardifs sont également réalisés, traduisant le pari que le mil parviendra à maturité grâce à des pluies tardives de fin de saison. Le nombre de grains semés par poquet (plus de cinquante en moyenne), leur étagement dans les dix premiers centimètres du sol contribuent en outre à accroître les chances de levée puis de survie de quelques plantules. L'agriculteur module enfin sa technique en fonction de la répartition de la fumure animale sur la parcelle (en évitant de semer trop précocément les zones les plus fumées de crainte de voir le mil "brûler" si les pluies suivantes tardent trop) et des caractéristiques de surface du sol (en sols de piémont, semis plus précoces des plaçages sableux que des zones battues où l'eau ruisselle).

La production globale annuelle se situe autour de 6,5 millions de tonnes en Afrique pour un emblavement évalué à 12 millions d'hectares, soit un rendement moyen d'environ 500 kg/ha. Les variations du rendement en milieu paysan sont toutefois importantes : 250 kg/ha à 700 kg/ha suivant les conditions climato-édaphiques et les systèmes de culture.

ESSAI D'AMELIORATION DE LA PRODUCTION DE LA CULTURE TYPE

Chez les céréales très évoluées comme le blé, par exemple, la matière sèche représentée par le grain correspond environ à la moitié de la quantité de matière sèche totale produite par la plante. Chez le mil cultivé traditionnellement en Afrique, la matière sèche totale produite par le grain ne représente que le 1/5 au plus de la matière sèche totale produite par la plante. Le mil est encore dans l'état actuel de son évolution d'un type beaucoup plus fourrager que céréalier.

Sans négliger l'apport fourrager important que pourraient constituer les cannes de mil à l'élevage en zone sahélienne, les études actuelles sont

dirigées essentiellement sur la recherche d'une structure plus céréalière à cycles végétatifs plus courts mieux adaptés à la durée de la courte saison pluvieuse des régions sahéliennes.

Une collection des mils de l'Afrique de l'Ouest constituée pour le compte de l'IBPGR (2) par l'ORSTOM a permis de réunir une vaste représentation de la variabilité naturelle de cette espèce. C'est ainsi que l'on a pu identifier toute une gamme de génotypes aux cycles très différents (80 à 180 jours).

L'utilisation de cette variabilité permet d'offrir des variétés mieux adaptées à la durée de la saison des pluies qui varie du nord au sud de un à six mois.

D'autres exemples de variétés adaptées au milieu ont pu être décrits et collectés tant en ce qui concerne la résistance à certains parasites que la résistance au froid, critère important d'adaptation à la culture en contre-saison (culture de décrue ou d'irrigation).

C'est ainsi que, dans le cadre de l'adaptation au milieu, les travaux de l'ORSTOM se placent en amont de la sélection variétale. C'est la collecte et la connaissance des différentes formes d'adaptation naturelle qui permettra d'offrir à un cultivateur placé dans une condition écologique particulière un cultivar déjà a priori adapté au milieu.

(2) IBPGR : International Board for Plant Genetic Resources.

Exemple d'amélioration de la production fourragère

LE PANICUM MAXIMUM

L'herbe de Guinée, Panicum maximum JACQ, graminée fourragère tropicale, est d'une importance économique indéniable dans la zone inter-tropicale. Des cultures en grande surface sont faites en Australie, en Amérique du Sud, en Afrique de l'Est et aux Antilles.

Le Panicum maximum se multiplie de façon asexuée par formation de graines apomictiques par aposporie. Les graines résultent du développement d'un sac embryonnaire non réduit qui ne subit pas de fécondation. Ces graines ont rigoureusement le même génotype que la plante mère. Ce mode de reproduction, désigné par l'expression "apomixie par aposporie", rend inopérant les méthodes de sélection par croisement, propres à améliorer les variétés cultivées.

Ce sont des prospections réalisées par l'ORSTOM en 1967 et 1969 en Tanzanie et au Kenya qui ont permis de révéler l'existence d'une forme entièrement sexuée. Le déterminisme génétique simple de la sexualité a permis de transférer ce caractère dans les variétés à améliorer et de promouvoir ainsi un schéma de sélection intéressant.

Les premiers travaux ont consisté à réunir la variabilité du groupe des *Maximae* au sein d'une collection, à sélectionner des variétés fourragères à haut rendement (ORSTOM G23 et ORSTOM K187B) et à mettre au point un schéma d'amélioration génétique.

Dans la pratique, la sélection des variétés se fait en trois étapes. Les souches présentant un aspect fourrager (vigueur et tallage important, densité élevée de feuillage, etc.) sont testées près d'Abidjan pour leur comportement en monoculture dense. Les meilleures, associant à la fois une forte productivité, une seule épiaison annuelle de septembre à octobre et une bonne appétabilité, sont ensuite comparées pour leurs aptitudes semencières à Bouaké.

Enfin, les sélections produisant plus de 200 kg/ha de semences sont expérimentées dans différentes structures d'accueil (SODEPRA, SODEPALM, PALMINDUSTRIE, etc.) réparties dans la zone de climat guinéen. On y étudie alors leurs potentialités d'adaptation à des conditions particulières en ne se limitant pas seulement aux caractéristiques pédologiques et climatiques locales, mais en considérant aussi la résistance au piétinement, à l'ombrage (implantation sous cocoteraies) ou bien encore le type d'exploitation (ovins/bovins, pâturage/ensilage, intensif/extensif).

Les nouvelles variétés vulgarisées en Côte d'Ivoire se caractérisent par une forte vigueur (celle-ci autorise la première année des rythmes d'exploitation de 3 à 4 semaines), un taux de matière sèche supérieur à 17 % (et pouvant atteindre 26 %) et un comportement floral assurant un compromis entre les potentialités semencières et l'utilisation en pâturage (moins de 2 mois de montaison par an).

Les rendements grainiers à l'hectare de ces variétés ont doublé, voire quadruplé au cours de la dernière décennie. Actuellement, la production semencière par ensilage dépasse 200 kg/ha avec un taux de germination de 75 % au moins. L'installation par semis en ligne d'une prairie permanente nécessitant 2,5 kg/ha de semences germant à 100 %, les valeurs obtenues assurent des multiplications environ 100 fois supérieures.

La souche ORSTOM T58 constitue un bon fourrage pour les bovins en produisant 36 t/ha/an de matière sèche, avec un taux de 17 % de matière sèche. L'hybride ORSTOM 1A50 présente aussi de bonnes qualités fourragères avec une préférence pour les conditions climatiques du sud de la Côte d'Ivoire. Son aspect morphologique, proche de ORSTOM T58, oriente son utilisation vers les bovins. La variété ORSTOM C1 est renommée pour sa teneur en matière sèche voisine de 26 % et une production de 34 t/ha/an de matière sèche. Elle est utilisable aussi bien pour les bovins que pour les ovins et supporte très bien l'ombrage sous cocoteraies.

Cette possibilité d'exploitation pour les bovins et les ovins est aussi une caractéristique des hybrides ORSTOM 2A5, 2A6, 2A8 et 2A22. Ces variétés plus productives atteignent 39 t/ha/an de matière sèche tout en présentant un taux intermédiaire de 20 à 22 % de matière sèche.

Cette diversité de variétés assure aux utilisateurs une gamme de haut niveau capable de répondre à des besoins divers.

D'autres résultats ont été obtenus dans le cadre de la coopération franco-brésilienne à l'EMBRAPA.

Le Brésil est actuellement le principal utilisateur des plantes fourragères tropicales (près de 35 % des pâturages sont cultivés). Des millions d'hectares de monoculture de Brachiaria decumbens ont provoqué une telle pullulation d'insectes prédateurs (des genres *Deois* et *Ulia*) qu'au plus fort des attaques, ils ont commencé à affecter les cultures voisines. Cette même monoculture a aussi provoqué des pertes animales importantes, par l'intermédiaire d'un champignon associé spécifiquement à ce fourrage (maladie appelé photosensibilisation des veaux).

L'ORSTOM participe à l'effort de diversification fourragère au Brésil au travers de l'introduction et de l'évaluation des ressources génétiques du *Panicum maximum*.

Si l'apomixie par aposporie est un caractère limitant pour un programme de sélection basé sur des fécondations croisées, on conçoit à l'inverse l'intérêt de cette particularité pour la multiplication des semences de variétés améliorées en vue de leur diffusion.

Ce mode de reproduction existe dans les pools secondaires ou tertiaires (souvent sauvages) de céréales importantes. C'est pourquoi l'ORSTOM étendra ce programme à la recherche et au transfert de l'apomixie au maïs et au sorgho.

LES GOMBOS

Les Gombos comprennent l'ensemble des espèces du genre Abelmoschus (ils ne font plus partie des Hibiscus). Ce genre est composé de six espèces proposées par Van Borssum Waalkes en 1966. Cette classification est vivement critiquée mais sert encore aujourd'hui de référence.

Trois espèces sont cultivées :

- A. esculentus. Répartition pan-tropicale, consommation des jeunes fruits, origine indienne résultant d'une "hybridation" entre deux espèces spontanées.
- A. moschatus. Répartition pan-tropicale mais moins fréquente que A. esculentus, utilisation des graines pour la fabrication de parfums (ambrette) et consommation accessoirement des fruits. Origine inconnue mais indépendant des autres espèces.
- A. manihot. Espèce très complexe, rencontrée en Inde et dans l'Asie du Sud-Est. Consommation principale des feuilles. Origine génétique confuse due au regroupement arbitraire de formes trop différentes. En 1982, 350 échantillons ont été légués à l'ORSTOM par le Centre Néerlandais de Côte d'Ivoire. Elles s'est très rapidement enrichie à la suite de prospections où sont intervenus des chercheurs de l'Institut et par le transfert systématique des échantillons collectés lors de diverses missions générales financées par l'IBPGR. Elle comprend actuellement plus de deux mille échantillons originaux, pour la grande majorité d'origine africaine.

Les travaux de Siemonsma (1977 à 1980) ont montré qu'en Côte d'Ivoire coexistent deux espèces cultivées : la forme classique, pan-tropicale, d'origine vraisemblablement indienne, Abelmoschus esculentus et une seconde espèce, non décrite, évoquée par Chevalier en 1940 comme une nouvelle variété de A. manihot.

En raison de leur aire préférentielle respective de culture, ces deux

formes furent caractérisées par Siemonsma comme de type soudanien et de type guinéen.

L'étude de la collection actuelle montre clairement que l'espèce nouvelle occupe une aire minimale de répartition qui s'étend du Nord-Ouest de la Guinée (Conakry) au Sud-Est du Cameroun avec un prolongement probable vers la Centrafrique.

L'évaluation expérimentale utilisant une liste importante de descripteurs (variables) fait ressortir une opposition entre les formes cultivées en Afrique et sur d'autres continents. Les premières sont caractérisées par une très grande homogénéité morpho-phénologique (petites plantes, précoces, peu ramifiées, de couleur verte,...). Les cultivars collectés essentiellement en Afrique de l'Ouest sont beaucoup plus polymorphes. Les fruits de certaines variétés peuvent atteindre, à maturité complète, des dimensions importantes (40 cm de longueur ou 5 cm de diamètre). La hauteur des plantes en fin de cycle oscille, suivant l'origine, entre 60 cm et 3 à 4 mètres. La précocité de floraison varie entre 50 jours à plus de trois mois. Ceci pour ne présenter que quelques exemples.

L'évaluation complémentaire faisant appel à l'électrophorèse des protéines enzymatiques montre que la variabilité des formes cultivées est faible. Elle semble, de plus, diminuer lorsque l'on progresse de l'Afrique de l'Est vers l'Afrique de l'Ouest et, dans cette dernière région, du Bénin vers la Guinée.

Les zymogrammes fréquemment complexes permettent cependant une identification rapide en particulier au niveau de la discrimination des types soudanien et guinéen dont les graines ont un aspect identique.

L'hypothèse selon laquelle le type guinéen serait issu d'une hybridation entre A.esculentus et A.manihot spp Manihot n'est pas confirmée par cette technique.

La barrière reproductive (possibilité ou non d'hybrider deux espèces différentes) entre les deux formes cultivées africaines est relativement lâche. Dans la mesure où l'allopollinisation peut se réaliser spontanément (entomophilie et synchronisme de floraison), il n'est pas rare d'observer des hybrides de première génération dans des plantations. Ceux-ci présentent

cependant une stérilité très importante (fruits pseudo-parthénocarpiques, formation de fruits avec très peu de graines).

Les affinités en croisement avec les autres espèces sont variables. Elles oscillent entre une très bonne acceptation de l'espèce sauvage A.manihot tétraphyllus à un refus systématique avec A.moschatus.

Les différentes voies de sélection en suivant un schéma de complexité croissante sont :

- 1) L'utilisation immédiate de cultivars mis en évidence par la phase d'évaluation et de multiplication.
- 2) Après l'acquisition d'une bonne connaissance de la variabilité intraspécifique et des modalités de sa transmission génétique, elle consiste en un cumul de caractères désirables présents initialement chez plusieurs cultivars différents.
- 3) Par voie semi-complexe qui consiste en "l'extraction" de caractères particuliers présents chez des espèces apparentées : résistance à la virose leaf curl (A. sp), aptitude au bouturage (A.tétraphyllus, etc.) et en son insertion dans le génome de l'espèce cultivée. Elle nécessite le retour vers un bon niveau de fertilité, processus souvent délicat à réaliser.
- 4) Enfin par la reconstitution intégrale d'une espèce synthétique basée sur le processus évolutif et l'origine des formes cultivées. Cette voie permet de contourner le phénomène dit du "goulot d'étranglement" qui est en quelque sorte la diminution de la variation observée lors de l'apparition d'une nouvelle espèce.

Ce qui fut fréquemment le cas pour de nombreuses plantes actuellement cultivées.

ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

CAFE

BERTHAUD J., ANTHONY F., LE PIERRES P. (1983). Les caféiers sauvages de la nana. Résultats des observations faites en collection en Côte d'Ivoire. Café, Cacao, Thé (Paris), Vol. XXVIII n° 1 : 3-12.

BERTHAUD J., ANTHONY F., LOURD M. (1984). Les caféiers sauvages de Tanzanie : résultats d'une mission de prospection effectuée du 5 mars au 11 avril 1982. Café, Cacao, Thé, Vol. XXVII, n° 4 245-258.

BERTHAUD J. (1984). Gene flow and population structure in *Coffea canephora* populations in Africa. C.N.R.S. Biologie des populations végétales (Port Camargue, mai 84). In : P. JACQUARD, G. HEIM, J. ANTONOWICS eds Genetic differentiation and dispersal in plants. Springer Verlag ARW Series.

BERTHAUD J. (1986). Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Ed. de l'ORSTOM Col. "Travaux et Documents" (Paris), n° 188 : 379 p.

CHARRIER A., BERTHAUD J. (1985). Botanical classification of Coffee. In Coffee by CLIFFORD (M.N.) WILLSON (K.C.) Eds. CROOM HELM (London) pp. 33-47.

HAMON S., ANTHONY F., LE PIERRES D. (1984). La variabilité génétique des caféiers spontanés de la section des *Mozambicoffea* (A. Chev.). I. Précisions sur 2 formes affines *Coffea pseudozanguebariae* Bridson et C. sp. A. Adansonia (Paris) n° 2 : pp. 207-223.

GOMBO

CHARRIER A. (1983). Les ressources génétiques du genre *Abelmoschus*. IBPGR (Rome) 61 p.

CHARRIER A. (1984). Genetic resources of the genus *Abelmoschus* IBPGR (Rome) 75 p.

HAMON S., CHARRIER A., (1983). Large variation of Okra collected in Benin et Togo. Plant, Genet., Res. Newsletter (Rome), n° 56 : pp. 52-58.

HAMON S. (1985). Collaboration entre l'ORSTOM et l'IBPGR : les ressources génétiques du genre *Abelmoschus*. Plant, Genet. Res. Newsletter (Rome). 61 : pp. 26-28.

HAMON S., CLEMENT J., LEBLANC J.M., DE KOCHKO A. (1986). The cultivated okra of west Africa : Inquiries given by collecting mission in Guinea. Plant. Genet. Res. Newsletter (Rome) 65 : pp. 34-37.

HAMON S., YAPO A. (1986). Perturbation induced within the genus *Abelmoschus* by the discovery of a second edible okra species in West Africa. Acta horticulturae, 182 : pp. 133-144.

MIL

CLEMENT J.C. (1984). Les mils penicillaires de l'Afrique de l'Ouest : prospections et collectes (Rome). IBPGR-ORSTOM 226 p.

LEBLANC J.M., PERNES J. (1983). Enzyme polymorphism of *Pennisetum americanum* in the Ivory Coast. Jap. J. of Genetics. 58 (2) : pp. 121-132.

MARCHAIS L., PERNES J. (1985). Genetic divergence between wild and cultivated pearl millets (*Pennisetum typhoides*) II. Characters of domestication. Z. pflanzenzuchtg, 95 : pp. 245-261.

RIANDEY M.F. (1984). Variabilité allélique du système alcool déshydrogénase (ADH) chez le mil (*Pennisetum americanum*) : mise en évidence de classes d'électromorphes par différentes conditions de migration. C.R. Acad. Sci. (Paris) T. 299, série 3, n° 8 : pp. 321-326.

TOSTAIN S. (1985). Mise en évidence d'une liaison génétique entre un gène de nanisme et des marqueurs enzymatiques chez le mil pénicillaire (*Pennisetum glaucum* L.). Can. J. of genetic and cytology. 27 (6) : pp. 751-758.

TOSTAIN S., RIANDEY M.F. (1985). Polymorphisme et déterminisme génétique des enzymes de mil (*Pennisetum glaucum*) : 1) étude de l'alcool déshydrogénases, catalases, endopéptidases et estérases. Agronomie tropicale.

TOSTAIN S., RIANDEY M.F. (1985). Polymorphisme et déterminisme génétique des enzymes du mil pénicillaire (*Pennisetum glaucum* L.) : Etude des malate-déshydrogénases. Agronomie, 5 (3) : pp. 227-238.

TOSTAIN S., LAVERGNE D. (1986). Les différents isoenzymes de la glutamate oxaloacétate transaminase du mil (*Pennisetum glaucum* L.) I. Polymorphisme et déterminisme génétique. C.R. Acad. Sci (Paris). t. 302, Sér. III, n° 6 : pp. 181-184.

PALMAE

ENGELMANN F., DUVAL Y., DEREUDRE J. (1985). Survie et prolifération d'embryons somatiques de palmier à huile après congélation dans l'azote liquide. C.R. Acad. Sci. (Paris). Sér. III, 3 : 111-116.

ENGELMANN F., DUVAL Y. (1986). Cryoconservation d'embryons somatiques de palmier à huile. Oléagineux 41 : pp. 169-174.

HANOWER J. (1984). Inhibition et stimulation en culture in vitro de l'embryogenèse des souches issues d'explants foliaires de Palmier à huile. C.R. Acad. Sc. (Paris). Vol. 298, série III, n° 2 : pp. 45-48.

PANICUM

NOIROT M., MESSENGER J.L., DUBOS B., MIGUEL M., LAVOREL O. (1986) La production grainière des nouvelles variétés de *Panicum maximum* sélectionnées en Côte d'Ivoire. Fourrages. 106 : pp. 11-19.

NOIROT M., PERNES J., CHAUME R., RENE J. (1986). Amélioration de la production fourragère en Côte d'Ivoire par l'obtention de nouvelles variétés de *Panicum maximum*. Fourrages. 105 : pp. 63-75.

SAVIDAN Y. (1983). Genetics and utilization of apomixis for the improvement of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.). Proc. XIVth. Int. Grassl. Congr., (Lexington). (1981) : pp. 182-184.

SAVIDAN Y. (1986). Apomixis as a new tool to increase grain crop production in semi-arid tropics - a research projet. agriculture, Ecosystems and Environment. 16 : pp. 285-290.

RIZ

BEZANCON G., DE KOCHKO A., KOFFI G. (1984). cultivated and wild species of rice collected in Guinea. Plant genet Res. Newsletter (Rome). n° 57 : pp 43-46.

DE KOCHKO A. (1985). Collecting rice varieties in lake alaotra region in Madagascar. Plant Genet. Res. Newsletter (Rome). 63 : pp. 8-9.

SECOND G. (1984). Different rates of genome divergence presumed between two species groups in the genus *Oryza*. The Nucleus 27 (1,2) : pp. 44-48.

SECOND G. (1984). The study of isozymes relation to the distribution of the genus *Oryza* in the paleoenvironment and the subsequent origin of cultivated rice. In : R.O. White ed. The Evolution of the East Asian Environment, Volume II : pp. 664-681.

SECOND G. (1984). Geographic origins genetic diversity and the molecular clock hypothesis in the Oryreae. C.N.R.S. Biologie des populations végétales. (Port Camargue mai 1984) In : P. JACQUARD, J. ANTONOWICS, G. HEIM eds Genetic differentiation and dispersal in plants. SPRINGER VERLAG-ARW Série.

SECOND G. (1985). A new insight into the genome differentiation in *Oryza* L. trough isozymic studies. A comparison with similar studies in Dactylis and Triticum. In : A.K. SHARMA and ARCHANA eds. Advances in Chromosomes and Cell Genetics. Oxford and I.B.H. Publishing Co. (New Dehli). pp. 45-78.

SECOND G. (1985). Evolutionary relationships in the Sativa group of *Oryza* based on isozyme data. Genet Sel. Evol. 17, (1), : pp. 89-114.

SECOND G. (1985). Relations évolutives chez le genre *Oryza* et processus de domestication des riz. éd. de l'ORSTOM Col. Etudes et Thèses (Paris).

AUTRES**"GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES DES PLANTES"**Tome 1 : Monographies

- SAVIDAN Y., COMBES D., PERNES J. : Panicum maximum
- BERTHAUD J., CHARRIER A., GUILLAUMET J.L., LOURD M. : les Caféiers
- BEZANCON G., SECOND G. : les Riz
- PERNES J., COMBES D., LEBLANC J.M. : le Mil

Tome 2 : Manuel

- PERNES J., LOURD M. : Organisation des complexes d'espèces
- GUILLAUMET J.L., PERNES J. : Stratégies de prospection
- LOURD M., PERNES J., SAVIDAN Y., SECOND G. : Evaluation
- NGUYEN VAN E., PERNES J. : Les bases de données et leur exploitation statistique
- CHARRIER A., LOURD M., PERNES J. : La conservation des ressources génétiques
- PERNES J. : Centres de ressources génétiques et formation des personnels de gestion.

LES ENJEUX DE L'AMELIORATION VARIETALE
POUR L'AGRICULTURE DES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Par Georges COURADE *

* Géographe, chercheur de l'ORSTOM, Département "Indépendance alimentaire".

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24527 ex 3

Cote : A

Toute agriculture même "expédiée" (à très longue jachère) est par définition le produit d'une artificialisation de l'écosystème (de l'écobuage aux agricultures hors sol). La "sélection" des plantes cultivées est une activité qui n'est pas le seul fait des laboratoires de "génie" génétique ; elle a été pratiquée de tout temps par les agriculteurs avec des succès certains attestés par l'intérêt que présentent les cultivars connus dans la lutte contre les maladies et les parasites. Evidences utiles à rappeler si l'on veut comprendre les enjeux et les conflits Nord/Sud dans ce secteur.

L'"artificialisation" de l'agriculture est cependant une donnée récente qui peut être illustrée par la progression considérable de l'usage des variétés améliorées de blé et de riz. Si l'on s'en tient à ces deux céréales et aux seuls pays en développement, on est passé de 0,1 % en 1965 pour le blé à 50 % en 1983, et de 8,4 % à 57,6 % pour le riz pour la même période, selon les estimations des Centres internationaux de la recherche agronomique. L'impact des semences améliorées n'est pas le même selon les continents et les grandes régions écologiques. Pour le riz qui occupe plus de 135 millions d'ha dans les P.E.D., on note des différences considérables dans l'adoption des nouvelles variétés : 95 % en Chine, 54 % en Inde mais seulement 15 % en Afrique noire et 11 % dans la région Moyen Orient/Afrique du Nord.

Si l'artificialisation de l'agriculture est un phénomène qui touche d'abord les économies céréalières et les pays d'Asie, elle gagne aussi les autres continents par le biais des plantes dont les rendements potentiels ont été substantiellement accrus : palmier à huile, café pour citer des plantes où la part de l'ORSTOM a été importante. Elle suppose, bien évidemment, une mise en oeuvre de moyens de production soit nouveaux (intrants variés), soit mieux maîtrisés (irrigation notamment) dont les conséquences socio-économiques ont fait l'objet de débats dans le milieu scientifique. Avec deux décennies de recul, on mesure mieux aujourd'hui les effets, voire les conditions de l'expansion d'une agriculture moins "accordée" aux rythmes climatiques et aux conditions imposées par des milieux modifiés dont les contraintes se font sentir quand l'ensemble des éléments de l'artificialisation ne sont pas réunis ou correctement dosés mais aussi

quand ils le sont.

Les problèmes posés par l'artificialisation croissante de l'agriculture

Le développement d'une agriculture qui ne vise pas d'abord la satisfaction des besoins alimentaires du producteur, de sa famille ou de sa communauté est un phénomène parfois récent et souvent inégal. Si l'on s'en tient aux pays d'Afrique noire, on s'aperçoit que la production locale commercialisée (estimation de la F.A.O.) n'est que de 9 % pour le Sahel, 18 % pour l'Afrique occidentale humide (hors Nigeria), 18 % en Afrique centrale... Certains pays se situent aux antipodes : moins de 7 % pour l'Angola, Madagascar, la Guinée-Conakry, le Liberia, la plupart des pays du Comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) ; plus de 35 % pour le Nigeria, le Zimbabwe ou le Bénin.

La production pour ses propres besoins est un phénomène statistiquement sous-estimé (et donc politiquement ignoré) et, par contre-coup, devient un lieu de construction théorique idéal pour les sciences sociales (économie "affective", mode de production domestique, etc.) quand il ne sert pas de prétexte à l'élaboration d'alternatives ou de "gadgets idéologiques" (ethno-développement ou tradi-développement). Phénomène général comme le montrent les débats des historiens médiévistes (M. AYMARD - 1983 : 1392-1410) : "L'autosuffisance : un idéal ? Pour les paysans, sans doute. Pour les historiens des campagnes, sûrement." Et de noter : "Une part croissante de la population rurale s'est ainsi trouvée, à l'époque moderne, engagée dans une économie monétaire : mais elle continue à lui tourner le dos. L'accumulation lui est indifférente et impossible". Ce diagnostic serait-il pertinent aujourd'hui pour l'Afrique ou doit-on penser que "l'élasticité de l'offre" répondra aux incitations des prix ?

Au-delà du débat théorique, il s'agit de savoir dans quelle mesure le marché, la croissance démographique et l'épuisement des terres cultivées ou "neuves" conduiront nécessairement à une artificialisation agricole supposant l'adoption des nouvelles technologies. Pour le commun des "développeurs", il n'y a pas de doute. Pour ceux qui ont étudié les "succès" et les

retombées de la "révolution verte", rien n'est joué à l'avance. Si le technologue propose, c'est toujours la société concernée qui dispose. Mais il reste vrai que c'est l'industrie chimique qui réalise le plus gros de la recherche agronomique et qu'elle convoite ce marché immense des pays du Sud.

Plusieurs questions sont aujourd'hui posées par cette nouvelle donne :

- le problème de l'accès de tous au patrimoine génétique de l'humanité ;
- la question de la protection des variétés obtenues dans les laboratoires et les firmes ;
- les moyens pour les pays en développement de maîtriser leur développement agricole en limitant leur dépendance technologique ;
- le caractère plus ou moins inéluctable de l'évolution actuelle : les agricultures africaines connaîtront-elles une "révolution verte" à l'image de l'Inde des deux dernières décennies quand les centres de recherche auront mis au point les variétés de vivriers améliorés adaptées aux écologies et aux stratégies des petits producteurs ?

Personne ne sait par exemple l'importance des pertes de plantes cultivées, le temps nécessaire pour que les sélectionneurs mettent au point des variétés hautement productives et résistantes à différents stress ou maladies.

De 1970 à 1980, le riz, par exemple, a connu 9 importantes viroses dans les pays d'Asie essentiellement. Des maladies comme le Tungro (dégénérescence lors de la croissance) peuvent toucher de vastes superficies : 660 000 ha touchés en Thaïlande en 1966, un tiers de la récolte perdue de son fait aux Philippines en 1971.

La mise au point de variétés résistantes passe par l'hybridation de cultivars traditionnels résistants comme Peta d'Indonésie qui a servi pour mettre au point l'IR 8 à l'I.R.R.I. (International Rice Research Institute), le premier hybride nain diffusé 4 ans après la fondation de cet institut. Ces variétés se doivent d'être particulièrement résistantes dans la mesure où les systèmes de culture créent les conditions idéales pour le développement des maladies et que les pesticides sont à la fois coûteux et pas tou-

jours disponibles en temps opportun.

Bref, pour améliorer la productivité, il faut passer par les variétés nouvelles et pour obtenir cette amélioration, il convient d'utiliser les génotypes résistants des variétés traditionnelles qui disparaissent par suite de l'adoption généralisée des hybrides. La conservation de la diversité génétique reste le point de passage obligé dès lors que l'on s'emploie à rendre plus homogènes les plantes cultivées.

Par ailleurs, est-il dans l'intérêt des pays en développement sans infrastructure scientifique, technique et industrielle de mettre en oeuvre la "révolution verte" fondée sur l'utilisation de cette gamme limitée de semences cultivées de manière plus homogène ? Les thuriféraires des greniers pleins en Inde oublient de souligner la qualité de la recherche agronomique dans ce pays et l'importance de sa base industrielle qui permettent d'accompagner et d'adapter l'innovation technologique. Peut-on en dire autant du Centrafrique, de la Côte d'Ivoire, voire du Nigéria ?

La diversité comme matrice et comme assurance

Les biologistes savent que la collecte, la maintenance et l'évaluation des ressources génétiques sont indispensables pour voir tenues les promesses des biotechnologies dans le domaine agricole : "Si l'information génétique de certaines espèces végétales ou animales est perdue ou détruite, la possibilité d'améliorer les espèces par manipulation génétique se trouvera, elle aussi, perdue" ("Diversity", n° 7, 1985 : 5). On a vu aussi l'importance de ces ressources pour combattre les parasites et les maladies qui résultent de la monoculture de semences plus productives. On peut combiner, transplanter, transformer des gènes par culture *in vitro*, on ne sait pas se passer d'eux. Le pourra-t-on un jour ? Il faut une solide foi scientifique pour le croire et, si cela se produisait, on ne serait pas à l'abri d'un virus imprévu. La diversité génétique, si elle ne constitue pas une garantie absolue, constitue cependant une assurance "multirisque".

La répartition des cultivars (variétés sélectionnées pour être cultivées), des espèces naturelles à l'origine de ces cultivars ou des espèces

sauvages présentant un intérêt génétique, physiologique ou une utilité (pâturage, conservation des sols, etc.) n'est pas homogène sur toute la surface de la planète : la plus grande partie existe dans les régions en développement où se trouvent la plupart des centres Vavilov, centres d'origine et conservatoires privilégiés de plantes cultivées, baptisés du nom du botaniste russe, pionnier en la matière.

Pour comprendre l'intérêt de ces ressources, il suffit d'indiquer comment l'ICRISAT (Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides, basé à Hyderabad et à Niamey) tente d'améliorer la résistance des sorghos aux maladies à partir d'une méthode de sélection mise au point par l'Université du Texas (appelée "rétrocroisement") à partir de la résistance présente dans huit souches locales de sorgho sauvage zera-zera de l'Ethiopie. Ce travail de 6 ans a permis de garder les caractères intéressants d'origine tout en produisant des lignées non photopériodiques ayant un grain d'excellente qualité.

Cet institut gère une banque de génotypes sur le sorgho, les petits mils (*Pennisetum*, *Eleusine*, *Panicum miliaceum*, *Setaria Italica*), le pois d'Angole, le pois chiche et l'arachide au niveau mondial comportant près de 100 000 entrées. Cette base concerne les 700 millions d'habitants ayant vécu ces dernières années les crises alimentaires les plus graves : Ethiopie, Sahel africain, Nord-Est brésilien, Deccan indien, Afrique australe...

On comprend dès lors l'enjeu que représentent la collecte, la conservation et l'identification des plantes. La prise de conscience de l'importance de la diversité génétique pour l'alimentation humaine directe ou dérivée (par le biais de l'alimentation animale) est un phénomène récent lié aux craintes écologiques des années 70 et à la crise alimentaire de 1972-73 : la création du Centre international pour les ressources phyto-génétiques (CIRPG) date de 1974.

Cet effort se situe-t-il dans le cadre d'une destruction massive de la diversité génétique depuis 40 ou 50 ans avec un phénomène d'érosion génétique difficile à éviter à l'heure actuelle ? Les avis sont partagés sur ce sujet : les variétés rustiques disparaissent faute d'être cultivées ; elles sont en concurrence avec les nouvelles variétés, mais les pertes proviennent

aussi des calamités naturelles ou des destructions humaines, voire des collections mal entretenues (l'archivage n'a jamais été une priorité budgétaire dès lors qu'une partie des stocks n'a pas d'utilité immédiate ou immédiatement "évidente" !).

Le CIRPG en l'espace de 10 ans (1974-1984) a identifié 22 espèces cultivées prioritaires sur la quarantaine de plantes principales faisant l'objet de collections de base.

Un premier bilan a été dressé par le CIRPG qui estime avoir collecté 95 % des cultivars et 60 % des espèces sauvages pour le blé, 90 % des cultivars pour le maïs, 70 % pour ceux de riz et 10 % des espèces sauvages... Et il s'agit là d'estimations grossières portant sur les céréales les plus "manipulées" (Tableau 1).

Ceci doit être mis en relation avec la stratégie de conservation mise en oeuvre dans cette institution scientifique "bâtarde" tirillée entre les Centres internationaux de la recherche agronomique, création des grandes fondations américaines, et la F.A.O. qui reflète plus les préoccupations des Etats. Le CIRPG se déclare autonome scientifiquement, mais il est étroitement dépendant de ses financeurs (Etats-Unis, Banque Mondiale, Japon, Canada, Pays-Bas, Grande-Bretagne, France), mais aussi de l'accord des pays pour l'accès aux ressources et pour la conservation dans des banques nationales ou multilatérales.

Quatre critères ont été pris en compte pour établir des priorités :

- 1) risque d'érosion génétique,
- 2) importance économique et sociale présente et potentielle,
- 3) besoins des sélectionneurs,
- 4) objectifs des collections existantes.

Au plan géographique, l'importance de la variabilité génétique, des changements agraires et le risque de destruction génétique par suite de récoltes catastrophiques ont conduit à sélectionner le Bassin méditerranéen, l'Asie du Sud-Est, l'Asie centrale, l'Ethiopie et l'Amérique centrale.

Tableau 1 : Taux de couverture estimatif de variabilité génétique pour les principales cultures vivrières

Plantes	Echantillons collectés	Variétés originales	Taux de couverture	
			Cultivars	Espèces sauvages
BLE	400 000	125 000	95 %	60 %
RIZ	200 000	70 000	70 %	10 %
MAIS	70 000	60 000	90 %	?
ORGE	250 000	50 000	40 %	10 %
SORGHO	90 000	20 000	80 %	10 %
PHASEOLUS	65 000	33 000	50 %	10 %
ARACHIDE	33 000	10 000	70 %	50 %
PATATE DOUCE	8 000	3 000	60 %	1 %
POMME DE TERRE	42 000	30 000	95 %	?
GOMBO	3 000	2 000	80 %	3 %
VIGNA	18 000	12 000	75 %	1 %

Source : CIRPG, 1974-1984.

Deux approches principales en matière de conservation génétique sont proposées :

- la conservation in situ où le matériel est gardé dans son habitat naturel (la plus habituelle jusqu'ici, celle qui est requise pour les tubercules et racines, les fruits, les cultures industrielles et les espèces pérennes) ;
- la conservation ex situ qui consiste à garder des échantillons hors de leur écosystème d'origine (voies choisies par le CIRPG : conservation à - 20°C à faible humidité, approche in vitro, permafrost).

Compte tenu de l'importance pratique de la collecte des plantes effectuée au niveau mondial par le réseau de banques de gènes et de son aspect symbolique, on ne sera pas surpris des batailles menées autour du contrôle des activités du CIRPG par les CIRA, la FAO, les grands pays donateurs, les P.E.D. et les O.N.G.

Ce qu'il faut enfin souligner, c'est le petit nombre de plantes alimentaires essentielles utilisées par les populations par rapport aux plantes vivrières existantes, même dans les pays africains les moins touchés par la "révolution verte".

Le "grand livre de la cuisine camerounaise" répertorie, par exemple, pour le seul Cameroun francophone 221 recettes de cuisine pour accommoder 126 composants végétaux : 35 pour le manioc (41 avec les feuilles de manioc), 30 pour la banane plantain, 22 pour le maïs, 17 pour les mils, 14 pour le macabo, 16 pour les courges et melons, 15 pour les différents haricots (doliques, vigna, voandzous, haricots) et 14 pour les feuilles...

Malgré cette profusion, l'essentiel des calories et des protéines sont fournies par quelques espèces cultivées.

En Asie, le riz domine dans le bol alimentaire : 54 % des calories en Asie du Sud-Est, plus de 80 % au Bangladesh, 32 % en Inde et en Chine proviennent du riz. Le blé occupe une place significative en Afrique du Nord et au Proche-Orient (40 % des calories), mais aussi en Amérique du Sud tempérée (25 %), Inde et Chine (plus de 18 %). Le maïs joue un rôle primordial en Afrique méridionale et orientale (35 % des calories) et en Amérique centrale. Racines et tubercules occupent une place conséquente en Afrique noire humide (25 à 30 %), tandis que mils et sorghos se taillent la part du lion en Afrique sahélienne... Paradoxalement, les légumineuses alimentaires (plus de 130) ont reculé devant les céréales, malgré leurs avantages nutritionnels : ce n'est qu'en Inde, Afrique équatoriale et Amérique tropicale qu'elles conservent une place secondaire (6 à 12 % des calories). Les haricots, les pois, les lentilles, etc. ne sont que rarement dans les catalogues des sélectionneurs et sont souvent le plat des pauvres (dal indien, haricots centraméricains). Le soja, l'arachide et le niébé risquent, si l'on n'y prend garde, d'être les seules légumineuses cultivées.

Libre accès, libre échange, droits des obtenteurs et des agriculteurs

Depuis 1981, sous l'impulsion du Mexique -qui héberge le plus connu des centres internationaux de recherche agronomique- la question du libre accès et de la conservation des ressources génétiques est devenue l'objet d'une bataille internationale au sein de la FAO : résolution 6/81 demandant une convention internationale assurant le libre accès à toutes les catégories de ressources génétiques et le contrôle international des banques de gènes ; adoption d'un engagement international (8/83 de novembre 1983) permettant l'échange complet et gratuit de toutes les catégories de plasma germinatif (y compris les lignées d'obteneurs) ; mise en place d'une commission chargée de la mise en oeuvre de cet engagement (fonds spécial, contrôle des activités du CIRPG).

Les pays développés occidentaux ont soit refusé de signer l'engagement (Etats-Unis et 6 micro-Etats du Sud), soit accepté l'engagement avec des réserves (France, République Fédérale d'Allemagne, Grande-Bretagne, Hollande, et 10 autres pays dont le Zimbabwe et la Colombie), soit accepté sans réserves l'engagement (46 pays dont l'Espagne, l'Inde, le Mexique, la Chine, la Grèce). La "guerre des semences" selon l'expression de la revue américaine "Diversity" a commencé entre les pays capitalistes occidentaux (moins l'Espagne et la Grèce) et la plupart des pays du Sud.

Selon M. Rives de l'INRA, "l'Undertaking contient des déclarations contraires à la convention de Paris sur la protection des droits d'obteneurs, qui sont inacceptables et inapplicables en économie libérale, en particulier, l'extension de l'engagement aux "lignées d'obteneurs". Il s'agissait, en fait, d'attaquer les pays développés au prétexte qu'ils faisaient des profits abusifs grâce aux ressources génétiques récoltées par eux dans les P.E.D. et qu'ils se refusaient à les leur rétrocéder" (février 1986).

Du botaniste qui collecte et préserve au producteur qui valorise, il y a un continuum. Le traitement à proposer pour les ressources de base, les collections "actives" (directement utilisables), les variétés commerciales et le matériel en cours de sélection ne pouvait pas être le même, selon les pays du Nord. A la valeur sociale inestimable du matériel végétal, bien pu-

blic sauf pour les hybrides, les pays du Nord opposaient les droits des sélectionneurs -pour la plupart privés- et le brevetage des créations végétales. D'un côté, les Etats-Unis revendiquent le libre accès et la libre circulation des "sources génétiques" (matériel génétique de base) ; de l'autre, ils veulent protéger les variétés améliorées et les lignées des sélectionneurs. Les motivations des Etats-Unis en cette affaire n'apparaissent pas dénuées d'ambiguïté, comme le notait le délégué des Pays-Bas : ils "n'hésitent pas à se servir d'une certaine position de force en matière de ressources phytogénétiques comme d'une arme politique" (J. Hardon, Juillet 1984).

Il semble cependant que l'on s'achemine vers un compromis sur la base suivante :

- acceptation de la légitimité des intérêts des obtenteurs par les pays en développement ;
- mise en place d'un Fonds international alimenté par une taxe sur le commerce des variétés protégées pour aider les pays en développement à se doter de capacités de conservation et de sélection des ressources génétiques.

Reste à entériner ce compromis lors de la 24ème conférence de la FAO en novembre 1987 et à la mettre en pratique.

L'invention de la "révolution verte", les gagnants et les perdants

La conservation des ressources génétiques serait-elle un objet d'affrontements géopolitiques intéressant les Etats du Sud et les pays industriels (avec, au premier rang, les Etats-Unis), les grainiers internationaux et les scientifiques des CIRA si cela n'avait d'autre valeur que de restituer l'histoire "longue" et obscure de l'humanité ? On peut en douter. Ce sont les succès de la "révolution verte" et les espoirs mis dans le génie génétique qui aiguisent les appétits.

Tableau 2.A : L'expansion géographique des V.H.R.

Pays ou sous-continents	Variétés à haut rendement (% des surfaces cultivées)		Importations blé (1983) MT
	1965	1983	
CHINE	0,0 %	17,8 %	12,3
INDE	0,0 %	80,1 %	4,0
ASIE autres	0,1 %	69,7 %	9,6
M.ORIENT-			
AFRIQUE NORD	0,0 %	33,9 %	20,7
AFRIQUE NOIRE	0,0 %	57,0 %	4,6
AMERIQUE LATINE	0,3 %	82,2 %	1,7 (1)
TOTAL P.E.D.	0,1 %	49,8 %	52,9

(1) Si l'on exclut l'Argentine, les importations s'élèvent à 12,0 MT et portent les importations des P.E.D. à 63,2 millions de tonnes d'équivalent-blé.
Source : A. Blé (estimation CIRA et CIMMYT).

Tableau 2.B : Le cas du RIZ

Pays ou sous-continents	M.ha cult. 1983	Variétés améliorées (M.ha- 1983	Variétés améliorées (M.ha-% du total cultivé en VHR)			Importations riz (1983)
			1965	1975	1983	
CHINE	35,7	33,9	27,6 %	93,3 %	95,0 %	--
INDE	39,5	21,4	0,0 %	31,4 %	54,1 %	0,3
ASIE autres	49,7	19,8	0,1 %	24,4 %	39,8 %	3,0% (1)
M.ORIENT -						
AFRIQUE NORD	1,1	0,1	0,0 %	1,3 %	11,0 %	2,5
AFRIQUE NOIRE	3,1	0,5	0,0 %	10,4 %	14,9 %	3,3
AMER. LATINE	6,3	1,8	1,4 %	1,4 %	13,7 %	1,0
TOTAL P.E.D.	135,4	77,5	8,4 %	44,5 %	57,6 %	10,1

(1) Non compris les deux exportateurs traditionnels de l'Asie du Sud-Est, la Birmanie et la Thaïlande (1 et 3 MT).
Sources : CIRA et IRRI (estimations).

L'exemple de la "success story" du riz et de l'International Rice Research Institute (IRRI) l'illustre bien dans la mesure où son cas est très souvent donné en modèle.

Le tableau 2 montre les disparités dans l'adoption des variétés à haut rendement (VHR) avec un retard certain des continents africain et latino-américain, pour lesquels cependant les deux céréales "nobles" jouent un rôle moins important qu'en Asie. Ceci est particulièrement vrai pour le riz, céréale la plus importante pour les pays du tiers-monde. A noter ici l'avance de la Chine qui avait, dès 1965, 27,6 % de ses rizières plantées en variétés améliorées d'origine domestique !

Tableau 3.A : Variétés améliorées de riz
RENDEMENTS POTENTIELS DES VHR IRRI (1966-77)

Variétés	Année de diffusion	Rendement station (MT/ha)		Caractéristiques principales
		humide	sec	
Peta	1940	3,7	4,3	Ascendant IR8
IR8	1966	4,3	7,0	Variété naine + réponse engrais
IR20	1969	4,9	6,1	Résistance prédateurs/maladies
IR26	1973	4,8	7,0	Idem
IR36	1976	5,0	6,1	Précocité/résistance prédateurs
IR42	1976	5,3	6,7	Rendements élevés avec peu d'engrais

Source : IRRI.

Tableau 3.B : LES RENDEMENTS EN "MILIEU REEL"
pour l'Asie du Sud (1980)
(en pourcentage des rizières totales)

Ecosystème	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	% VHR
Inde	28,5	6,0	32,5	11,5	6,2	15,3	45
Thaïlande	10,0	3,7	59,1	11,5	4,6	11,1	10
Indonésie	39,9	23,4	13,2	6,5	3,1	13,8	66
Rendement moyen (T/ha)	3	3,5	2	1,5	1	1	

(1) Riziculture irriguée de saison pluvieuse ; (2) Riziculture irriguée de saison sèche ; (3) Bas-fonds irrigué (0-30 cm d'eau) ; (4) Riziculture aquatique (30-100 cm d'eau) ; (5) Riziculture inondée ; (6) Riziculture de zone sèche.

Tableau 3.C : Performances moyennes des trois pays (Millions de t./ha)

	1956-65	1966-75	1976-80	Mha de riz 1970
Thaïlande	1,44	1,76	1,82	8,7
Inde	1,43	1,62	1,86	39,0
Indonésie	1,73	2,34	2,89	8,2

Source : R. Barker et al., 1985.

Le tableau 3A indique clairement les progrès réalisés dans la mise au point des différentes variétés améliorées et les stratégies de l'IRRI. Le tableau 3B montre les différents écosystèmes où se trouvent les rizières des trois pays étudiés. L'augmentation des rendements moyens est notable pour les trois pays cités, mais elle est très sensible dans le cas où il y a maîtrise de l'irrigation, utilisation d'engrais et de pesticides. On obtient 4 tonnes/ha et plus dans ce cas, contre moins de 1,5 tonne/ha en irrigation traditionnelle et 0,8 en riz pluvial. Les tableaux 3B et 3C montrent aussi que l'adoption des VHR est en retard dans un pays comme la Thaïlande, exportateur traditionnel, qui a un système de prix peu rémunérateur pour le producteur.

Quelle a été la "stratégie asiatique" de l'IRRI ? Pendant 25 ans, elle fut de travailler à l'amélioration variétale du riz à destination des zones irriguées des plaines (33 % des terres rizicoles, mais 49 % de la production). Les deltas (19 % de la superficie rizicole) ne fournissent paradoxalement qu'une faible part de la production : 12 % seulement. Et pourtant, les deltas du Mekong (Cambodge, Vietnam), de l'Irrawadi (Birmanie), de la Chao Praya (Thaïlande) ont longtemps fourni l'essentiel du riz exporté d'Asie. C'est que les variétés hautes ou flottantes traditionnelles s'adaptent mieux aux conditions culturales, à l'acidité des sols comme à la salinité (4 millions d'ha au Bengale).

La stratégie de l'IRRI a comporté trois phases :

- en phase initiale, priorité à la recherche sur les variétés sensibles à l'application d'engrais (azotés essentiellement) ;
- en deuxième phase, amélioration de la résistance aux maladies, aux parasites et de la qualité nutritionnelle des plantes (réponses aux critiques de la "révolution verte" ?) ;
- actuellement, développement de variétés s'intégrant dans des systèmes culturaux intensifs et dans des milieux moins favorables (approche "système" ? Reconsidération de la théorie des "avantages comparatifs" ?).

L'effort a porté sur la réduction de la stature (1m contre 1,5 à 2m), de la durée végétative (130 jours contre 150 à 200), la photo-sensibilité (permettant une certaine flexibilité dans les dates de plantation et de récolte), l'élargissement du spectre de résistance à tous les stress et agressions extérieures, enfin, l'adaptation des variétés aux styles alimentaires... La recherche de la productivité fut longtemps l'objectif essentiel, la minimisation de l'emploi des fertilisants pour un rendement élevé est une préoccupation récente comme en France (mot d'ordre de l'INRA, 1977 : "Pour une agriculture plus économe et plus autonome").

L'IRRI fut en mesure de livrer les premières variétés sélectionnées quatre ans après son démarrage (1962-66). C'est une performance à noter puisqu'on compte de 10 à 15 ans pour en créer une, en moyenne. Mais l'Institut a bénéficié des travaux déjà réalisés en Chine, à Taïwan et ailleurs.

Le succès de ces variétés a été rapide, là où il y avait contrôle de l'eau : ni les zones deltaïques, ni les secteurs soumis aux variétés climatiques.

Parmi les problèmes soulevés par cette introduction brutale, figure la protection des cultures qui suppose l'accès à des réservoirs de gènes sauvages pour en "extraire" des éléments de résistance. L'IRRI a toutefois "mangé son pain blanc" avec la conquête des terres irriguées : la mise au point de variétés de riz pluvial pour des écosystèmes très diversifiés sera difficile. En attendant, la croissance démographique progresse plus que les surfaces irriguées dans des pays comme l'Inde qui ont aménagé les zones les moins coûteuses et les plus faciles.

A quels producteurs ont profité les nouvelles technologies ? Réponses variables selon les systèmes de prix des pays et selon les régions et les structures agraires.

Le cas de l'Inde montre toute l'ambiguïté des résultats aux plans géographique et social. Si toutes les catégories de producteurs ont eu des retombées positives dans le Punjab, il en va autrement au Bengale occidental ou au Kerala où les principaux bénéficiaires ont été les propriétaires de plus de 10 ha ; en Assam et au Maharashtra, peu d'exploitations ont adopté l'innovation. Les "avantages comparatifs" au niveau géographique ont joué fortement. Les prix favorables aux producteurs sans quota ont profité aux exploitations les plus grandes (plus de 4 ha). Les "sans terre", les fermiers, ont rarement bénéficié de la révolution verte qui encourage la gestion en direct et la mécanisation. Effet indirect enfin, elle a permis l'économie d'une véritable réforme agraire en permettant le dégagement de surplus pour lutter contre l'insécurité alimentaire conjoncturelle, la seule qui soit "politiquement difficile à gérer".

Au niveau macro-économique, la consommation d'engrais et de pesticides s'est prodigieusement accrue, si bien que l'Inde fut dans les années quatre-vingts, le premier importateur mondial d'engrais au profit des firmes chimiques. Valait-il mieux être dépendant direct comme l'Égypte, premier importateur de céréales des P.E.D., ou dépendant indirect comme l'Inde (avec la nécessité de créer rapidement une base agrochimique avec les risques que l'on connaît) ?

ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

1. Aymard (M.), 1983 : "Autoconsommation et marchés : Chayanov, Labrousse ou Le Roy Ladurie ?", Annales, E.S.C., 6 : 1392-1410.
2. Barker (R.), Herdt (R.W.), 1985 : The Rice Economy of Asia, Washington, John Hopkins University Press (Resources for the Future), 324 p.
3. "Diversity", A news Journal for the Plant Genetic Resources Community, n° 7, 1985, 39 pages.
4. Grall (J.), Levy (B.R.), 1985 : La guerre des semences : quelles moissons ? Quelles semences ? Paris, Fayard, 410 p.
5. Grimaldi (J.), Bikia (A.), s.d. : Le grand livre de la cuisine camerounaise, Yaoundé, EDICAM, Direction de l'agriculture du Cameroun, 259 p.
6. Hawkes (J.G.), 1983 : The Diversity of Crop Plants, Cambridge (USA), Harvard University Press, 184 p.
7. IBPGR, 1985 : Annual Report 1984, Rome, F.A.O., (AGPR : IBPGR/85/71), 122 p.
8. ICRISAT, 1985 : Progrès de la recherche 1984, Hyderabad/Niamey, ICRISAT, 48 p.
9. IRRI, 1985 : IRRI Highlights 1984, Manila (Los Banos), IRRI, 101 p.
10. Mooney (P.R.), 1983 : "The Law of Seed : Another Development and Plant Genetic Resources", Development Dialogue, 1-2 : 172 pages, (tradu. franç. M. HAAS, RONGEAD, diffusion : SOLAGRAL, groupe semences).
11. Ou (S.H.), 1985 : Rice Diseases, Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux (2nd ed.), 380 p.
12. TA , 1985 : TAC Review of CGIAR priorities and Future Strategies, Rome, FAO (AGR/TAC:IAR/85/18), 120 p. + 5 annexes.
13. TAC, 1986 : Report of the Second External Programm and Management Review of the International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Rome, FAO, 89 p. + annexes.
14. Autres sources :
 - . MRT-Programme mobilisateur n° 4 : Dossier GCRAI et CIRPG.
 - . FAO, 1986 : L'agriculture africaine : les 25 prochaines années, Annexe 5.

- . Courade (G.), 1987 : "Une révolution verte pour l'Afrique ?" (à paraître dans Politique africaine).
- . "Le risque d'insécurité alimentaire : de l'imprudence écologique au démantèlement de l'Etat-providence". Le risque en agriculture, Editions de l'ORSTOM, à paraître).

POINT DE VUE
SUR LA QUESTION DES SEMENCES

(Extraits)

Par Thierry de RAYMOND *

- * - Agronome, Société d'études pour le développement économique et social (SEDES).
- Ce texte est tiré de "A travers champs, agronomes et géographes : Dynamique des systèmes agraires", Ed. de l'ORSTOM, Collection "Colloques et Séminaires", Paris 1985.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24528 ex 3

Cote : A

Cet article donne des points de vue sur la question des semences en abordant plusieurs thèmes contrastés :

- Le rôle stratégique du sélectionneur.
- La production des semences.
- L'industrie des semences : on démonte ici les mécanismes de constitution de filières semencières en Europe et aux Etats-Unis, à partir de deux exemples très contrastés : le maïs hybride et les céréales à paille (autogames).
- Les droits d'obtentions : un grain de sel différent dans une discussion qui tourne généralement à la polémique philosophique.
- Les Centres internationaux de recherche agronomique (CIRA), qui posent la question de la stratégie française de coopération avec les PVD en matière d'amélioration des plantes.

LA PLACE STRATEGIQUE DE LA SELECTION

Une bonne variété permet de mieux utiliser un milieu naturel plus ou moins transformé par les techniques agronomiques. Ainsi, en France, la mise au point des variétés précoces de maïs permet une extension considérable de la culture qui passe de 300 000 ha à près de 3 millions. Etoile de Choisy rend à la fin de la guerre beaucoup plus sûre et rentable la production de blé dans le sud. Le blé Marquis, à la fin du siècle dernier, ouvre à la charrue les prairies canadiennes. IRRI 8 est le point de départ de la "révolution verte" en riziculture dans le tiers-monde.

Le sélectionneur occupe une place doublement stratégique : vers lui convergent les connaissances acquises par les différentes disciplines scientifiques, les informations aval sur les marchés, l'économie de la production, etc. Le sélectionneur n'est rien sans l'apport de ses collègues mais ses collègues ne servent (presque) à rien sans lui. C'est pourquoi l'organisation des recherches agronomiques tente de résoudre ce paradoxe en conciliant la structure verticale des disciplines avec celle, horizontale, des centres : les stations de sélection ont eu tendance à se transformer en centres de recherches. Si l'on se tourne vers l'aval, on se trouve dans une situation semblable. Le sélectionneur doit continuellement adapter les variétés aux

exigences changeantes des marchés et de l'évolution technique. Les utilisateurs voudraient tout avoir, y compris des exigences conciliables : une forte productivité mais aussi une certaine rusticité, des qualités technologiques et gustatives, l'aptitude à la conservation, la précocité etc. On en arrive parfois dans les PVD à réclamer des variétés produisant beaucoup tout en exigeant peu (peu d'inputs, faible technicité des agriculteurs...). Une variété ne peut donc être qu'un compromis.

Dans beaucoup de régions du monde, la tâche du sélectionneur est rendue particulièrement ardue du fait qu'il a affaire à un environnement économique et social difficilement modifiable. Ainsi, selon l'Institut de recherche du café, du cacao et autres plantes stimulantes (IRCC), en Côte d'Ivoire, quelques opérations relativement simples permettraient de doubler les rendements en café ou en cacao. Pourtant les paysans ne réalisent pas ces opérations. Selon l'Institut de recherche agronomique tropicale (IRAT) du Centre international de recherche agronomique pour le développement (CIRAD), une des grandes difficultés de sélection du mil tiendrait aux exigences gustatives des paysans, différentes d'un village à l'autre. Une bonne variété n'est donc pas celle qui surclasse ses concurrentes selon les critères du sélectionneur, mais une variété que l'agriculteur accepte de produire et le consommateur d'utiliser (lorsqu'il ne s'agit pas des mêmes personnes). De ce point de vue, la lecture des rapports des Instituts de recherche agronomique tropicale laisse souvent perplexe : des performances remarquables en stations, des résultats minces chez les paysans. Le formidable écart qui existe entre le rendement en station et les performances des agriculteurs avec ce matériel mesure moins la marge des progrès possibles comme ce serait le cas en Europe ou aux Etats-Unis que l'inadaptation de la démarche de sélection et donc du matériel sélectionné. Il y a là une différence de fond entre la recherche agronomique des pays industriels et celle des PVD, qui tient à la relative rapidité des paramètres de l'environnement (entendu au sens large) dans ces derniers.

Le sélectionneur est placé au coeur des questions scientifiques mais aussi politiques et sociales, ce qui explique peut-être la violence de certaines controverses. Il y a quelques années le livre "Hard Tomatoes, Hard

Times" a eu un impact troublant sur la recherche agronomique. Le titre est une allusion au travail de Hanna Davis qui, dès 1938, s'inquiète de la dépendance des planteurs californiens de tomates à l'égard de la main d'oeuvre mexicaine. On travaille sur des variétés adaptées à la récolte mécanique, et sur des machines capables de l'effectuer. Quand, en 1964, le Congrès américain refuse d'autoriser l'entrée de Braceros mexicains, les machines sont prêtes. Quatre ans plus tard, 90 % des tomates sont récoltés mécaniquement et les 50 000 emplois saisonniers des Braceros supprimés. Pour prendre un exemple plus proche, la Fondation Ford décide de cofonder l'IRRI pour des raisons humanitaires mais aussi géopolitiques ("on craignait que le déficit alimentaire dans le sud et le sud-est de l'Asie fasse tomber ces pays dans le camp communiste"). On notera aussi que Norman Borlaugh a reçu le prix Nobel de la paix et non pas de biologie, que le terme de "révolution verte" est une allusion au fait que la révolution aurait pu être rouge.

Finalement le sélectionneur occupe une place stratégique certes, mais quelque peu mythifiée, celle d'un alchimiste qui par le seul pouvoir de la génétique, opérerait des miracles (n'a-t-on pas parlé de riz miracle, de blé miracle issus de l'IRRI et du CIMMYT ?). A ceux qu'on érige en faiseurs de miracles, on ne pardonne pas d'en rater. Les critiques ne manquent pas à l'égard de nos instituts, mais quel que soit le bien fondé de ces critiques, ils ne sont pas les seuls à en porter la responsabilité. On leur reproche notamment de travailler en circuit fermé, de mettre au point des variétés dans le contexte d'un milieu contrôlé, mais inadaptées aux conditions des paysans des PVD. Or :

- les responsables politiques, les développeurs, les socio-économiques etc. ne sont pas souvent d'accord sur les "besoins" des utilisateurs et souvent dans l'incapacité de donner des directives claires aux chercheurs.
- dans bien des cas, les développeurs et les responsables administratifs et politiques des PVD refuseraient de soutenir un programme de sélection qui leur paraîtrait manquer d'ambition dans ses performances techniques attendues... tout en se réservant de repro-

cher a posteriori aux chercheurs de créer des variétés "sophistiquées".

On oscille entre un discours moderniste qui a fait long feu (cible : les meilleurs agriculteurs... dont on espère qu'ils entraîneront les autres) et un discours utopique (cible : les "rural poor" dont on espère que, sans rien changer à leur comportement, ils accroîtront leur production par le miracle de la génétique). La réalité, malheureusement complexe, est que la génétique n'est qu'un élément du processus de développement et qu'elle ne peut avoir un effet que si les conditions de son expression sont réunies.

LA PRODUCTION DE SEMENCES

L'une de ces conditions, c'est de produire des semences et plants de bonne qualité et en quantités suffisantes, et de les distribuer en temps voulu.

Or, en PVD, des programmes semenciers bien organisés font défaut la plupart du temps sur les plantes vivrières, même si beaucoup de ces pays ont un volet semencier institutionnel.

Il est essentiel de distinguer le cas des plantes dont la semence est par nature distincte du produit livré ou consommé par l'agriculteur, et les plantes dont la semence n'est pas distincte de ce produit.

Lorsqu'un paysan livre du coton, celui-ci contient les graines. L'usine réalise l'égrenage, et l'organisme de développement restitue au paysan des semences que celui-ci ne produit pas (schéma général dans les pays où intervient la CFDT). Cet organisme a la maîtrise des semences, il lui est donc beaucoup plus facile d'introduire de nouvelles variétés auprès des paysans, de constituer des zones homogènes. La valorisation du travail des sélectionneurs en est évidemment facilitée. De même pour les céréales hybrides, la semence, bien qu'extérieurement semblable au grain de consommation, en diffère totalement du fait qu'elle doit être renouvelée chaque année sous peine de voir, à la génération suivante, une disjonction se manifester sous forme d'un champ hétérogène.

A l'inverse, rien n'empêche un planteur de semer lui-même les fèves de cacao qu'il veut, le grain de maïs, de mil, etc. La pénétration des nouveaux clones ou des nouvelles variétés est plus difficile.

Dans les PVD, on demande généralement aux stations de recherche de produire les premières générations, parfois jusqu'aux semences de base. Ces stations ne disposent pas toujours des moyens suffisants pour cette activité. La production de semences commerciales est le fait de fermes semencières ou d'agriculteurs encadrés à cet effet.

Dans tous les cas, la production de semences de qualité exige une grande rigueur et d'importants moyens humains et financiers, à la charge de l'Etat car cette fonction n'est pas rentable. Les semences sont subventionnées. Pour les plantes vivrières, le marché est très étroit, les agriculteurs produisant le plus souvent leurs propres semences. On se trouve devant un cercle vicieux : les agriculteurs n'ont pas recours aux semences sélectionnées car l'essentiel de leur production est autoconsommée (pas de liquidités, exigences gustatives locales...), ils vendent peu leur production car le marché urbain est étroit (concurrence des importations, les circuits de distribution étant organisés pour distribuer les vivres de l'extérieur -importations- vers l'intérieur, et non l'inverse ; pas d'usages industriels parce que les technologies n'existent pas, quelques usines travaillent les produits importés). En conséquence, les sélectionneurs travaillent pour un marché qui n'existe pas. C'est bien pourquoi les firmes semencières se désintéressent de nombreux PVD notamment en Afrique.

Il existe des exceptions, comme le Kenya ou l'Inde, dans lesquels la production et la distribution des semences font intervenir les opérateurs privés, tout simplement parce que le marché existe.

L'INDUSTRIE DES SEMENCES. ECONOMIE ET POLITIQUE

Ce chapitre sort -pour l'instant- du contexte des PVD, mais il montre bien les rapports entre le législatif et l'industrie, et illustre deux voies contrastées de rapports entre les différents acteurs de filières semencières.

Dans une économie de marché, une entreprise ne finance des tra-

vaux de recherche qu'à condition d'espérer en tirer profit. Pour cela, il lui faut inventer et créer simultanément un droit de propriété sur cette invention.

La voie hybride : le cas du maïs

La découverte de la vigueur hybride et son utilisation dans la sélection du maïs sont considérées comme une innovation technologique majeure. Nous nous proposons d'analyser les conséquences de l'introduction des hybrides de maïs dans l'organisation de la filière semence. Les entreprises de production de semences de maïs hybride remplissent trois tâches : elles produisent les semences de base (c'est-à-dire des lignées auto-fécondées), elles organisent la production de semences grâce à un réseau d'agriculteurs multiplicateurs sous contrat, elles usinent le grain récolté et le distribuent. Enfin, dès le début, les entreprises les plus importantes se sont lancées dans la sélection et la création de variétés.

Une formalisation mathématique fait ressortir plusieurs points intéressants :

- Dans le cas de semences non hybrides, la rentabilité de la production des semences correspond à l'importance des économies d'échelle dans l'usinage des semences, selon que celui-ci est effectué par l'agriculteur ou l'industriel. A ces économies d'échelle, il faut soustraire des charges spécifiques : la prime versée à l'agriculteur multiplicateur sous contrat, la redevance versée à l'obtenteur, les impôts et taxes, les frais de transport du grain vers l'usine et de livraison aux clients. Pour fixer les idées, en céréales à paille, la marge est de l'ordre de 20 à 30 francs par quintal. C'est pourquoi cette activité a relativement peu attiré les capitaux privés, et les coopératives s'y sont taillé la part du lion. Parfois à perte, car les quantités de semences commerciales produites sont très supérieures aux besoins. En effet les coopératives considèrent souvent cette activité comme un service parmi d'autres rendu à leurs

- adhérents et réalisent leurs marges ailleurs.
- Dans le cas du maïs hybride, la marge des industriels dépend du gain de rendement apporté par l'utilisation des semences hybrides par rapport à l'alternative dont dispose l'agriculteur, c'est-à-dire l'utilisation de la génération F2, et surtout du poids de semences utilisé à l'hectare.
 - Tout ceci est évidemment potentiel et théorique. En effet, le prix maximum des semences hybrides dépend du supplément de revenu qu'elles apportent par rapport aux semences hybrides concurrentes. La situation "normale" est celle qui voit s'affronter quelques grandes entreprises pendant que subsistent d'assez nombreuses petites entreprises locales ou régionales dans les interstices laissés vacants. Une telle structure caractéristique des formes modernes de concurrence exige pour être consolidée et durer de déplacer les mécanismes de concurrence par les prix (tout le monde peut, avec de telles marges, baisser les prix et tout le monde y perd) vers des formes de concurrence accessibles seulement aux grandes firmes : la publicité, l'effort de vente, la recherche-développement qui permettent de lancer continuellement sur le marché des variétés "nouvelles".

Le jeu de "l'oligopoly" consiste à établir des barrières à l'entrée et à verrouiller les positions par l'effort de vente, une création variétale continue (même si elle est souvent factice), des services de vulgarisation et de conseil, les voyages d'études, les champs de démonstration, les gadgets. Ceci coûte cher, mais c'est le seul moyen de dissuader un concurrent éventuel de venir prendre une part de profits très élevés. La recherche joue un rôle identique en permettant de différencier marginalement les variétés dont l'obsolescence est rapide. Un service commercial ne peut promouvoir que des produits qu'il est seul à offrir. Un postulant éventuel doit prendre alors en considération les dépenses de R. et D. présentes et passées, et c'est très dissuasif. La recherche fait partie intégrante des techniques de marketing.

Cette analyse explique la structure intégrée de l'industrie des se-

mences (hybrides) de maïs : tous les maillons de la filière sont intégrés par la firme. Il faut moins de 10 ans à l'industrie américaine des semences de maïs pour devenir, de balbutiante en 1935-37, une organisation sophistiquée en 1945.

Le succès financier de la voie hybride dépend avant tout de la différence des taux de multiplication (rapports entre le poids de grain récolté et de grain semé) en F1 et F2.

$$\text{Succès financier} = \text{fonction de } \frac{\text{rendement en F1}}{\text{poids de semences F1 utilisées}} - \frac{\text{rendement en F2}}{\text{poids de semences utilisées en F2}}$$

Exemple plausible :

- rendement en F1 = 30 q
- rendement en F2 = 56 q
- poids de semences utilisées en F1 ou en F2 = 0,15 q
- la différence devient $\frac{30 - 56}{0,15}$

Or le taux de multiplication du maïs est 10 à 20 fois supérieur à celui des céréales à paille : on sème 10 fois plus de céréales à paille que de maïs à l'hectare. La profitabilité éventuelle du blé ou de l'orge hybrides serait donc bien inférieure à celle du maïs hybride. Ce n'est donc pas tant l'existence ou non d'une vigueur hybride chez les céréales à paille, ni que l'on sache ou non en produire à moindre frais les semences qui compte, mais cet écart de taux de multiplication.

On peut noter, et ce n'est certainement pas un hasard, que les espèces de grande culture pour lesquelles on produit des hybrides F1, ont toutes des taux de multiplication supérieurs ou voisins de celui du maïs : c'est le cas du tournesol et du sorgho, le fameux effet d'hétérosis est loin d'être spectaculaire, et ne peut guère justifier le recours aux hybrides F1.

Une dernière remarque : les hybrides simples ont commencé à remplacer les hybrides doubles à la fin des années 60 et la substitution est presque complète aux Etats-Unis, très avancée en France. On explique cou-

ramment qu'ils permettraient une plus grande uniformité génétique et faciliteraient la récolte mécanique. C'est possible, mais d'autres raisons paraissent plus fondamentales.

Le passage aux hybrides simples accroît la différence entre le rendement F1 et le rendement F2, et donc la marge potentielle, ce qui n'est sans doute pas négligeable. Les grains de semences sont plus petits et plus irréguliers, et le rendement en semences chute. Les coûts de production et donc les prix des semences hybrides ont augmenté, au point que les services de marketing ont inventé de vendre non plus au poids mais à la dose (la quantité de grains permettant d'atteindre une densité donnée de peuplement). Pour fixer les idées, le prix des semences hybrides de l'ordre de 13 dollars le boisseau vers 1970 dépasse 63 dollars en 1982.

En réalité, la vente à la dose cache une subtilité "géniale" : les entreprises vendent au grain ce qu'elles ont acheté aux agriculteurs-multiplicateurs au poids. Dès lors, une tâche prioritaire des services de recherche est d'augmenter le rendement en semences, en mettant au point des lignées porte-graines productives tout en tirant le maximum du fait que les grains de semence d'hybrides simples sont plus petits. Ainsi, dans une firme très importante, les 2/3 des données recueillies sur un hybride expérimental concernent la production de semences par la lignée maternelle : les hybrides même excellents mais dont les grains de semence sont trop gros sont impitoyablement éliminés. Quant au rendement en semences des lignées maternelles, il a cru dans des proportions spectaculaires au cours des 10 dernières années au point qu'il n'est pas rare de trouver maintenant des lignées maternelles dont le rendement en semences dépasse celui de l'hybride qu'elles permettent de faire. Inutile de préciser que les agriculteurs ne verront jamais ces variétés.

Il faut aussi persuader les agriculteurs que des grains de semence plus petits sont tout aussi bons que les grains plus gros. C'est ce qui explique que l'industrie américaine se soit tournée vers les fabricants de semoirs pour leur demander de mettre au point des machines nouvelles : des semoirs pneumatiques ou électroniques sont en train de remplacer les semoirs à plateau. Pour un économiste, il importe peu que la vigueur germi-

native soit indépendante ou pas de la taille des grains de semences et la littérature scientifique fournit probablement des données permettant de conclure dans un sens ou dans l'autre. L'important est d'expliquer la vérité du moment et les raisons de son émergence.

On est loin en tous cas de l'idée reçue sur la vigueur hybride, que cautionnent les scientifiques, biologistes et économistes confondus.

Le système français : le développement de l'industrie des semences par l'intervention réglementaire de l'Etat. Céréales à paille

Depuis longtemps, les sélectionneurs français et particulièrement ceux du nord de la France cherchent à retenir autre chose que de la reconnaissance et de la considération pour leurs efforts de sélection.

A partir du début des années 60, ils obtiennent gain de cause et mettent en place un système complexe de protection variétale d'une part, et de contrôle de la production de semences d'autre part. Les traits principaux de ce système sont les suivants :

- a) Interdiction de commercialiser des semences non "certifiées".
- b) Les semences, pour être certifiées, doivent être produites dans des conditions surveillées et contrôlées sévèrement. Il faut être titulaire de la carte professionnelle de marchand grainier pour les produire. Cette carte est assez facile à obtenir.
- c) L'obteneur d'une variété protégée touche une redevance proportionnelle au nombre de quintaux vendus. Cette redevance n'est pas fixée par le marché, mais est décidée à la suite de négociations interprofessionnelles : tant par quintal. Il faut donc connaître exactement le nombre de quintaux vendus de telle et telle variété.
- d) Pour connaître ce nombre de quintaux, il faut donc mettre en place un système tatillon de contrôle et de mesure de la production. Il faut répertorier tous les champs destinés à la production de semences, vérifier qu'ils sont conformes sur le plan variétal, sur le plan technique à des normes précises ; il faut ensuite con-

trôler ce qui a été moissonné, tout cela pour apposer une étiquette sur un sac de semences garantissant que le contenu est conforme en type et en qualité à des normes officielles. En principe, ce système garantit à l'utilisateur de semences certifiées un produit conforme. Et surtout, il permet de connaître exactement les quantités vendues de telle ou telle variété et, par conséquent, de fixer le montant des redevances perçues par l'obteneur.

- e) Les semences certifiées ne peuvent être faites qu'à partir de semences "de base" qui ne peuvent être produites que par des personnes physiques ou morales titulaires de la carte professionnelle de sélectionneur. Les marchands grainiers doivent donc se procurer chaque année auprès des sélectionneurs les semences "de base" nécessaires à la production des semences certifiées. En somme, le système réalise une hybridation réglementaire et administrative de la production de semences de céréales. La carte de sélectionneur est distribuée au compte goutte par cooptation, mais justifiée bien sûr par des critères de compétence (il faut un laboratoire, des techniciens de tel ou tel niveau, etc.). Cette phase de la filière est verrouillée solidement.
- f) L'obtention elle-même est libre et n'importe qui peut faire protéger une variété qu'il aurait mise au point. Mais il faut passer par une entreprise titulaire de la carte de sélectionneur pour pouvoir produire les semences de base.

Par construction, la filière se trouve verrouillée dans la phase de sélection conservatrice, c'est-à-dire celle qui permet de produire les semences de base (les hybrides administratifs) destinées à la production des semences certifiées. Ces semences de base sont vendues cher en effet aux agriculteurs multiplicateurs et donc assurent à son producteur une rente importante. Tout se passe donc comme si le système créait une solidarité de fait entre les sélectionneurs-obteneurs français qui se partagent cette phase de sélection conservatrice et peuvent, quand leurs variétés propres n'ont pas de succès, se rabattre sur celles de leurs confrères.

Ce système a permis un développement important du marché français des semences de céréales à paille. Il a permis aux entreprises d'étoffer leur activité de sélection créatrice (l'obtention) et en blé ; les performances des variétés françaises sont excellentes. L'inconvénient toutefois de ce système est qu'il a empêché un véritable développement industriel et commercial des entreprises françaises de sélection.

En effet, les sélectionneurs, les titulaires de la carte correspondante, se sont désintéressés de la production des semences certifiées. Ils ont organisé au contraire de façon aussi libérale que possible cette production de semences certifiées, puisque leur intérêt était de vendre des semences "de base" à fort contenu en rente. La production des semences certifiées a été confiée à qui voulait bien la faire (et perdre de l'argent dessus), donc à de multiples coopératives qui s'y intéressaient pour des raisons de prestige, de gamme de produits offerts à leurs adhérents, etc.

Cette phase est donc restée dispersée, sans efficacité commerciale ni industrielle (sauf exceptions). La concurrence entre les entreprises s'est faite sur les variétés et non pas sur la qualité et l'efficacité du service rendu aux agriculteurs dans la production et la vente des semences.

Le système de protection variétale défini par l'UPOV est basé sur une définition juridique d'une variété nouvelle. Cette variété doit être distincte de toute autre variété, elle doit être homogène (c'est-à-dire que les plantes d'une même variété doivent être semblables pour leurs traits caractéristiques) et elle doit être stable, c'est-à-dire doit présenter à la suite d'une série de cycles de multiplication les mêmes caractéristiques. En réalité cette définition correspond exactement aux procédures de sélection classique des céréales à paille (et, si l'on veut élargir, aux plantes autogames) et on peut craindre que des efforts importants soient consentis pour plier le mode de reproduction de certaines plantes à ces critères plutôt que pour favoriser un progrès génétique authentique. Les lois de Darwin et Mendel et de leurs successeurs se plient mal à l'étroite définition de la Convention de Paris qui fait de la lignée pure l'alpha et l'oméga de l'amélioration des plantes. C'est ainsi que les variétés composites ou multilignes qui peuvent présenter dans certaines conditions un progrès ne peuvent ren-

trer dans le cadre fixé par la Convention de Paris.

Inversement, l'exigence de fait de la lignée pure expose les variétés à des mutations brutales et destructrices de pathogènes ce que la révolution verte a abondamment montré.

Pour les plantes allogames telles que la betterave ou la carotte ou le maïs, les critères de distinction - stabilité et homogénéité - n'ont aucune pertinence. Il est vrai qu'à partir du moment où les techniques d'hybridation sont au point, une loi de protection variétale n'est plus nécessaire.

LES DROITS D'OBTENTEURS ET LES BREVETS SUR LES FORMES VIVANTES (1)

Les discussions relatives aux droits d'obteneurs ont généralement dérapé vers des considérations éthiques et philosophiques du type "peut-on breveter la vie ?" ; ou relatives aux risques de perte de variabilité génétique, ou à la question de savoir si ces droits aboutissent ou non à une concentration monopolistique. On mélange ainsi beaucoup de choses, chaque camp développe des arguments de même poids, on en ressort plus confus qu'avant. Lorsqu'il s'agit des PVD, la discussion se complique encore davantage. Sur la toile de fond des droits d'obteneurs viennent se surimposer le contrôle des ressources génétiques, l'érosion génétique imputée aux variétés du "Nord". Bien que ces questions soient distinctes, les débats les mélangent.

Le facteur spécifique de production mis en jeu dans tout processus biologique est l'information génétique. La production en ce sens est une reproduction biologique c'est-à-dire la production d'une information génétique

(1) Les idées qui suivent sont empruntées à Jean-Pierre Berlan et Richard Lewontin qui se placent sur le terrain plus rigoureux de l'analyse économique. Voir, en fin de chapitre, les éléments bibliographiques.

qui est identique à l'information initiale (sauf dans le cas des hybrides). La production implique donc la diffusion d'une information génétique disponible pour tous et qui devient un bien public.

Le marchand des quatre saisons vend des tomates, des haricots, des pommes de terre, et donne gratuitement l'information génétique contenue dans ces biens.

Même dans le cas des souches de micro-organismes, l'information génétique circule et le folklore de l'industrie pharmaceutique est plein d'histoires de visiteurs se mouchant soigneusement et envoyant leurs mouchoirs à leurs laboratoires.

Ainsi, cette marchandise - l'information génétique - est difficile à conserver pour un usage personnel exclusif et tend à circuler librement. Il est relativement facile d'établir des droits de propriété sur la terre, les machines, mais mettre sous clef l'information génétique est ardu.

Ceux qui en Europe, aux Etats-Unis et dans le reste du monde, notamment les PVD, préconisent les droits d'obtention ont été si obnubilés par le problème qu'ils voulaient résoudre qu'ils ont prêté peu d'attention à cette contradiction. Limiter l'usage d'un bien disponible gratuitement en quantités illimitées conduit à une perte de richesse pour la société, restreint le plein usage de l'immense potentiel biologique à ce qui est "brevetable", maintient des barrières à l'entrée dans une branche où le vent frais de la compétition serait nécessaire. On peut se demander ce qui se serait passé si la "Pétition des fabricants de Chandelles et Associés contre la concurrence déloyale du Soleil" et si spécialement la requête de fermer toutes les ouvertures des maisons et édifices pour interdire au soleil d'y rentrer, avait été prise au sérieux. Le pamphlet anti-protectionniste de Frédéric Bastiat pour tourner en dérision les protectionnistes de son époque s'applique tout à fait à la situation présente.

Une analyse économique des effets des droits d'obteneurs doit partir de l'examen de l'organisation de l'industrie semencière.

La sélection et la production semencière sont deux fonctions distinctes.

Les producteurs de semences passent des contrats avec les agricul-

teurs multiplicateurs. Pour cela ils leur livrent des semences de base. La production de ces dernières est une opération distincte. Lorsqu'un sélectionneur obtient une variété qui semble prometteuse, il détient une petite quantité de semences : quelques centaines de grammes ou quelques kilos. Il faut accroître cette quantité, en maintenant les caractères de la variété.

Les calculs déjà évoqués montrent que les royalties versées à l'obtenteur doivent être prélevées sur la marge de la société productrice de semences. L'agriculteur ne paie pas le travail du sélectionneur, mais la société semencière doit le faire en réduisant sa marge. En fait elles sont souvent conduites à perdre de l'argent. Le gâteau, c'est-à-dire le prix que consent à payer l'agriculteur en échange des services de l'industrie semencière, doit être partagé entre les fonctions d'obtenteur et de producteur de semences.

Pour les céréales à paille, qui ne sont pas des hybrides, les sélectionneurs ont réussi à obtenir la plus grande part de ce gâteau par la voie réglementaire tandis que les producteurs de semences (coopératives céréalières en France) ont accepté d'y perdre. Un producteur de semences peut naturellement considérer que les royalties sont trop élevées et se lancer dans la sélection (s'il réussit à entrer dans ce club fermé) ; cependant ces dépenses de recherche ne peuvent pas être répercutées à travers des mécanismes de marché. Du point de vue du producteur de semences, la meilleure solution est que la sélection soit menée par des institutions publiques, ce qui est tout à fait compatible avec l'existence d'une industrie semencière privée solide.

En résumé, en l'absence de droits d'obteneurs, aucun investissement privé ne se fera dans la sélection. Avec des droits d'obteneurs, les privés investissent dans la sélection, à condition qu'ils trouvent des gens désireux de produire à perte des semences (les coopératives en France). Tant que la sélection était essentiellement un art pratiqué avec des moyens relativement réduits, ces royalties pouvaient suffire à attirer des investissements et des talents. Mais le travail de sélection requiert aujourd'hui des investissements de plus en plus lourds. On peut penser que le système actuel des royalties sera incapable de procurer les sommes nécessaires à de tels déve-

loppements et que le mouvement en faveur des droits d'obteneurs prend de l'ampleur à un moment où il est obsolète.

Evidemment l'acuité de ce problème diffère selon qu'il s'agit d'une industrie traitant des espèces pour lesquelles les économies d'échelle sont grandes (hybrides) ou faibles (céréales à paille).

Enfin, nous avons vu que les droits d'obteneurs, en s'appuyant notamment sur le test DHS, font de la lignée pure l'alpha et l'oméga de la sélection alors qu'un grand nombre d'espèces ne peuvent réellement se plier à ces exigences, et que celles-ci constituent en fait un frein au progrès.

Lors du congrès de Cannes, le président de la section céréales de la Fédération internationale des sélectionneurs, à la question de savoir si l'on ne pourrait pas avoir plusieurs mainteneurs (des sélectionneurs assurant la sélection conservatrice de la variété de l'obteneur) a répondu négativement pour la raison extraordinaire suivante : s'il y a plusieurs mainteneurs, l'un dans le nord par exemple et l'autre dans le sud, la variété maintenue dans le nord développera des résistances au froid, tandis que la variété maintenue dans le sud développera des résistances aux maladies. La variété évoluera donc ! Il vaut sans doute mieux que la variété reste gélive dans le nord et sensible aux maladies dans le sud ! Il n'y a en vérité qu'une seule sorte d'être vivant parfaitement stable : un être mort !

Passons sur le coût du maintien du système actuel, coût que les sélectionneurs font payer à l'Etat (les contrôles) alors que sa seule finalité est non pas de protéger l'utilisateur (l'agriculteur) mais bien de permettre à ces sélectionneurs d'identifier les ventes et donc de percevoir leurs royalties.

Peut-être faudrait-il songer à d'autres méthodes de financement de la recherche et de répartition entre recherche publique et recherche privée. Cette dernière pourrait même voir son rôle renforcé.

LES CENTRES INTERNATIONAUX DE RECHERCHE AGRONOMIQUE

(...) La recherche en amélioration des plantes est à restituer par rapport à l'ensemble de la filière semences des PVD. Mais cette filière semences se situe elle-même dans le contexte des stratégies de développement, des stratégies économiques : vivriers/exportation, politique de prix, politique de développement de filières industrielles (transformation).

En d'autres termes, y aura-t-il ou non un marché des produits vivriers (car c'est surtout dans ce secteur que la diffusion du progrès génétique piétine) susceptible d'entraîner une production agricole locale par le biais des prix et des circuits de commercialisation ? Si la réponse est positive, alors une organisation semencière se mettra sur place, probablement avec la participation d'entreprises privées, et l'amélioration des plantes à la fois disposera de critères bien définis de sélection et aura plus de chances de voir ses résultats diffusés.

La France est la seule puissance ex-coloniale qui ait conservé des Instituts spécialisés sur les plantes tropicales non vivrières et organisés par espèce ou groupes d'espèces. La concurrence pourrait venir surtout de PVD producteurs disposant sur tel ou tel produit d'équipes importantes et qualifiées (ex. : Brésil pour le café, Malaisie pour le palmier à huile, Ile Maurice pour la canne à sucre...). Mais la France offre l'avantage de ne pas être un pays producteur et donc de ne pas concurrencer sur le plan agricole les pays auxquels elle propose ses services de recherche.

La coopération avec les PVD devra évoluer, et nos interventions en Amérique latine, en Asie ne seront pas calquées sur nos interventions en Afrique francophone. Certains Instituts, que ce soit grâce à leurs réussites scientifiques et techniques, à leur propension à lier l'action commerciale à l'activité de recherche, ou dû à la nature des plantes sur lesquelles ils travaillent, ont réussi mieux que d'autres à élargir leur champ géographique d'intervention. Mais nous ne traiterons pas de ces questions ici (...).

Mais de nombreux Centres Internationaux de recherche agronomique se sont créés, aux moyens puissants, et qui grâce à leur statut international, n'ont pas à se préoccuper des problèmes politiques de coopération bilatérale.

Les plus célèbres de ces centres ont une politique de sélection tournée vers la sélection de cultures et de populations, d'une très large adaptabilité, pour alimenter en matériel génétique les recherches nationales auxquelles il appartient en principe de poursuivre le travail d'adaptation plus spécifique aux conditions d'environnement de leurs pays (...).

*

* *

En 1968-69, les besoins financiers des quatre institutions financées par les deux grandes fondations américaines (Centro international de agricultural tropical, CIAT ; International Institute for Tropical Agriculture, IITA ; International Rice Research Institute, IRRI ; Centro international de mejoramento de maiz y trigo, CIMMYT) dépassent 3 millions de dollars, le budget maximum qu'elles avaient initialement fixé. Les succès de ces institutions, soigneusement orchestrés, soit dit en passant, avec en 1972 le prix Nobel retentissant de Norman Borlaugh, directeur du programme blé du CIMMYT, permettent d'avancer l'idée de constituer pour les animaux et d'autres espèces cultivées des centres de recherche spécialisés dans l'espoir de répéter ces premiers succès. Il faut trouver des ressources nouvelles et poursuivre l'effort.

A partir de 1969, une série de rencontres réunit les représentants des organismes de développement à Bellagio, au centre de conférences internationales de la Fondation Rockefeller (...).

En janvier 1971, la Banque Mondiale organise la réunion baptisée "An International Agricultural Research Meeting", d'où sortira le Groupe consultatif de la recherche agricole internationale (C.G.I.A.R.).

Depuis le C.G.I.A.R. a connu une croissance rapide : en 1972, il hérite des quatre centres déjà cités ; il pilote 11 centres en 1976 avec un

budget de 64 millions de dollars ; en 1981, 13 instituts disposant de 145 millions de dollars.

Le C.G.I.A.R. se considère comme le centre de la politique de recherche agronomique mondiale : "Bien que le rôle de certaines institutions puisse changer, nous considérons que l'avenir des Centres Internationaux consiste à appuyer les programmes nationaux plutôt que de les dominer ou de les remplacer. De fait, le système C.G.I.A.R. peut être considéré comme faisant partie d'un système plus vaste traversant les frontières nationales pour maintenir les liens entre les différents éléments de la communauté scientifique mondiale". (C.G.I.A.R. Second Review, p. IX).

Les ambitions du C.G.I.A.R. posent non seulement le problème du rôle de la recherche française et de sa stratégie mais aussi celui du développement et par conséquent des rapports géopolitiques et économiques de la France avec le tiers monde. Pour le C.G.I.A.R., en effet et à juste titre, la recherche n'est que l'un des moyens du développement : "on reconnaît plus clairement que le développement est l'objectif ultime du soutien à la recherche agronomique." (C.G.I.A.R. Second Review, p. IX), ce qui exige de renforcer les capacités nationales de recherche. (ibid)

Les centres internationaux constituent des organismes très souples et très efficaces, indépendants des pressions politiques mais évidemment très dépendants des Etats-Unis qui en sont les inventeurs et les financiers.

"Les centres internationaux constituent un nouveau concept qui a permis de concentrer les ressources dans des institutions de recherche d'un haut niveau professionnel, gouvernées par des conseils indépendants des pressions des politiques gouvernementales." (C.G.I.A.R. Second Review, ibid).

"A notre avis il est essentiel pour assurer le succès continu du système que les Institutions soutenues par le C.G.I.A.R. continuent à être considérées comme internationales et autonomes ; que ce soit des individus choisis pour leurs capacités personnelles qui déterminent les priorités et dirigent les Institutions." (ibid. X).

Le caractère informel du système et des mécanismes de prise de décisions a pour conséquence de faire reposer le pouvoir entre les mains d'un

petit groupe de personnes choisies (ou cooptées ?) pour leurs qualités personnelles scientifiques incontestables (...) et qui, bien sûr, partagent la philosophie du système.

Lire en pages suivantes les caractéristiques des principaux centres internationaux de recherche génétique.

ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

BERLAN J.P., "Quelques aspects de la production des semences dans le monde". Colloque d'Arles.

BERLAN J.P., LEWONTIN R., "Breeder's rights and the patenting of life forms". Janvier 1983.

BERLAN J.P., "L'industrie des semences : Economie et Politique", Revue Française d'Economie Rurale, Août 1983.

DE RAYMOND T. et BERLAN J.P., "Stratégie Internationale des Semences" (2 tomes) SEDES Ministère des Relations Extérieures Mars 1984.

LEWONTIN R., Université de Harvard.

GINTRAND A. et VINCENT P., "Rapport sur l'ORSTOM et les Instituts du GERDAT", 15 mars 1981, pages 58-60-61-62.

LE DISPOSITIF INTERNATIONAL DE RECHERCHE GENETIQUE

CIAT (1968-69) : Centro Internacional de Agricultural Tropical (haricot, manioc, riz, pâturages tropicaux. Les missions du CIAT ont été précisées et réduites et se rapprochent maintenant assez de celles de l'IRRI ou du CIMMYT.

CIMMYT (1967) : Centro internacional de mejoramento de maiz y trigo. Le premier centre de recherche fondé par la Fondation Rockefeller en 1943 et celui qui va inspirer toute la politique de recherche agronomique en pays sous-développés. Maïs et Blé.

CIP (1974) : Centro Internacional de la Papa. Pomme de terre. La politique est d'avoir un centre relativement petit tandis que les programmes de recherche sont effectués dans les instituts nationaux de recherche. Les chercheurs du CIP peuvent être détachés auprès des instituts nationaux.

IBPGR (1974) : International Board for Plant Genetic Resources.

ICARDA (1975) : International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Centre spécialisé sur les régions sèches, particulièrement Moyen Orient et Afrique du Nord. Les cultures qui y sont pratiquées : orge, blé tendre et dur, pois chiche, lentille, fève, etc.

ICRISAT (1972) : International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics. Sa zone d'activité est les tropiques semi-arides et, à ce titre, est en train de développer de façon très importante ses activités en Afrique pour le mil, le sorgho, l'arachide, etc.

IFPRI (1977) : International Food Policy Research Institute. Cet institut résulte de la nécessité de mieux appréhender l'interdépendance entre le changement technique et les phénomènes socio-économiques, tant à l'échelle micro-économique (pourquoi un agriculteur adopte-t-il une technologie donnée ?) qu'à l'échelle nationale ou internationale. "Il est nécessaire de comprendre non seulement le comportement des agriculteurs mais aussi celui des responsables politiques comme déterminants du changement technique" (CGIAR, Second Review, p. 51). Ces problèmes sont communs à plusieurs centres d'où l'IFPRI.

IITA (1965) : International Institute for Tropical Agriculture. Le mandat géographique s'étend aux tropiques humides et semi humides, en fait l'Afrique et ses principales cultures : igname, patate douce, riz pluvial, manioc, etc.

ILCA (1974) : International Livestock Center for Africa.

ILRAD (1974) : International Laboratory for Research on Animal Diseases. Etabli pour contrôler la tripanosomiase et la theileriosis. Le travail est basé sur l'immunologie et un succès aurait des conséquences incalculables sur des zones entières où il est impossible de faire de l'élevage actuellement.

IRRI (1960) : International Rice Research Institute, créé à Los Banos avec l'aide financière des Fondations Ford et Rockefeller et celle du Gouvernement Philippin ; responsable mondial pour le riz irrigué. Dès 1966, IR 8 est lancé suivi de IR 5.

ISNAR (1980) : International Service for National Agricultural Research. Le rôle de l'ISNAR est de renforcer les programmes nationaux de façon à éviter que les centres internationaux se détournent de leur vocation essentielle, la recherche de base et la recherche appliquée pour faire de la recherche d'adaptation, c'est-à-dire produire des variétés pour tel ou tel pays. Dispose de peu de ressources pour l'instant

WARDA (1974) : West African Rice Development Association. A la différence des autres centres, le conseil de direction de ce centre est constitué de représentants des pays de la zone où il intervient.

*

* *

Financement (1983)

Parmi les pays donataires :

- la Belgique (3,5 millions de dollars),
- la CEE : 5,5 millions

- les Etats-Unis (35 millions)
- la France donne très peu mais finance par ailleurs son propre effort de recherche tropicale,
- le Japon (8,4 millions),
- la RFA (10 millions),
- le Royaume Uni (7 millions),
- la Suède (3,5 millions),
- la Suisse (2,5 millions).

Parmi les organismes financeurs :

- Banque Mondiale (15 millions de dollars),
- Fondation Ford (1,3 million)
- l'IDP (7,4 millions),
- l'IFAD (6,6 millions),
- Fondation Rockefeller (1 million),
- l'UNDP (5 millions).

L'EXEMPLE DU CIMMYT

(Centro internacional de mejaramento de maiz y trigo)
 (Centre international d'amélioration du maïs et du blé)

Le CIMMYT est l'un des grands Centres Internationaux de recherche, le premier fondé en 1943.

Le CIMMYT est la matrice de la recherche agronomique internationale actuelle. Sans son succès initial sur le blé, on ne se serait pas rendu compte aussi vite de la "productivité" extraordinaire de la recherche agronomique dans les pays en voie de développement. Cette première expérience, avec ses réussites éclatantes (blé) et ses difficultés (maïs), a permis d'élaborer les principes d'organisation, de fonctionnement du système que nous connaissons actuellement.

La création du CIMMYT remonte à 1943 quand le gouvernement mexicain et les représentants de la Fondation Rockefeller créent l'Office des Etudes Spéciales. Henry Wallace, vice-président des Etats-Unis, est la cheville ouvrière de la négociation de ce projet, dans des circonstances politiques difficiles : le gouvernement mexicain vient de nationaliser les intérêts de la Standard Oil (c'est-à-dire ceux de la famille Rockefeller), le nationalisme mexicain fait rage et certains prônent une alliance avec l'Axe. Il faut faire un geste d'apaisement. Quelle meilleure solution que d'offrir au Mexique une aide pour développer sa production vivrière alors que sa paysannerie est misérable et la situation alimentaire précaire ?

Le développement du CIMMYT a connu trois phases :

- de 1943 à 1960, c'est un simple programme commun au Ministère de l'agriculture du Mexique et à la Fondation Rockefeller pour accroître la productivité de l'agriculture. Cette période permet d'élaborer un certain nombre de principes de travail, comme la coopération avec des institutions publiques et l'échange libre d'informations. Les efforts de recherche sont guidés par des considérations pragmatiques et cherchent à répondre aux besoins immédiats des agriculteurs. La formation occupe une place centrale dans le programme.

- de 1961 à 1966 se fait la transition vers la création du CIMMYT. En 1961, le Mexique crée son propre organisme de recherche agronomique, l'INIA et la Fondation Rockefeller se trouve déchargée d'une partie de ses tâches de recherche. Elle se tourne alors vers d'autres parties du monde, ce qui la conduit à accroître la quantité de matériel génétique mis à disposition des essais internationaux (ces essais internationaux consistent à tester des collections dans des milieux variés). De ces essais, le CIMMYT retient certains principes de recherche qu'il continue d'appliquer, comme celui des essais multilocaux pour identifier et mettre au point des cultivars d'une bonne productivité et d'une large adaptabilité. Cette mise en commun de la variabilité génétique a élargi la base de travail des programmes nationaux si bien que les bénéfices d'un réseau multinational d'essais sont devenus évidents. C'est ainsi que l'expérience du CIMMYT a servi à organiser l'IRRI.
- en 1966, le CIMMYT est formellement établi sur la base d'une vocation internationale et sous la responsabilité d'un conseil d'administration (Board of Trustees) indépendant. De 1969 à 1971, les succès sur le terrain du CIMMYT et de l'IRRI et les besoins financiers de ces deux institutions conduisent à étendre le système dans le cadre du Groupe consultatif de la recherche agricole internationale (CGIAR), fondé en 1971 sous les auspices de la Banque Mondiale, de la FAO et de l'UNDP.

POLITIQUE GENERALE

L'objectif du CIMMYT est de soutenir et d'appuyer les efforts de recherche des pays en voie de développement qui produisent du maïs et du blé. Il est un centre de services aux recherches agronomiques nationales des PVD, une sorte de banquier d'informations, de méthodes, de matériel génétique, de formation.

Le Centre a particulièrement bien réussi pour le blé (35 millions d'ha de blé dans le monde sont cultivés avec des variétés comportant dans

leur ascendance du matériel génétique fourni par le CIMMYT mais moins bien pour le maïs dont le programme de recherche a été réorganisé en 1973. Sans que les documents consultés soient très explicites sur les raisons de cette réorganisation, ils laissent penser que le CIMMYT a extrapolé au maïs (culture d'autosubsistance au Mexique), les résultats spectaculaires et rapides qu'il avait obtenu sur le blé (culture industrielle) et en a conclu qu'il suffisait d'augmenter le potentiel de rendement pour démarquer un mouvement de modernisation et des transformations des structures de la paysannerie. Le CIMMYT s'était alors profondément engagé dans la mise au point d'hybrides dont le potentiel de production est en principe plus élevé que celui des variétés à pollinisation ouverte, puisqu'il considérait le fait variétal comme l'outil essentiel de transformation de l'agriculture.

Ouvrons ici une parenthèse. Cette conception du rôle moteur du génétique reste sous-jacente même lorsqu'elle est explicitement dénoncée. Ainsi, le CGIAR, après avoir rejeté l'idée que l'on puisse séparer les composantes génétique et environnement lorsqu'on s'attelle à la tâche pratique d'accroître la productivité des cultures, écrit : "Néanmoins, dans le développement de l'agriculture, il reste que c'est souvent l'amélioration génétique qui a ouvert la voie au changement technique" (Second quinquennial Review, p. 48).

Cette formule est ambiguë et la réalité plus complexe. L'amélioration génétique ne fait que rendre possible le changement technique. Celui-ci ne se fait que si un grand nombre d'autres conditions sont remplies. Beaucoup de ces conditions ne sont pas modifiables à court terme : par exemple, se procurer des engrais est facile, mais encore faut-il une infrastructure routière pour les acheminer auprès des agriculteurs. Il se peut, et c'est notre interprétation de la "Révolution Verte", que ces infrastructures existent (par exemple, un bon contrôle de l'eau, de bonnes infrastructures générales) et soient mal utilisées par le matériel variétal disponible. Le fait variétal ouvre alors la voie au changement technique visible, c'est-à-dire à l'utilisation d'intrants industriels et les nouvelles variétés apparaissent alors comme "miraculeuses". Il nous semble qu'il faut distinguer précisément les composantes court terme des composantes long terme.

Pour revenir au maïs, le CIMMYT note qu'"en 1980, la plupart des programmes nationaux faits en collaboration ont réorganisé leur stratégie de sélection selon le modèle de l'amélioration des populations utilisé par le CIMMYT. Dans la plupart des cas, ces réorganisations ont constitué un changement majeur par rapport aux stratégies de sélection antérieures" (CIMMYT Looks Ahead, a Planing Report for the 1980's, p. 12). C'est dire l'influence très profonde du Centre sur la méthodologie de la recherche en maïs.

Depuis 1973, le CIMMYT a mis en place une politique de régionalisation de son activité pour plusieurs raisons :

- le développement des Instituts nationaux de recherche (voulu par le Centre) conduit à une multiplication des accords bilatéraux.
- la politique de sélection des populations d'une grande adaptabilité rencontre des limites évidentes : les insectes, les maladies, le contrôle des adventices, les conditions agro-climatiques sont différents d'une zone à l'autre et une adaptation spécifique au milieu est nécessaire.

Les centres régionaux sont donc des relais de l'action du CIMMYT. Ils ne sont pas des mini-CIMMYT. Les chercheurs sont simplement détachés auprès de ces programmes régionaux ; ils assurent ainsi la continuité de l'action du Centre, en appliquant ses méthodes et ses techniques.

La plupart des économistes du CIMMYT sont détachés dans les programmes régionaux et y jouent un rôle important : "En effet, c'est un principe fondamental de la philosophie du CIMMYT que la recherche dans les exploitations est la clef de la compréhension du cheminement des innovations dans la production". (CIMMYT Looks Ahead, a Planing Report for the 1980's, p. 33).

Enfin, le rapport note que la politique de formation menée par le CIMMYT lui permet de mettre en place cette politique régionale puisqu'elle permet une continuité méthodologique du travail depuis Mexico jusqu'aux recherches nationales.

Le Centre fournit 5 sortes de services aux programmes nationaux :

- du matériel génétique sélectionné,
- la formation des cadres (staff),
- les procédures pour mener à bien les travaux,
- une aide (consultants) pour organiser les programmes de recherche et de production,
- des informations destinées aux programmes nationaux.

Le matériel génétique (Germ plasm)

La fourniture de matériel génétique amélioré est l'une des activités dominantes du CIMMYT. Elle est basée sur le principe des essais multi-locaux et de la sélection des cultivars exhibant des qualités supérieures. 85 pays participent au programme maïs du CIMMYT. Au début des années 70, le Centre a acquis un réseau de station d'essais au Mexique, dans des conditions agro-climatiques variées pour faire son travail d'amélioration avec plus de précision. En outre, le programme maïs comprend maintenant les aspects nutritionnels (amélioration de la protéine), l'objectif étant de faire des maïs excellents pour l'alimentation humaine.

Pour les céréales à paille, 38 différents types de nurseries (une nurserie est une collection de variétés ou lignes que les sélectionneurs font tester dans différents lieux) ont été distribuées en 1977 dans 115 pays.

La variabilité génétique et son développement (Germ plasm development)

* Maïs

Le maïs illustre bien la méthode mise au point par le CIMMYT. 33 pools génétiques sont en cours de sélection pour les différentes régions du monde, chacun des pools étant un mélange de matériel venant de diverses parties du monde, mais possédant des caractéristiques communes. Ce matériel est sans arrêt recombiné et amélioré, par la méthode half-sib (moitié frère, moitié soeur) de sélection. Il y a 500 familles par pool, et chacun des pools subit deux cycles de sélection par an. Enfin, chaque année

on ajoute aux pools existant du matériel nouveau. Notons que la pression de sélection exercées est faible parce que le CIMMYT veut conserver la diversité génétique des pools.

De ces pools, on tire des populations (26 en 81), sélectionnées continuellement par la méthode des full sib (frère et soeur). Les sélections s'attachent à des problèmes différents selon les populations et sont testées à la quatrième génération par le réseau mondial du CIMMYT. Les critères de sélection des maïs tropicaux sont la taille de la plante (ces maïs font trop de tige par rapport au grain qu'ils produisent) ; la précocité (plus de souplesse dans les dates de plantation, possibilité de culture dérobée) ; la résistance aux maladies (avec l'IITA qui a trouvé des sources de résistances au virus "streak", le CIMMYT met au point des variétés résistantes pour l'Afrique), et aux insectes (ce qui est important dans les pays sous développés où les insecticides sont chers ou indisponibles) ; enfin, recherche des variétés plus nutritives (variétés porteuses du gène opaque + endosperme dur).

* Les programmes spéciaux :

Ils portent particulièrement sur la précocité, la résistance à la sécheresse, les croisements interspécifiques (travail en veilleuse du fait du manque de crédits).

* Les programmes régionaux :

Regional maize programs in 1981

Region and operations base	Number of cooperating countries	Start of CIMMYT arrangement	CIMMYT staff assigned	Current donor
* Central America and Caribbean (Mexico and Guatemala)	13	1974	2	Switzerland
* South and Southeast Asia (Thailand)	11	1976	2	UNDP/ Rockefeller Foundation
* Andean countries (CIAT, Columbia and Ecuador)	5	1976	3	Core Unrestricted
* Mideast (Turkey)	9	1979	1	Core Unrestricted
* West Africa (IITA, Nigeria)	13	1980	2	Core unrestricted

Ils concernent l'Amérique Centrale et les Caraïbes, le Sud et le Sud Est de l'Asie, les pays andins, le Moyen-Orient et l'Afrique Occidentale et sont financés soit sur le budget propre de l'Institut (core budget) soit par des crédits affectés. Notons qu'en Egypte, on a mis sur pied deux entreprises de production de semences pour produire 2 000 tonnes de semences certifiées.

* Blé

Le matériel génétique a été distribué dans 103 pays. La fiabilité des plantes est le critère dominant de sélection avant même le potentiel de rendement. Le CIMMYT accorde donc une très grande importance aux résistances, en particulier aux rouilles. Immédiatement après vient la recherche de la précocité car dans de nombreuses régions du monde, où les terres sont rares, il faut pouvoir faire deux ou trois récoltes par an. Une variété de ce type, Sonalika, couvre des millions d'ha en Inde, Népal, Pakistan, Bangladesh. Dans ce dernier pays, elle explique l'augmentation de la production de blé de 100 000 tonnes au cours des 6 dernières années. Avec le Brésil, le CIMMYT a mis au point des variétés très productives et tolérantes aux hautes teneurs en aluminium des sols brésiliens. Le CIMMYT a trouvé des lignées qui sont capables d'extraire le phosphore, ce qui est important dans beaucoup de pays tropicaux.

Le travail de recherche de résistance aux rouilles est sans fin : on estime qu'une variété résistante le reste de 5 à 10 ans avant qu'une nouvelle race surmonte la résistance. Il existe cependant des matériels dotés d'une "résistance durable". Un autre type de matériel recherche est du type "slow rusting" (l'infection reste bénigne).

Le travail de recherche sur la tolérance à la sécheresse passe largement pour le CIMMYT par des croisements entre variétés de printemps et d'hiver.

Th. de R.

ANNEXES



L'U.R. 507 de l'ORSTOM

BASES BIOLOGIQUES DE L'AMELIORATION DES PLANTES TROPICALES

L'unité de recherche 507 intitulée "Bases biologiques de l'amélioration des plantes tropicales" a centré ses activités sur l'analyse de la diversité des plantes cultivées et de leurs apparentés sauvages, leur conservation et leur utilisation par des voies conventionnelles ou modernes. L'U.R. 507 appartient au Département "Indépendance alimentaire.

La problématique et les hypothèses de travail des recherches conduites par l'U.R. 507 sont les suivantes :

- 1) La création variétale dans les PVD ne peut être un simple transfert des méthodes utilisées par les pays développés ; les variétés produites doivent être adaptées à des contextes écologiques (aléas, parasites ...) agronomiques, économiques et socio-culturels très différents.
- 2) La transformation des milieux tropicaux et l'évolution des techniques agronomiques entraînent une érosion accélérée des ressources phytogénétiques cultivées et spontanées.
- 3) Les progrès récents de la biologie et de la biochimie au niveau cellulaire et leurs applications biotechnologiques ne doivent pas être réservés aux seuls pays développés ; l'amélioration des plantes tropicales est à développer aussi avec ces nouveaux outils.

Les résultats attendus de ces recherches se résument à :

- la constitution de banques de matériel végétal (cultivars traditionnels et formes spontanées),
- l'évaluation de la diversité génétique (caractéristiques morphologiques, physiologiques, agronomiques, biochimiques ; comporte-

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24529 ex 3

Cote : A

ment vis-à-vis des maladies et parasites),

- la connaissance de l'organisation évolutive des complexes multi-spécifiques constitués par les formes cultivées et sauvages apparentées,
- l'utilisation des modes de reproduction naturelle (incompatibilité, apomixie) et artificielle in vitro (multiplication, protoplastes...),
- la régénération de plantes par embryogenèse somatique et le contrôle de la variabilité créée par la culture in vitro,
- la proposition de nouveaux schémas de sélection des espèces étudiées.

L'étude et la conservation des ressources biologiques font partie des grandes motivations de notre temps. Pour les plantes cultivées, leur organisation a été confiée en 1974 au Conseil international des Ressources phyto génétiques (CIRPG - FAO Rome). Les chercheurs ORSTOM participent à cette entreprise depuis une quinzaine d'années par des collectes et l'étude des plantes cultivées et sauvages d'Afrique principalement. De ce fait, ils ont noué des relations multiples avec d'autres organismes internationaux (Centres internationaux de recherche agronomique) ou nationaux des PVD (IDESSA Côte d'Ivoire, EMBRAPA Brésil, ISRA Sénégal) concernés par ce thème. Au niveau français, les collaborations se sont développées avec le CNRS (Gif/Yvette, Montpellier), le CIRAD et le Bureau français des Ressources génétiques.

Les travaux de l'U.R. 507 sont conduits par une trentaine de spécialistes en génétique et biométrie, physiologie et biochimie végétales, avec l'aide occasionnelle de botanistes et pathologistes. Les espèces cultivées considérées sont des céréales (riz, mil, sorgho), des plantes oléagineuses (palmier à huile et cocotier), les racines et tubercules (manioc et igname), un légume (gombo), une graminée fourragère (Panicum maximum) et les caféiers. Résumons quelques aspects significatifs des activités ORSTOM :

1) Prospections (financements français, CEE et IBPGR)

	<u>Complexe d'espèces</u>	<u>Zones de collecte</u>	<u>Accessions</u>
RIZ	<u>Oryza</u> spp.	12 pays d'Afrique 2 pays d'Asie	4 000
MIL	<u>Pennisetum</u> spp.	13 pays d'Afrique	3 500
SORGHO	<u>Sorghum</u>	10 pays d'Afrique	3 000
FONIO	<u>Digitaria</u> spp.	5 pays Afrique occidentale	300
MANIOC	<u>Manihot</u> spp.	Côte d'Ivoire	150
GOMBO	<u>Abelmoschus</u> spp.	10 pays d'Afrique + Thaïlande	2 800
HERBE DE GUINEE	<u>Panicum</u> spp.	2 pays Afrique orientale	400
CAFEIER	<u>Coffea</u> spp.	8 pays d'Afrique	7 000

2) Conservation des collections- **Banque de graines conservées à basse température (+ 4° et - 18°)**

Espèces conservées : Riz, mil, sorgho, fonio, gombo, Panicum

Lieux de conservation : ORSTOM Bondy (France),

ORSTOM Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).

- **Collections vivantes en champ**

Caféiers IRCC Divo (Côte d'Ivoire)

ORSTOM Man (Côte d'Ivoire)

Panicum)

Igname) ORSTOM Adiopodoumé

Manioc)

- **Vitrothèque de microplantes en tube**

Igname ORSTOM Adiopodoumé (Côte d'Ivoire)

- **Cryoconservation d'embryons**

Palmier à huile CNRS Meudon (France)

3) Evaluation

La diversité génétique et l'organisation évolutive des complexes d'espèces sont approchées par des méthodologies variées d'estimation du polymorphisme (ADN, enzymes, morphologie, cytologie..) et des distances

génétiques entre taxons (étude de descendances, croisements interspécifiques). Ces travaux essentiels pour la connaissance des groupes végétaux étudiés et leur utilisation en amélioration sont à la base des thèses de génétique publiées ou en cours de préparation à l'ORSTOM :

- Panicum : Combes (1975), Pernes (1975), Savidan (1982)
- Riz : Second (1985)
- Caféier : Berthaud (1986), Charrier (1978).

L'information relative aux prospections, aux collections et à l'évaluation est stockée dans des bases de données exploitées sur micro-ordinateurs, directement dans les stations de recherche.

4) Valorisation des ressources génétiques

Outre la sauvegarde des ressources génétiques, nos recherches ont pour finalité leur utilisation dans les schémas d'amélioration. Citons à titre d'exemple :

- la sélection de souches naturelles et d'hybrides de Panicum (Côte d'Ivoire, Brésil, Sénégal) reproductibles par apomixie (graines d'origine asexuée),
- la création d'hybrides interspécifiques de caféiers (Arabusta, Congusta) et la proposition d'un nouveau schéma de sélection du Robusta,
- la découverte d'une nouvelle souche de stérilité mâle du mil,
- la sélection de variétés traditionnelles de riz et la création de descendances entre groupes génétiques plus ou moins éloignés.

Nos travaux préparent le développement de méthodes rationnelles de sélection et de multiplication des plantes tropicales ; elles sont le plus souvent mises en oeuvre par des instituts de recherche du CIRAD, les centres nationaux et internationaux de recherche agronomique oeuvrant dans les PVD.

Le secteur "Ressources génétiques et Amélioration des plantes tropicales" de l'ORSTOM sera ouvert à Montpellier à l'automne 1987. C'est une base arrière de recherche et de formation, connectée aux équipes ORSTOM travaillant en Afrique et en Amérique. Elle devrait accueillir une quinzaine de chercheurs et de techniciens. Sa programmation et son organisation ont été définies par concertation avec le secteur correspondant du CIRAD, en vue d'exploiter au mieux la complémentarité des objectifs, des équipes et des moyens de recherche.

Les principaux thèmes de recherche abordés par cette unité seront :

1) les ressources phylogénétiques tropicales :

- . collecte des variétés locales cultivées et de leurs apparentés sauvages,
- . structure génétique de la diversité et plus particulièrement de type biochimique,
- . la conservation des banques de graines,
- . les schémas d'amélioration exploitant les ressources génétiques,
- . les banques de données.

2) la reproduction des plantes in vitro

- . la multiplication végétative in vitro (embryogenèse somatique)
- . la régénération de protoplastes et l'hybridation somatique,
- . les vitrothèques et la cryoconservation.

Ces travaux de recherche seront conduits par des spécialistes en génétique et biométrie, physiologie et biochimie végétales. Des collaborations variées seront développées au plan local, dans le cadre d'Agropolis, avec le CIRAD, le CNRS, l'USTL, l'ENSAM...

Ce secteur scientifique ORSTOM de Montpellier sera doté des unités fonctionnelles suivantes :

- une chaîne d'électrophorèse d'enzyme et d'étude des ADN,

../. ..

..//..

- une unité de culture in vitro et de cytologie,
- des moyens de conservation des graines ; chambre froide (100 m³), congélateurs (5 m³), conteneur à azote liquide,
- une cellule d'informatique et de biométrie (base de données),
- des serres (500 m² en deux tranches).

Sur le plan de la formation, ce laboratoire d'amélioration des plantes tropicales participera aux formations de haut niveau (3ème cycle) existant à Montpellier, par l'intervention de ses chercheurs dans des enseignements (USTL, CNEARC...), par l'accueil de stagiaires préparant des DEA/DAA et des thèses, et par l'organisation de stages spécialisés portant sur la culture in vitro, les marqueurs biochimiques et les ressources phytogénétiques.

ORSTOM-IAM, 3191, Route de Mende, 34060 MONTPELLIER CEDEX
Tél. : 67.63.31.00

ECOLOGIE ET GENETIQUE VEGETALES

A L'ORSTOM

REPertoire DES CHERCHEURS

BOTANIQUE

* **ALEXANDRE Daniel-Yves**

GUYANE-CAYENNE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *AMENAGEMENT AGROFORESTIER*

- PASSE : *REGENERATION NATURELLE DE LA FORET DENSE*

* **BAILLY (ATTIMS) Yvonne**

NLE CALEDONIE-NOUMEA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PHYSIOLOGIE DES SEMENCES TROPICALES. GERMINATION
ET CONSERVATION DE SEMENCES D'ARBRES EXPLOITES.*

- PASSE : *ANATOMIE DE BOIS FOSSILES DU SECONDAIRE. CROISSANCE
ET MORPHOGENESE DANS LE GENRE GOSSIPIUM.*

* **BOURRET Dominique**

FRANCE-PARIS SIEGE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *SUBSTANCES NATURELLES D'INTERET BIOLOGIQUE*

- PASSE : *ETHNOPHARMACOPEE MELANESIENNE PLANTES ALIMENTAIRES*

* **BURGOT Saint Just**

GUYANE-CAYENNE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ECOSYSTEMES TROPICAUX HUMIDES*

- PASSE :

* Ce répertoire a été édité grâce à la collaboration de Jean-Marc LEBLANC, Commission scientifique 4.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 24530 ex 3

Cote : A

- * CORNET Antoine FRANCE-MONTPELLIER
-
- THEME DE RECHERCHE
 - ACTUEL : *ECOSYSTEMES ARIDES, PRODUCTION, DYNAMIQUE, DEGRADATION.*
 - PASSE : *ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES.*
- * CREMERS Georges GUYANE-CAYENNE
-
- THEME DE RECHERCHE
 - ACTUEL : *FLORISTIQUE-SYSTEMATIQUE-MORPHOLOGIE*
 - PASSE : *FLORISTIQUE-SYSTEMATIQUE EN COTE D'IVOIRE, ARCHITECTURE DES LIANES D'AFRIQUE.*
- * CROZIER Françoise FRANCE-MUSEUM PHANER
-
- THEME DE RECHERCHE
 - ACTUEL : *FLORISTIQUE DES ILES DE L'OCEAN INDIEN*
 - PASSE :
- * DESCOINGS Bernard FRANCE-MONTPELLIER
-
- THEME DE RECHERCHE
 - ACTUEL : *SYSTEMATIQUE DES VITACEES, ASCLEPIADACEES*
 - PASSE : *PHYTOGEOGRAPHIE : STRUCTURE DES FORMATIONS HERBEUSES TROPICALES*
- * ELFORT Georges GUYANE-CAYENNE
-
- THEME DE RECHERCHE
 - ACTUEL :
 - PASSE :
- * FEUILLET Christian GUYANE-CAYENNE
-
- THEME DE RECHERCHE
 - ACTUEL : *FLORISTIQUE-SYSTEMATIQUE-MORPHOLOGIE*
 - PASSE : *ARCHITECTURE DES GESNERIACEES - SYSTEMATIQUE ET FLORISTIQUE.*

* FLORENCE Jacques FRANCE-MUSEUM PHANER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FLORISTIQUE POLYNESIE FRANCAISE - PHYTOGEOGRAPHIE - PHYTOECOLOGIE*

- PASSE :

* FORESTA (DE) Hubert CONGO-POINTE NOIRE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *REGENERATION FORESTIERE*

- PASSE :

* FOTIUS Georges BRESIL-PETROLINA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CARTOGRAPHIE BOTANIQUE*

- PASSE : *IDEM + PHYTOSOCIOLOGIE - ECOLOGIE*

* FOURNIER Anne BURKINA FASO-OUAGA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *SAHEL - SAVANES - GRAMINEES - PRODUCTION PRIMAIRE - STRUCTURE - FONCTIONNEMENT.*

- PASSE :

* FRIEDMANN Francis FRANCE-MUSEUM PHANER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FLORISTIQUE DES SEYCHELLES*

- PASSE : *FLORE DES MASCAREIGNES*

* GRANVILLE (DE) Jean-Jacques GUYANE-CAYENNE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FLORISTIQUE-INVENTAIRE-SYSTEMATIQUE-PALMIERS-PROTECTION DE LA NATURE.*

- PASSE : *IDEM + ECOLOGIE DES MONOCOTYLEDONES.*

* GROUZIS Michel

FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : SAHEL, PRODUCTION, ARTIFICIALISATION, DYNAMIQUE, GERMINATION
- PASSE : PROSPECTIONS MILS SAUVAGES, ECOPHYSIOLOGIE DES HALOPHYTES.

* GUILLAUMET Jean-Louis

BRESIL-MANAUS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : DYNAMISME FORESTIER ET RECONSTITUTION DE LA FORET
- PASSE : FLORE VEGETATION ECOLOGIE RESSOURCES GENETIQUES

* HOFF Michel

GUYANE-CAYENNE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : TAXONOMIE, PHYTOSOCIOLOGIE ET INFORMATIQUE (BANQUE DE DONNEES).
- PASSE : GROUPEMENTS VEGETAUX DE NLE CALEDONIE. REVISION ANACARDIACÉES. MISE EN PLACE BASE DE DONNEES.

* HUTTEL Charles

EQUATEUR-QUITO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FORET AMAZONIENNE. PRODUCTION PRIMAIRE. SYSTEMES D'EXPLOITATION. GALAPAGOS CARTOGRAPHIE VEGETATIVE.
- PASSE : FORET TROPICALE. COTE D'IVOIRE. BIOMASSE PRIMAIRE, BILAN HYDRIQUE.

* JAFFRE Tanguy

NLE CALEDONIE-NOUMEA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FLORE NLE CALEDONIE (RECONSTITUTION VEGETATION, FORETS ET MAQUIS).
- PASSE : ECOLOGIE VEGETATION ROCHES ULTRABASIQUES. ETUDE ASPECTS QUANTITATIFS RECONSTITUTION FORET.

* KAHN Francis

PEROU-IQUITOS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FORETS TROPICALES HUMIDES. DYNAMIQUE VEGETATION. ECOLOGIE PALMIERS AMAZONIENS.
- PASSE : SYSTEMES RACINAIRES PLANTES FOURRAGERES. DESCRIPTION ARCHITECTURALES FORETS.

* **LESCURE Jean-Paul**

BRESIL-MANAUS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : PLANTES UTILES DE L'AMAZONIE EQUATORIENNE

- PASSE : ECOLOGIE FORESTIERE EN GUYANE

* **MERLIER Henri**

FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FLORISTIQUE DES PLANTULES DES ADVENTICES TROPICALES

- PASSE : PHYTOSOCIOLOGIE DES JACHERES
LUTTE CHIMIQUE CONTRE ADVENTICES TROPICALES

* **NAMUR (DE) Christian**

CONGO-BRAZZAVILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RECONSTITUTION FORET APRES DEFRICHEMENTS CULTURAUX.
INVENTAIRE FLORISTIQUE.

- PASSE : IDEM.

* **POUPON Henri**

PEROU-LIMA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : VEGETATION LIGNEUSE

- PASSE : SAHEL, PRODUCTION, BIOMASSE, REBOISEMENT.

* **PREVOST Marie-Françoise**

GUYANE-CAYENNE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : REGENERATION APRES COUPE (OU INTERVENTION HUMAINE).
VEGETATION PIONNIERE EN GUYANE.

- PASSE : ARCHITECTURE DES APOCYNACEAE. CROISSANCE,
DEVELOPPEMENT DES APOCYNACEAE

* **REVERSAT France**

CONGO-POINTE NOIRE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : ECOLOGIE FORESTIERE

- PASSE : IDEM

* SABATIER Daniel

GUYANE-CAYENNE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ECOLOGIE DISSEMINATION DES GRAINES*

- PASSE : *FLORE DES GUYANES*

BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DE LA PRODUCTION VEGETALE

* AHEE Jeanne

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *TECHNIQUES IN VITRO. CULTURES DE TISSUS.
MULTIPLICATION VEGETATIVE.*

- PASSE : *CULTURE IN VITRO D'EMBRYONS ZYGOTIQUES DU PALMIER
A HUILE ET DU COCOTIER.*

* ANTHONY François

COTE D'IVOIRE-ADIËPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *RESSOURCES GENETIQUES DES CAFEIERS AFRICAINS.*

- PASSE : *ETUDE DES HYBRIDES HEXAPLOIDES.*

* ARRAUDEAU Michel

PHILIPPINES-IRRI

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *AMELIORATION VARIETALE, RIZ PLOUVIAL*

- PASSE : *AMELIORATION VARIETALE, RIZ (IRRIGUE, PLOUVIAL),
MANIOC, SORGHO, MAIS.*

* BERTHAUD Julien

FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *TRIPSACUM EVOLUTION*

- PASSE : *EVOLUTION DES COFFEA*

* BERTHOU François

SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *UTILISATION DES SESBANIA DANS LA LUTTE CONTRE LES NEMATODES
LES MELOIDOGYNES DES CULTURES MARAICHERES*
- PASSE : *ANALYSE ISOZYMIQUE DES CAFEIERS*

* BEZANCON Gilles

FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *EVOLUTION DES VEGETAUX CULTIVES*
- PASSE : *RIZ AFRICAINS*

* BILLARD Guy

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *RESSOURCES GENETIQUES*
- PASSE : *AMELIORATION DES PLANTES*

* BILLE Jean-Claude

FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PRODUCTION PRIMAIRE, SAVANES PATUREES*
- PASSE : *ECOLOGIE SAVANES, DYNAMIQUE VEGETALE, PRODUCTION
PRIMAIRE NETTE, EQUILIBRE ECOSYSTEMES.*

* BONNEL Eric

LA REUNION-IRAT

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *VARIATIONS SOMACLONALES CANNE A SUCRE*
- PASSE : *BLE HYBRIDE ET STERILITE CYTOPLASMIQUE*

* BORGEL Alain

FRANCE-STE VILMORIN

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CULTURES IN VITRO (TOUTES TECHNIQUES),
PLANTES POTAGERES ET FLORALES*
- PASSE : *GENETIQUE RIZ*

* BUFFARD-MOREL Jacqueline

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MULTIPLICATION VEGETATIVE IN VITRO COCOTIER. EMBRYOGENESE SOMATIQUE*
- PASSE : *MULTIPLICATION VEGETATIVE DU PALMIER A HUILE, LES IGNAME BULBIFERES.*

* CAS Geneviève

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *TECHNIQUES IN-VITRO. CULTURE DE TISSUS. MULTIPLICATION VEGETATIVE*
- PASSE : *ANALYSES MINERALES. CULTURES IN-VITRO SUR PALMIER A HUILE*

* CAUSSE Mathilde

COTE D'IVOIRE-ADIPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CONSERVATION ORYZA LONGISTAMINATA ET CROISEMENT AVEC ORYZA SATIVA*
- PASSE :

* CHAIGNEAU Michel

COTE D'IVOIRE-MAN

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CAFEIERS*
- PASSE :

* CHARRIER André

FRANCE-MONTPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *RESSOURCES GENETIQUES PLANTES TROPICALES*
- PASSE : *RESSOURCES GENETIQUES DES GENRES COFFEA ET ABELMOCHUS, VARIABILITE ET STRUCTURE ESPECE*

* CHAUDRON Jacques

FRANCE-ANTIBES INRA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CULTURE IN VITRO SUR PALMIER A HUILE*
- PASSE : *PALMIERS A HUILE, COCOTIERS, SESBANIA, MIL, SORGHO*

* **CRESTIN Hervé** COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : OPTIMISATION DE LA PRODUCTION DE METABOLITES 2ND, A HAUTE VALEUR AJOUTEE IN VITRO
- PASSE : BASES PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES DE LA PRODUCTION DU LATEX CHEZ HEVEA BRASILIENSIS

* **CLEMENT Jean-Charles** FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RESSOURCES GENETIQUES
- PASSE : AMELIORATION DES PLANTES ARACHIDE, MIL, SORGHO

* **COLONNA Jean-Paul** SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : PHYSIOLOGIE DES PLANTES FIXATRICES D'AZOTE ET DE LA DOUBLE SYMBIOSE "RHIZOBIUM-MVA", ACACIA, NIEBE ETC...
- PASSE : NUTRITION ET FERTILISATION MINERALES DES PLANTES CULTIVEES (CAFEIERS, RIZ, ETC..)

* **COUTURON Emanuel** COTE D'IVOIRE-MAN

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : CAFEIERS : HAPLOIDES DE C. CANEPHORA, DUPLICATION CHROMOSOMIQUE, PROSPECTION, CONSERVATION...
- PASSE :

* **DAGBA Eugène** CONGO-POINTE NOIRE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : INFLUENCE DES CONDITIONS DU MILIEU, EN PARTICULIER LA TEMPERATURE, SUR LE PORT DU HARICOT.
- PASSE : DIAGNOSTIC FOLIAIRE DU MAIS AU BENIN.

* **DUVAL Yves** FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : MULTIPLICATION VEGETATIVE CULTURE IN VITRO - PALMIER A HUILE
- PASSE :

* GHESQUIERE Alain

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *BIOLOGIE POPULATIONS. EVOLUTION DES VEGETAUX. RIZ SAUVAGES ET CULTIVES.*

- PASSE :

* GUENIN Gilbert

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MULTIPLICATION VEGETATIVE IN VITRO. PALMIER à HUILE*

- PASSE :

* HAMON Serge

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *GOMBO RESSOURCES GENETIQUES*

- PASSE : *CAFE RESSOURCES GENETIQUES*

* HANOWER Janina

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PROTOPLASTES CULTURE IN VITRO TISSUS GENRE SESBANIA*

- PASSE : *CARENCE SOUFRE. RESISTANCE SECHERESSE. PHYSIOLOGIE DU LATEX.*

* JACQUOT Michel

FRANCE-CIRAD Montpel

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CULTURES VIVRIERES*

- PASSE : *AMELIORATION VARIETALE ARACHIDE, MAIS, RIZ.*

* KOCHKO (DE) Alexandre

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PROSPECTION, EVALUATION, ORGANISATION EVOLUTIVE ORYZA SATIVA EN AFRIQUE*

- PASSE : *ORGANISATION D'UN GENE MORCELE MITOCHONDRIAL*

* KOECHLIN Jean COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *RESSOURCES GENETIQUES GOMBOS.*

- PASSE :

* LA SADE Claire-Marie FRANCE-NOGENT CTFT

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MICROBIOLOGIE SENESCENCE FRANKIA*

- PASSE : *BILAN ENERGIE/VARIATIONS DENDROMETRIQUES. STRESS
HYDRIQUE/INCIDENCES SUR PHOTOSYNTHESE. LUZERNE*

* LAMBERT Nadine COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PROSPECTION COSTUS L. - PRODUCTION SAPOGENINES STEROIDIQUES*

- PASSE :

* LE PIERRES Daniel COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CAFEIER, HYBRIDE INTERSPECIFIQUE*

- PASSE : *IDEM*

* LEBLANC Jean-Marc FRANCE-BONDY/PARIS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ELECTROPHORESE MIL.*

- PASSE : *ADAPTATION. ANAEROBIOSE MIL-MAIS. ALCOOL
DESHYDROGENASE*

* LEFEVRE François COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *AMELIORATION VARIETALE MANIOC. HYBRIDATIONS INTERSPECIFIQUES*

- PASSE :

* LIEVOUX Danièle

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MULTIPLICATION VEGETATIVE IN VITRO SUR COCOTIER*

- PASSE : *DOSAGES DE CAFEINE, ANALYSES MINERALES DANS LES
PLANTES. CULTURE IN VITRO PALMIER A HUILE.*

* LORQUIN Jean

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *BIOCHIMIE CARREFOUR MEVALONIQUE*

- PASSE :

* LOUARN Jacques

FRANCE-PAU IBEAS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *HYBRIDATION INTERSPECIFIQUE, GENETIQUE, CYTOGENETIQUE,
CAFEIERS DIPLOIDES AFRICAINS*

- PASSE : *VOIES D'AMELIORATION CAFEIERS AFRICAINS ET
MALGACHES.*

* MALAURIE Bernard

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PROTOPLASTES, FUSIONS SOMATIQUES, PLANTES A TUBERCULES.
IGNAMES.*

- PASSE : *PROGRAMME PALMIER, PROGRAMME PROTOPLASTES MIL,
IGNAMES.*

* MARCHAIS Louis

NIGER-NIAMEY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *GENETIQUE EVOLUTIVE MIL PENICILLAIRE.*

- PASSE : *SELECTION DU RIZ AU MALI. RIZ DRESSE ET FLOTTANT*

* MARIN Bernard

FRANCE-MONTPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *COMPARTIMENTATION INTRACELLULAIRE DE SOLUTES.
ATPASES POMPES A PROTONS MEMBRANAIRES.*

- PASSE : *BIOLOGIE MOLECULAIRE DU STRESS HYDRIQUE.
TRANSFERT INFORMATION GENETIQUE.*

* MAUBOUSSIN Jean-Claude

FRANCE-MONTPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : AMELIORATION CANNE A SUCRE

- PASSE :

* MONTENY Bruno

FRANCE-ORSAY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : CARACTERISATION AGROCLIMATIQUE MILIEU NATUREL

- PASSE : ECHANGES RADIATIFS ET BILAN D'ENERGIE.

* NEF Claudine

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : PRODUCTION METABOLITES 2ND

- PASSE :

* NOIROT Michel

FRANCE-GIF SUR YVETT

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : PANICUM MAXIMUM

- PASSE :

* PHAM Jean-louis

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RIZ HYBRIDES INTRASPECIFIQUES

- PASSE :

* RAILLOT Danièle

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : MULTIPLICATION VEGETATIVE IN VITRO PALMIER A HUILE.
CULTURE IN VITRO.

- PASSE :

* RIANDEY Marie-France

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : GENETIQUE - ELECTROPHORESE - MIL
- PASSE : DIAGNOSTIC FOLIAIRE (DOSAGE ELEMENT MAJEUR DANS LES PLANTES).

* SAVIDAN Yves

BRESIL-CAMPO GRANDE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : SELECTIONS PLANTES FOURRAGERES PANICUM
- PASSE : APOMIXIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE

* SECOND Gérard

FRANCE-MONTPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : STRUCTURE GENETIQUE - EVOLUTION - DOMESTICATION RIZ
- PASSE : IDEM

* SEQUIER Jacques

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : PROTOPLASTES
- PASSE : MORPHOGENESE ET RHIZOGENESE DU CACAOYER.
STERILITE MALE CYTOPLASMIQUE DU MIL.

* TOSTAIN Serge

NIGER-NIAMEY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : STRUCTURE ESPECE MILS
- PASSE : HYBRIDES HEXAPLOIDES ARABICA ET ROBUSTA

* TROUSLOT Marie-France

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : APOCYNACEES : CULTURES CELLULAIRES, PHOTOANTOTROPHIE, METABOLITES SECONDAIRES.
- PASSE : DORMANCE DES GRAINES DE PALMIER à HUILE, TUBERISATION MILIEU TROPICAL.

* TROUSLOT Pierre COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : ATPASE TONOPLASTIQUE DU LATEX HEVEA BRASILIENSIS
- PASSE : CARACTERES LYSOSOMAUx LUTOIDES. RESISTANCE
SECHERESSE COTONNIER. VARIABIL. ELECTROPHORESE RIZ

* VARECHON Christian FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : TECHNIQUES IN VITRO, CULTURES DE TISSUS, MULTIPLICATION
VEGETATIVE, PALMIER A HUILE
- PASSE : CARENCE EN SOUFRE ET GLUCIDES ARACHIDE. CULTURE
EMBRYONS ET RACINES ISOLES PALMIER A HUILE.

* VOGEL Marc BRESIL-ITABUNA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RYTHMES CORRELATIONS INTERNES DEVELOPPEMENT CACAOYER
- PASSE : MORPHOGENESE CORRELATIONS INTERNES DEVEL. CACAOYER
FLORAISON FRUCTIFICATION CACAOYER (ARBRE)

* ZUCKERMAN Lawrence FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : MULTIPLICATION VEGETATIVE PALMIER A HUILE
- PASSE : ANALYSES CHIMIQUE

MICROBIOLOGIE ET PARASITOLOGIE VEGETALES

* ALAZARD Didier SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FIXATION BIOLOGIQUE DE L'AZOTE. NODULATION CAULINAIRE.
- PASSE : FERMENTATION EN MILIEU SOLIDE.

* AUFEUVRE Marie-Anna FRANCE-PARIS CESTA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : GROUPE DE TRAVAIL FRANCAIS SUR LES BIOTECHNOLOGIES
- PASSE : MICROBIOLOGIE DE LA FIXATION SYMBIOTIQUE AZOTE

* BALDENSPERGER Jacques SUEDE-STOCKHOLM FIS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : SECRETAIRE SCIENTIFIQUE PRODUCTION VEGETALE
- PASSE : ECOLOGIE MICROBIENNE - RIZIERE - CYCLE DU SOUFRE ET DE L'AZOTE.- FERMENTATION CHAMPIGNON BACTERIE

* BAUDIN Pierre FRANCE-CIRAD MONTPEL

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : CANNE A SUCRE, QUARANTAINE, RESISTANCE VIS A VIS DU CHARBON
- PASSE : MALADIES, DIAGNOSES ET LUTTE DU TABAC, PUIS CANNE A SUCRE (MOSAIQUES)

* BAUJARD Pierre SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : SYSTEMATIQUE ET ECOLOGIE DES NEMATODES
- PASSE : IDEM SUR LES NEMATODES ASSOCIES AU PIN MARITIME DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE.

* BOCCAS Bernard NLE CALEDONIE-NOUMEA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RELATIONS HOTE-PARASITE
- PASSE : PHYTOPHTHORA GENETIQUE ET RELATIONS HOTE-PARASITE

* BOGUSZ Claudine AUSTRALIE-CAMBERRA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : APPROCHE MOLECULAIRE DE LA SYMBIOSE AZOLLA - ANABOENA AZOLLAE
- PASSE : ETUDE GENETIQUE DE LA FIXATION D'AZOTE PAR AZOSPIRILLUM

* **BOGUSZ Didier** AUSTRALIE-CAMBERRA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ETUDE DES LEGHEMOGLOBINES DE SESBANIA ROSTRATA*
- PASSE : *ETUDE BIOCHIMIQUE DE LA NITROGENASE DE K. PNEUMONIAE*

* **BOHER Bernard** CONGO-BRAZZAVILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PATHOLOGIE DU MANIOC : BACTERIOSE VASCULAIRE*
- PASSE : *RELATIONS HOTE-PARASITE, ANTHRACNOSE DU MANIOC*

* **BOISSON Claude** FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *VERTICILLIOSE DU COTONNIER*
- PASSE :

* **BRAUMAN Alain** FRANCE-MARSEILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *BACTERIE TERMITES FERMENTATION LIQUIDE*
- PASSE :

* **CADET Patrice** FRANCE-LYON (UCB)

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *VALORISATION DES RESULTATS OBTENUS SUR LA RECHERCHE DE METHODE DE LUTTE CONTRE LES NEMATODES DE LA CANNE A SUCRE*
- PASSE : *NEMATODES DU RIZ IRRIGUE, DE LA CANNE A SUCRE, CULTURES MARAICHERES, BANANIER*

* **DANIEL Jean-François** CONGO-BRAZZAVILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *DIRECTEUR DE CENTRE*
- PASSE : *BACTERIOSE DU MANIOC ET DES SOLANACEES*

* DECLERT Claude COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *CHAMPIGNONS DES CULTURES MARAICHIERES*

- PASSE : *INVENTAIRE DES MALADIES DES PLANTES CULTIVEES TROPICALES*

* DREYFUS Bernard SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FIXATION BIOLOGIQUE DE L'AZOTE - RHIBOZIUM*

- PASSE : *MODULATION DE TIGES*

* DUBERN Jean FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *INVENTAIRE MALADIES VIRALES PLANTES CULTIVEES AFRIQUE DE L'OUEST. CULTURES MARAICHIERES, VIVRIERES, INDUSTRIELLES*

- PASSE : *COTE D'IVOIRE, MANIOC ARACHIDE*

* FARGETTE Denis COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MOSAIQUE DU MANIOC*

- PASSE : *LA MOSAIQUE NATIVE DU POIS*

* FARGETTE Mireille COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FAUNISTIQUE - TAXONOMIE - NEMATODES PHYTOPARASITES*

- PASSE : *ELECTROPHORESE MELOIDOZYME*

* FAUQUET Claude COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *INVENTAIRE MALADIES VIRALES CULTURES VIVRIERES - CLASSIFICAT ION VIRUS PLANTE - MOSAIQUE DU MANIOC*

- PASSE : *IDEM*

* GARCIA Jean-Louis

FRANCE-MARSEILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ECOLOGIE MICROBIENNE, DIGESTION ANAEROBIE, BIOGAZ, RESIDUS AGRO-ALIMENTAIRES*
- PASSE : *MICROBIOLOGIE DU SOL, DENITRIFICATION - RIZIERE*

* GAUTHIER Daniel

MEXIQUE-INIREB

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *AZOSPIRILLUM, FRANKIA*
- PASSE : *FRANKIA NON LEGUMINEUSES*

* GEIGER Jean-Paul

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *INTERACTION HOTE-PARASITE HEVEA POURRIDIES*
- PASSE : *ANALYSE DES POPULATIONS COLLETOTRICHUM ANTHRACNOSE*

* GERMANI Gaetano

FRANCE-ANTIBES INRA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ECOLOGIE ET TAXONOMIE DES NEMATODES PARASITES DANS LES MILIEUX NATUREL ET CULTIVES DES ZONES TROPICALES ET TEMPEREE*
- PASSE : *ECOLOGIE BIOLOGIE PARASITISME DES NEMATODES ASSOCIEES A ARACHIDE ET AUX LEGUMINEUSES ALIMENTAI*

* GIVORD Louise

FRANCE-STRASBOURG

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *VIRUS-GENES-ANTICORPS MONOCLONAUX*
- PASSE : *IDENTIFICATION DE VIRUS DES PLANTES UTILES. DETERMINATION DU MODE DE TRANSMISSION.*

* GUYOT Jean-Pierre

FRANCE-MARSEILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MICROBIOLOGIE DIGESTION ANAEROBIE, BACTERIES METHANOGENES*
- PASSE : *IDEM*

* HANNIBAL Laure

COSTA RICA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FERMENTATION SOLIDE*

- PASSE :

* HUGUENIN Bernard André

TOGO-LOME

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MAIS - GRAMINEES VIVRIERES - MALADIES FOLIAIRES - PARASITES RACINAIRES - EPIDEMIOLOGIE.*

- PASSE : *STRUCTURES POPULATIONS COLLETOTRICHUM. BIOLOGIE PHYTOPHTHORA. MYCORHIZES CASUARINA.*

* JACQ Vincent

FRANCE-MARSEILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MICROBIOLOGIE ET BIOTECHNOLOGIE DES FERMENTATIONS*

- PASSE : *CYCLES BIOLOGIQUES DU SOUFRE ET DU FER EN RIZIERES INONDEES*

* KOHLER Franz

NLE CALEDONIE-NOUMEA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FUSARIUM CEREALES. MYCOTOXINES-EPIDEMIOLOGIE. ZOOTOXICITE. RELATIONS HOTE/PARASITE.*

- PASSE : *PHYTOPHTHORA/CACAO-CONGO-GAMME D'HOTES/PLANTES MARAICHERES-BACTERIOSE TOMATE.*

* LABAT Marc

CONGO-BRAZZAVILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *BIOGAZ*

- PASSE :

* LAJUDIE (DE) Philippe

SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *NODULINES DE SESBANIA ROSTRATA*

- PASSE : *PLASMIDES, BACTERIOPHAGES, GENETIQUE DU RHIZOBIUM DE SESBANIA ROSTRATA.*

* LE MER Jean

COSTA RICA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FERMENTATION SOLIDE*

- PASSE : *GENETIQUE MOISSURE*

* LERY Xavier

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PRODUCTION METABOLITES 2ND*

- PASSE :

* LOURD Maurice

BRESIL-MANAUS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *ECOLOGIE-EPIDEMIOLOGIE CHAMPIGNONS DU SOL.
PHYTOPHTHORA MANIOC*

- PASSE : *INVENTAIRE-DIAGNOSTIC-RELATIONS HOTE/PARASITE.
ROUILLES DU CAFEIER.*

* LUC Michel

FRANCE-MUSEUM VERS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *NEMATODES*

- PASSE : *NEMATODES*

* MARTINY Bernard

SENEGAL-DAKAR HANN

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *LES NEMATODES DE L'ARACHIDE ET DE LA ROTATION CULTURALE*

- PASSE : *LES NEMATODES DE L'ARACHIDE ET DE LA ROTATION
CULTURALE*

* MATEILLE Thierry

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PHYSIOLOGIE DU PARASITISME*

- PASSE :

* MULLER Raoul

FRANCE-MONTPPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *PHYTOPATHOLOGIE DU CAFEIER*

- PASSE : *PHYTOPATHOLOGIE DU CAFEIER*

* NANDRIS Daniel

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *HEVEA CHAMPIGNON PARASITE*

- PASSE : *ECOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DU PARASITISME DE L'HEVEA*

* NETSCHER Caspar

FRANCE-ANTIBES

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *LES NEMATODES DES CULTURES MARAICHERES*

- PASSE :

* NICOLE Michel

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *POURRIDIES DE L'HEVEA*

- PASSE :

* OLLIVIER Bernard

SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *TAXONOMIE, CULTURES MIXTES DEFINIES,
DIGESTION ANAEROBIE*

- PASSE : *MICORHIZES*

* PARISELLE Antoine

SENEGAL-DAKAR

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *NEMATODES DU MIL ET DE L'ARACHIDE LEUR ROLE SUR LA
PHYSIOLOGIE DES PLANTES*

- PASSE : *UTILISATION DES LEGUMINEUSES DANS LA LUTTE CONTRE
LES NEMATODES*

* PELLEGRIN Frédéric

NLE CALEDONIE-NOUMEA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FUSARIUM, CEREALES, MYCOTOXINES, EPIDEMIOLOGIE, ZOOTOXICITE, RELATIONS HOTE/PARASITE.*
- PASSE : *PHYTOPHTHORA : RADIOSENSIBILITE, DEGRE DE FLOIDIE, MICROSPECTROPHOTOMETRIE, DYNAMIQUE POPULATIONS.*

* PELLETIER Robert

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *VIROLOGIE-PHYTOALEXINES TOMATES, FUSARIOSE PALMIER à HUILE, RESISTANCE CITRUS à GAMMOSE.*
- PASSE : *PHYSIOL., GENETIQUE, NEMATOLOGIE, PHYTOPATHOLOGIE COTON, MILS, SORGHOS, CAFEIERS, PALMIER, TOMATES.*

* PERRAUD Isabelle

FRANCE-MONTPELLIER

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MICROORGANISMES LAGUNAIRES*
- PASSE :

* PROF Jean-Claude

USA-DAVIS UCLA

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *MIGRATIONS JUVENILES SOL, ATTRACTION PAR RACINES, MOLECULES NATURELLES ACTION NEMATOCIDE*
- PASSE : *RECHERCHE METHODE DE LUTTE INTEGREE CONTRE PARASITES CULTURES MARAICHERES.*

* QUENEHERVE Patrick

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *DYNAMIQUE POPULATIONS NEMATODES SUR BANANES*
- PASSE : *IDEM SUR CANNE A SUCRE ET RIZ*

* RAIMBAULT Maurice

MEXIQUE-MEXICO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *FERMENTATION SOLIDES, MOISSISSURES, MANIOC, CAFE, BAGASSE*
- PASSE : *METHANISATION, BACTERIES METHNOGENES SOLS DE RIZIERE SENEGALAIS, LEVURES, ETUDE DE METABOLISMES*

* RAVISE André

FRANCE-BONDY

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RESISTANCE PARASITISME, PHYTOALEXINES, MODULATION, TOMATE, PALMIER A HUILE.
- PASSE : SYSTEMATIQUE RIZ, PLANTES VIVRIERES, MAIS, GENETIQUE, RESISTANCE ROUILLE, FUSARIOSE HARICOT.

* REVERSAT Georges

CONGO-POINTE NOIRE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : PHYSIOLOGIE, NEMATODES
- PASSE : IDEM

* REYNAUD Pierre

USA-CORNELL UNIV.

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FORMATION ORNITHOLOGIE
- PASSE :

* RINAUDO Gérard

FRANCE-PARIS SIEGE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FIXATION D'AZOTE PAR LES LEGUMINEUSES A MODULES CAULINAIRES
- PASSE : FIXATION D'AZOTE DANS LA RHIZOSPHERE DU RIZ

* RIO Bernard

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : POURRIDIEES DE L'HEVEA
- PASSE : ECOLOGIE DES RONGEURS

* ROGER Pierre

PHILIPPINES-MANILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FIXATION AZOTE PAR CYANOPHYCEES DANS LES RIZIERES
- PASSE : ROLE DES ACIDES ALIPHATIQUES DANS LA PEDOGENESE DES SOLS TEMPERES.

* ROUSSOS Sevastianos

MEXIQUE-MEXICO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : BIOTECHNOLOGIE, CHAMPIGNONS, CELLULASES, FILAMENTEUX
- PASSE : TAXONOMIE NUMERIQUE BACTERIES MARINES, BACTERIES SOLS TROPICAUX, FERMENTATION MILIEU SOLIDE.

* SAVARY Serge

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : LEGUMINEUSES - ARACHIDE - ROUILLE - EPIDEMIOLOGIE
- PASSE : CULTURES MARAICHIERES - LAITUE - CERCOSPORIOSE

* SOUCHAUD Bernard

FRANCE-MUSEUM VERS

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : FAUNISTIQUE,, SYSTEMATIQUE DES NEMATODES PARASITES DES PLANTES (ENTRETIEN COLLECTION)
- PASSE :

* SUAVIN Liliane

FRANCE-PARIS SIEGE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : SECRETARIAT TECHNIQUE AU DEPARTEMENT
- PASSE : TRAVAUX DE MICROBIOLOGIE, NEMATOLOGIE, TRAVAUX D'EDITION

* TARJOT Michel

FRANCE-PARIS SIEGE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : RELATIONS CIRA (DEPARTEMENT E)
- PASSE : PHYTOPHTHORA PALMIVORA CACAOYER H. VASTATRIX ET H. COFFEICOLA CAFÉIERS ARABICA, ROBUSTA

* THOUVENEL Jean-Claude

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : MALADIES PLANTES VIRUS VIROIDES MYCOPLASMES
- PASSE : IDENTIFICATION AGENTS INCONNUS, PLANTES VIVRIERES, MARAICHIERES, FOURRAGERES, INDUSTRIELLES.

* TOPART Patrick

COTE D'IVOIRE-ADIOPO

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *NEMATOLOGIE BANANIER*

- PASSE : *TRAVAUX SCIENTIFIQUES*

* VERDIER Valérie

CONGO-BRAZZAVILLE

THEME DE RECHERCHE

- ACTUEL : *BACTERIOSE DU MANIOC*

- PASSE :

**L'INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION (ORSTOM)**

* Etablissement public à caractère scientifique et technologique (décret du 5 juin 1984).

Par ses effectifs, le quatrième après le CNRS, l'INRA et l'INSERM et avant l'INRIA, l'INRETS, le CEMAGREF et l'INED.

* **MISSION**

La mission principale de l'Institut est de promouvoir et réaliser des travaux de recherche susceptibles de contribuer aux progrès économique, social et culturel des pays en développement. Ceci de deux façons :

- par l'étude des milieux physiques, biologiques et humains de ces pays,
- par des recherches expérimentales tendant à donner à ces pays la maîtrise de leur développement.

* **EFFECTIFS (1985)**

1. **Effectifs budgétaires** : 1 526

Soit	761 chercheurs (50 %)
	559 ingénieurs et techniciens (37 %)
	206 personnels de direction et d'administration (13 %)

2. **Effectifs n'occupant pas un emploi budgétaire** : 1 239

Soit	1 056 agents permanents de recrutement local
	48 volontaires du service national et de l'assistance technique
	46 allocataires de recherche (rémunérés par l'ORSTOM)
	59 allocataires de recherche (rémunérés par MRT)
	10 chercheurs d'autres organismes français expatriés dans les équipes ORSTOM
	20 marins.

* BUDGET (1987) (crédits de paiement) : 709 millions de francs

* CHAMP D'ACTION GEOGRAPHIQUE (* = plus de 10 agents expatriés)

- L'Afrique et l'Océan Indien (29 %)

Bénin	Egypte	Mozambique
Burkina *	Gabon	Niger *
Cameroun	Madagascar	Sénégal *
Centrafrique	Mali *	Seychelles
Congo	Maurice	Togo *
Côte d'Ivoire *	Mauritanie	Tunisie *

- L'Amérique Latine et les Caraïbes (7 %)

Bolivia *	Equateur *	Nicaragua
Brésil *	Haïti	Pérou
Chili	Mexique *	Vénézuela

- L'Asie et le Pacifique (1 %)

Bangladesh	Philippines
Inde	Thaïlande
Indonésie *	Vanuatu

- Les DOM TOM (15 %)

Guadeloupe *	Martinique	Polynésie Française *
Guyane *	Nouvelle-Calédonie	

Au total 52 % des effectifs (hors personnel de recrutement local) sont expatriés dans les DOM-TOM et les pays du Tiers-Monde. Le reste (48 %) se trouve pour l'essentiel en France (et dans quelques pays industrialisés : Australie, Etats Unis, Suède).

* LES STRUCTURES DE L'ORSTOM

- 50 unités de recherche organisées dans 8 départements interdisciplinaire :

A Milieu physique et environnement climatique

B Milieux et sociétés

- C Connaissance et mise en valeur des écosystèmes aquatiques
- D Urbanisation et socio-systèmes urbains
- E Indépendance alimentaire
- F Etude et gestion des ressources : énergies, eaux et matières premières
- G Indépendance sanitaire
- H Conditions d'un développement indépendant

- une Direction de la Formation, de l'Information et de la Valorisation (DIVA)

- des Services Scientifiques et Techniques à vocation horizontale
 - . Moyens analytiques
 - . Télédétection
 - . Informatique
 - . Hydrologie
- des Services administratifs

* LES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES

22 groupes de disciplines sont représentés à l'ORSTOM. L'animation et l'évaluation scientifiques se font au sein de 7 commissions scientifiques :

- Géologie-Géophysique
- Hydrologie-Pédologie
- Hydrobiologie et Océanographie
- Sciences du monde végétal
- Sciences biologiques et biochimiques appliquées à l'homme
- Sciences sociales
- Sciences de l'ingénieur et de la communication.



LES EDITIONS DE L'ORSTOM

L'ORSTOM est aussi un éditeur de livres et de productions audiovisuelles auquel vous pouvez passer commande. Trois catalogues permettent de s'informer sur ces publications.

• Commandes de livres et de cartes :

ORSTOM, Service de la diffusion, 70-74 route d'Aulnay, 93140 Bondy, France. (Règlement à l'ordre des Publications de l'ORSTOM, CCP : 22.272.21 Y Paris.)

• Achats ou prêts de productions audiovisuelles :

ORSTOM, Unité de l'audiovisuel, 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy, France. (Règlement à l'ordre des Publications de l'ORSTOM, CCP : 22.272.21 Y Paris.)

Les catalogues de l'ORSTOM

Si vous désirez recevoir les catalogues des livres, des productions audiovisuelles ou des cartes de l'ORSTOM, retournez ce bulletin à ORSTOM-DIVA, 213 rue La Fayette, 75480 PARIS Cedex 10.

M., Mme.....

Organisme :

.....

Fonctions :

Adresse de l'organisme :

.....

Souhaite recevoir : Le catalogue des livres
 Le catalogue audiovisuel
 Le catalogue des cartes

AU SOMMAIRE

	Avant-Propos (Jean-Pierre Alaux)	Page 3
	Les espèces utiles : introduction (Yves Gillon)	Page 7
4	L'adaptation d'une société à son environnement à l'aide de ses plantes cultivées et spontanées : le cas des régions d'Aribinda et de Koudougou (Burkina Faso) (Georges Dupré et Dominique Guillaud)	Page 15
2	Les plantes de cueillette, alimentation d'appoint ou de substitution en pays Soninké (Sénégal) (Monique Chastanet)	Page 39 ✓
5 ?	De la domestication à l'amélioration des plantes : techniques "traditionnelles", techniques "modernes" (Julien Berthaud et André Charrier)	Page 53
4 ?	La biotechnologie de la cellule végétale, un enjeu industriel d'avenir (Bernard Marin)	Page 65
5	Domestication et amélioration du Kava (Vincent Lebot et Pierre Cabalion)	Page 71
2	Connaissances génétiques, alimentation et nutrition dans les pays en développement (Jean-Claude Favier)	Page 77 ✓
5	Approches génétiques à l'ORSTOM : le cas de quelques plantes (riz, mil, panicum maximum, gombos) (Jean-Marc Leblanc, Gilles Bezançon, Gérard Second)	Page 85
4	Les enjeux de l'amélioration variétale pour l'agriculture des pays en développement (Georges Courade)	Page 111
5 ?	Point de vue sur la question des semences (Thierry de Raymond)	Page 129

ANNEXES

5	L'unité 507 de l'ORSTOM : Bases biologiques de l'amélioration des plantes tropicales (Julien Berthaud et André Charrier)	Page 163
5	Répertoire des chercheurs de l'ORSTOM : Ecologie et génétique (Jean-Marc Leblanc)	Page 169
	L'ORSTOM : structures générales	Page 195
	Les éditions de l'ORSTOM (livres, audiovisuels, cartes)	Page 199

Impression
ORSTOM BONDY

•

3

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION (ORSTOM)
213, rue La Fayette, 75480 Paris Cédex 10 - Tel. : 48-03-77-77

Conception : Direction de l'information, de la formation et de la valorisation (DIVA)
à l'ORSTOM.

Les auteurs sont responsables des idées exprimées dans cet ouvrage.

Saisie des textes : Marie-Annie Bidaud (DIVA).