

PN-ABE-291 64707

ICRISAT

Progrès de la recherche

1980



Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides
International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics

Sommaire	1	<i>L'ICRISAT</i>
	2	<i>Introduction</i>
	4	<i>Céréales</i>
	13	<i>Légumineuses</i>
	21	<i>Arachide</i>
	27	<i>Systèmes de culture</i>
	33	<i>Economie</i>
	37	<i>Coopération internationale</i>
	45	<i>Conseil d'administration de l'ICRISAT</i>
	46	<i>Cadres supérieurs de l'ICRISAT</i>

L'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, ICRISAT) est un institut scientifique à vocation éducative, à but non lucratif, financé par de nombreux donateurs regroupés au sein du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale. En 1980, l'ICRISAT a reçu la majeure partie de ses fonds de la part des gouvernements ou agences gouvernementales d'Australie, Belgique, Canada, Etats-Unis, France, Japon, Mexique, Nigeria, Norvège, Pays-Bas, République Fédérale d'Allemagne, Royaume-Uni, Suède et Suisse. L'Institut a également obtenu un support financier des organismes internationaux et privés suivants: Communauté économique européenne, Centre de recherche pour le développement international, Centre international pour le développement des engrais, Leverhulme Trust et Programme des Nations-Unies pour le développement. L'ICRISAT assume la responsabilité de l'information contenue dans cette publication. Si des marques de commerce sont nommées, cela ne signifie ni préférence, ni discrimination de la part de l'Institut à l'égard d'autres produits.

Couverture: Un plant d'arachide cultivé au moyen des techniques de culture de tissus. Ces techniques s'emploient à l'ICRISAT pour créer de nouveaux hybrides d'arachide.

L'ICRISAT

L'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides, connu sous le sigle anglais d'ICRISAT, est l'un des 13 centres d'un réseau mondial de recherche dont l'objectif est l'amélioration de la production alimentaire dans les pays moins développés. Le mandat propre à l'ICRISAT vise à augmenter le rendement, la stabilité et la qualité nutritive de cinq cultures vivrières de base des zones tropicales semi-arides, ainsi qu'à mettre au point des systèmes de culture tirant le meilleur parti des ressources humaines et animales et de la pluviosité limitée de ces régions

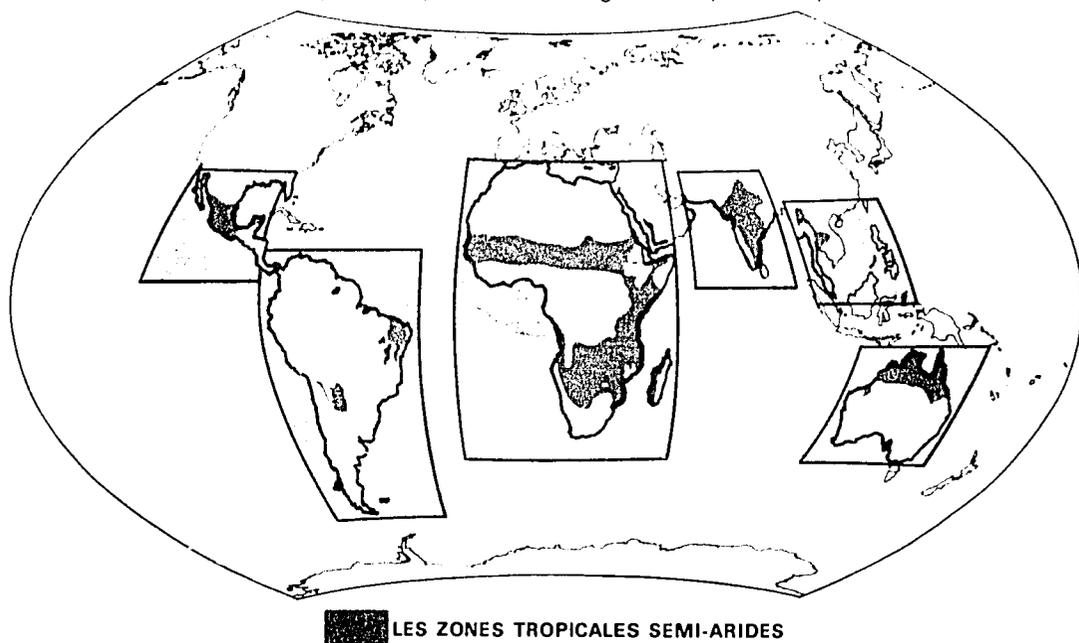
Les zones tropicales semi-arides à longue saison sèche s'étendent sur près de 20 millions de kilomètres carrés et couvrent en tout ou en partie 49 pays sur cinq continents. Elles comprennent une grande partie de l'Inde, des régions de l'Asie du Sud-Est et du Moyen-Orient, deux vastes zones ceinturant l'Afrique, des régions de l'Amérique du Sud et une grande partie du Mexique et de l'Amérique centrale.

Les zones tropicales semi-arides sont des régions difficiles où les pluies sont rares et les sols pauvres en éléments nutritifs. Toutefois, elles abritent une population de plus de 600 millions d'habitants, dont la plupart vivent au simple niveau de subsistance et dépendent, pour leur

alimentation, de la production restreinte de petites exploitations agricoles.

Les cultures faisant l'objet des recherches à l'ICRISAT sont le sorgho et le mil à chandelle, deux des principales céréales des zones tropicales semi-arides, ainsi que le pois d'Angole, le pois chiche et l'arachide qui sont les plus importantes légumineuses alimentaires de ces régions. L'arachide, riche en huile, est également une culture commerciale importante pour le paysan de ces zones. Les quatre autres cultures sont essentiellement des cultures vivrières de subsistance et plus de la moitié de la production totale de chacune d'entre elles est consommée par ceux qui les cultivent; il s'agit même dans certains cas de la totalité de la production.

Les zones tropicales semi-arides fournissent plus de 50% de la production mondiale de sorgho, au moins 95% du mil à chandelle, 90% du pois chiche, 96% du pois d'Angole et 67% de l'arachide. Mais les rendements de ces cultures sont bas en comparaison des rendements moyens obtenus dans les pays développés et des rendements potentiels des zones tropicales semi-arides. C'est la tâche de l'ICRISAT que d'aider les chercheurs et les agriculteurs de ces régions à exploiter ce potentiel.



Introduction

Le petit plant d'arachide sur la couverture symbolise un aspect important de la recherche menée à l'ICRISAT: lorsque la nature ne fournit pas de solution immédiatement utilisable dans les tentatives faites pour améliorer les cultures vivrières des zones tropicales semi-arides, les chercheurs tentent d'en trouver une à plus long terme.

Ce plant été cultivé dans le laboratoire de culture de tissus où des fragments de plants d'arachide, de leurs parents sauvages et des hybrides issus de leur croisement, sont clônés. Ces techniques sont utilisées pour multiplier des plants possédant des caractères souhaitables, tels que la résistance aux maladies, et transférer ces caractères à l'arachide cultivée. Certes, il s'écoulera plusieurs années avant que les producteurs d'arachide bénéficient vraiment des recherches génétiques; mais ce jour approche.

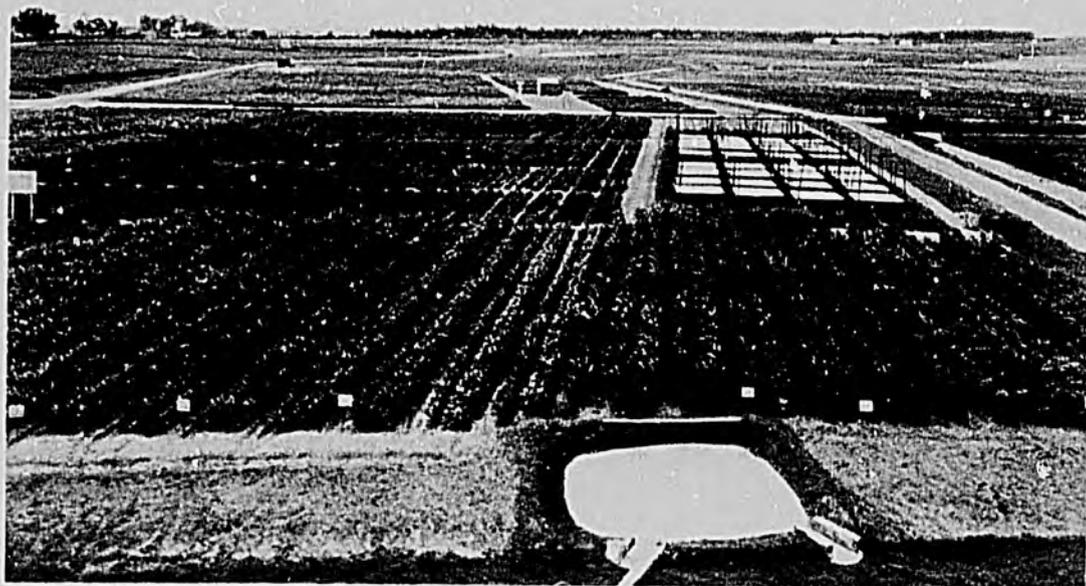
L'ICRISAT s'intéresse autant à ces recherches, dont les bénéfices potentiels se situant dans l'avenir, qu'à obtenir des résultats plus tangibles ou immédiats. Il est fait mention de ces deux types de recherche dans ce rapport portant sur les faits saillants de la recherche effectuée en 1980.

L'ICRISAT est un jeune institut de recherche scientifique qui a été créé en juillet 1972, "sur papier", et dont les programmes de sélection des cultures ont moins de huit ans. Aussi, est-il particulièrement satisfaisant de voir déjà les premiers résultats tangibles, notamment des cultivars de mil à chandelle et de sorgho à haut rendement et résistants aux maladies, atteindre le champ du paysan indien et africain. En Inde, avant d'être mis à la disposition des producteurs, ces nouvelles variétés et hybrides doivent être comparés aux cultivars déjà utilisés. Ces tests se font dans le cadre d'essais gouvernementaux qui durent cinq ans. En Afrique, la procédure est un peu plus rapide et le transfert à l'exploitant plus direct, mais elle nécessite encore des années d'un travail ardu.

La technologie améliorée, mise au point au cours de ces huit dernières années grâce au programme de systèmes de culture de l'ICRISAT, commence également à faire son chemin jusqu'au champ du paysan indien. De plus, ont été amorcées en Afrique, parallèlement au programme d'amélioration des cultures, déjà mieux implanté, des recherches sur les systèmes de culture et des études socio-économiques.

En Syrie, travaillant avec un institut frère, l'ICARDA, on a mis au point des lignées de pois chiche résistantes à l'antracnose due à *Ascochyta*, rendant ainsi possibles un semis en hiver et une production beaucoup plus grande de cette importante culture vivrière du Moyen-Orient et de la région méditerranéenne. En Inde, des lignées hâtives de pois d'Angole ont été créées et sont susceptibles d'augmenter sensiblement la production de cette légumineuse dans le nord du pays.

Ces nouveaux cultivars ont été sélectionnés à partir d'une précieuse collection mondiale de ressources génétiques regroupant les variétés cultivées et des espèces sauvages. Cette collection a débuté dès la création de l'ICRISAT. Ces ressources génétiques sont d'une valeur inestimable pour les sélectionneurs de l'Institut et ceux d'autres centres dispersés à travers le monde. Cette collection



Un champ expérimental au Centre ICRISAT

permet également de préserver pour l'avenir de nombreux génotypes de plantes en voie d'extinction.

Les cultivars et les systèmes de culture améliorés qui commencent à atteindre aujourd'hui les paysans des zones tropicales semi-arides ne sont que les premiers fruits de la recherche de l'ICRISAT. D'autres progrès sont attendus dans un avenir prochain et, si les priorités ont été établies correctement, ils devraient commencer à avoir un impact sur l'agriculture et la production alimentaire dans l'ensemble des zones tropicales semi-arides. Les variétés et les hybrides mis au point à l'ICRISAT donneront finalement de hauts rendements dans les conditions de l'agriculture pluviale, avec un minimum d'intrants apportés par les paysans démunis de ces régions. Plusieurs de ces cultivars seront résistants aux maladies et aux parasites qui y limitent actuellement les rendements et, dans de nombreux cas, enrichiront les sols pauvres en éléments nutritifs car ils pourront, grâce à des bactéries associées aux racines, fixer au maximum l'azote de l'air sous une forme assimilable par la plante.

Sans des quantités abondantes de fertilisants, d'eau pour l'irrigation et de pesticides, les seuls résultats de la recherche n'accompliront pas de "miracle" dans les zones tropicales semi-arides. Néanmoins, ils peuvent y accroître sensiblement la production alimentaire. Ces recherches, par leurs applications pratiques, peuvent réellement améliorer le sort des petits paysans aux ressources limitées, qui n'alimentent aujourd'hui la majeure partie de la population qu'au simple niveau de subsistance. Ce rapport montre les progrès faits en 1980 pour atteindre cet objectif.

L.D. Swindale
Directeur général

Cereales

Le sorgho et le mil à chandelle sont deux des principales cultures vivrières des zones tropicales semi-arides et sont les quatrième et cinquième céréales les plus importantes dans le monde. Ils constituent ensemble la première source de calories en Afrique et la troisième en Asie et au Moyen-Orient. La superficie qui leur est consacrée est la deuxième en importance après celle emblavée en riz.

La demande pour ces deux céréales augmente dans les pays en voie de développement à un taux supérieur à celui de leur production et des déficits substantiels sont prévus d'ici 1990.

L'ICRISAT se doit d'en augmenter le plus rapidement possible la production.

En 1980, un grand progrès a été accompli en rapprochant de nouveaux cultivars de sorgho et mil à chandelle, à haut rendement et résistants aux maladies, des exploitants agricoles d'Inde et d'Afrique. Le cultivar de mil à chandelle WC-C75 a été recommandé par le gouvernement indien pour vulgarisation au niveau paysan après trois ans d'essais variétaux dans le cadre du programme national et deux ans de tests en champ paysan. En outre, une nouvelle lignée, ICMS-7703, est parvenue au stade de test en champ

Le cultivar de mil à chandelle WC-C75, mis au point à l'ICRISAT et testé en champs paysans au Rajasthan, a été recommandé pour diffusion auprès des agriculteurs indiens après 5 ans de tests rigoureux dans les programmes nationaux. C'est un cultivar à haut rendement et résistant au mildiou.



paysan. Les deux variétés sont résistantes au mildiou. Cette maladie a provoqué dans le passé d'importantes baisses de rendement dans les cultures hybrides indiennes de mil à chandelle.

Trois autres nouvelles variétés de mil à chandelle se sont classées première, troisième et quatrième lors des essais initiaux du programme indien et seront soumises aux essais avancés en 1981.

Deux lignées de sorgho, SPV-422 et SPV-424, se sont classées première et seconde sur les vingt évaluées au cours des essais nationaux de post-saison des pluies et seront soumises à la deuxième année d'essais avancés l'an prochain.

Ces nouveaux cultivars peuvent avoir un impact de tout premier ordre sur la production céréalière des zones tropicales semi-arides, où les rendements en sorgho n'atteignent en moyenne que 800 kg/ha et les rendements en mil à chandelle 535 kg/ha dans les conditions d'une agriculture de subsistance. Le cultivar de mil WC-C75 a donné un rendement moyen de 1830 kg/ha au cours des 4 années de tests et le cultivar de mil ICMS-7703, 1870 kg/ha en moyenne sur 3 ans d'essais. Tous deux ont aussi montré leur faible sensibilité au mildiou. Les cultivars de sorgho SPV-422 et SPV-424 ont donné, respectivement, 3860 kg/ha et 3780 kg/ha.

Quatre hybrides de sorgho ont été soumis à la première année d'essais avancés au niveau national indien et deux variétés de sorgho à la deuxième année de ces essais. L'une de ces variétés, SPV-351, a été recommandée pour les essais de précommercialisation de deux ans en champ paysan.

De même, deux hybrides de mil à chandelle produits par l'ICRISAT passeront à la deuxième et première années d'expérimentation avancée en Inde.

En Afrique, au cours des essais de saison des pluies, le cultivar de sorgho Diallel Pop 7-862 a donné un rendement de 2760 kg/ha sur sept sites différents, en Ethiopie, surpassant ainsi tous les autres cultivars. Sa semence a été multipliée et offerte aux exploitants agricoles sous le nom de Malkamash. Il sert maintenant de témoin et les autres cultivars lui sont comparés.

Le cultivar Ind Syn 387-1 a donné, au Kenya, un rendement de 3470 kg/ha contre 3380 kg pour le témoin local. En Inde, sous la désignation SPV-394, il a atteint 3565 kg/ha lors des essais de 1980. Ce cultivar de sorgho pourrait être culti-



Le cultivar de sorgho SPV-422 s'est classé premier sur les vingt engagés au cours des essais 1980 effectués après la saison des pluies dans le cadre du programme national indien. Son rendement a été de 3860 kg/ha.

ve à la fois dans ce pays et dans certaines régions d'Afrique.

Criblage à l'égard de la sécheresse

La capacité du sorgho et du mil à chandelle à supporter de longues périodes de sécheresse et à survivre dans des conditions de pluviosité limitée explique en grande partie leur importance comme cultures de base dans les zones tropicales semi-arides. Leur résistance à la sécheresse est bien supérieure à celle du blé, du maïs et des autres céréales. Les scientifiques de l'ICRISAT cherchent à améliorer encore cette résistance, de même que la stabilité du rendement, de façon à accroître la valeur de ces cultures pour les petits exploitants et les villageois qui dépendent d'elles pour leur alimentation.



Ce cultivar de sorgho à haut rendement, SPV-351, est parvenu au stade de démonstration en champs paysans dans de nombreux états de l'Inde

Les physiologistes de l'ICRISAT ont mis au point des méthodes simples et efficaces d'évaluation de la résistance à la sécheresse d'un grand nombre de lignées de sorgho. Ces techniques permettent d'évaluer la résistance de la plantule à la sécheresse, ainsi que les effets de conditions anormales de chaleur et d'humidité sur la germination et le développement ultérieur de la plante.

Une technique utilisée pour la sélection au stade avancé de croissance repose simultanément sur le pointage visuel et sur la mesure de la température des feuilles au moyen d'un thermomètre à infra-rouge. Les parcelles sous contrainte ne reçoivent qu'une irrigation au moment du semis, les parcelles témoins reçoivent deux irrigations supplémentaires.

La technique employée au stade plantule ne repose que sur le pointage visuel de trois stades: flétrissement, rétablissement et pour-

centage de survivants. L'eau est apportée une seule fois, après le semis, et l'irrigation n'est pas reprise avant qu'un flétrissement important ne se produise.

Cette technique permet le criblage précoce d'un grand nombre de lignées de sélection pour la résistance à la sécheresse. D'autres tests sont mis au point pour évaluer la capacité d'une variété à germer et à émerger du sol dans des conditions anormales de température et d'humidité et lorsque la croûte du sol fait obstacle.

Les lignées de sorgho aux feuilles vernissées montrent en moyenne, au stade plantule, une plus grande capacité de résistance à la sécheresse que les lignées aux feuilles non vernissées.

Les lignées aux feuilles vernissées offrent une résistance multiple, tant à la mouche du pied qu'à la sécheresse, cela a maintenant été confirmé au Centre ICRISAT. Du Japon sont parvenus

des résultats indiquant que ces lignées sont également résistantes à l'helminthosporiose (*Helminthosporium turcicum*). Une étude intensive est en cours pour comprendre la génétique du caractère vernissé et définir son utilisation optimale dans un programme d'amélioration des cultures.

Une étude importante sur le mil à chandelle a débuté en 1980 pour déterminer l'efficacité de la sélection directe en conditions de sécheresse comme moyen d'améliorer la performance des lignées produites dans ces conditions. Cette étude est d'abord effectuée dans la pépinière d'été soumise à la sécheresse et dont l'aridité peut être contrôlée dans son déclenchement comme dans sa durée, par rétention de l'irrigation. Cette méthode permettra d'évaluer les li-

gnées sélectionnées dans des conditions identiques à celles dans lesquelles la sélection a été faite.

Des sélections parallèles se rapportant à huit types génétiques différents sont effectuées durant la saison des pluies (pour reproduire les conditions normales de sélection), ainsi que dans des pépinières d'été, tant irriguées que non irriguées. L'expérimentation finale comparera les performances des produits de chaque milieu de sélection dans les trois milieux différents. Les résultats permettront de déterminer la limite jusqu'à laquelle il convient de pousser la reproduction/sélection en conditions de sécheresse, en tant que procédé distinct de la simple mise à l'essai des produits du programme régulier de sélection pour leur sensibilité à la sécheresse.

Criblage pour la résistance à la chaleur et à la sécheresse. La lignée non résistante D 71463, à droite, montre un échauffement sévère des feuilles; les feuilles de la lignée résistante, à gauche, sont vert foncé.





Les lignées de sorgho aux feuilles vernissées, à gauche, montrent généralement une plus grande résistance à la sécheresse et à la mouche du pied que les autres lignées, telle celle de droite.

Fixation de l'azote

L'azote est un élément vital pour la croissance des plantes, mais les sols des zones tropicales semi-arides en sont généralement déficients et les fertilisants azotés sont coûteux et difficiles à obtenir pour les paysans de ces régions. La mise au point de plantes ayant une bonne capacité à fixer l'azote de l'air à l'aide des bactéries de la rhizosphère et à l'incorporer dans leurs tissus peut donc avoir un impact important sur l'agriculture des zones tropicales semi-arides. Trois domaines de recherche retiennent particulièrement l'attention des microbiologistes dans leurs études sur l'azote appliquées au sorgho et au mil à chandelle

1 Une partie de la recherche consiste en une série d'expériences de bilans d'azote visant à mesurer tous les inputs et outputs d'azote, ce qui permet de déterminer la provenance de l'azote utilisé par la plante. Ceci est

beaucoup plus facile à réaliser en serre qu'au champ. Si les plantes sont cultivées en pots de terre ou de vermiculite, on connaît l'input d'azote apporté par le sol et on peut mesurer la quantité d'azote prélevée par la plante; si le prélèvement d'azote est supérieur à la quantité d'azote perdue par le sol, c'est qu'une autre source d'azote entre en jeu.

Des expériences de bilan à long terme sont effectuées avec le sorgho, le mil à chandelle et les graminées apparentées en utilisant de la vermiculite ou un sol pauvre en azote, avec et sans apport d'engrais; les niveaux de prélèvement d'azote et de production de matière sèche mesurés sont supérieurs à ceux que permet d'atteindre la seule quantité d'azote contenue dans le sol. Des bactéries associées aux racines seraient à l'origine du phénomène.

2 Environ quinze sortes de bactéries fixatrices d'azote ont été identifiées dans le sol autour du sorgho. Les différentes sortes de bactéries sont moins nombreuses dans la rhizosphère, mais leur population est plus forte. La racine réalise une sélection positive en stimulant certaines sortes de bactéries, tant pour le sorgho que le mil à chandelle. On trouve même ces bactéries fixatrices d'azote à l'intérieur du tissu radiculaire de ces deux cultures. Il reste à déterminer si l'inoculation de la plante avec certaines bactéries fixatrices d'azote augmente son prélèvement d'azote et son rendement. Ces études, susceptibles d'aboutir à la mise au point de cultures à plus haut rendement sur les sols pauvres en azote des zones tropicales semi-arides, se poursuivront.

3 Enfin, les ressources génétiques de mil et de sorgho sont criblées pour sélectionner les génotypes ayant la plus grande aptitude à fixer l'azote de l'air dans la rhizosphère et pour déterminer si la sélection et le croisement peuvent favoriser cette activité.

Sur les 284 lignées de mil à chandelle et les 334 lignées de sorgho évaluées, la moitié environ a fait preuve d'une fixation active d'azote. Celle-ci variait en fonction du champ, de la saison (saison ou post-saison des pluies) et du niveau d'humidité du sol. Elle était la plus forte en sol humide. L'apport de nitrates du sol a inhibé cette activité.



Un chercheur prélève un échantillon de gaz au cours d'une nouvelle technique d'expérimentation mise au point à l'ICRISAT pour l'étude de la fixation de l'azote.

La mesure de carottes de sol contenant les racines a montré une grande variabilité des résultats entre les plants, de même qu'entre les mesures effectuées à des moments différents. On a mis au point cette année une technique de culture en pot de plantes cultivées sous serre qui réduit cette variabilité. Une méthode de culture en tube pour le criblage des lignées a également été développée. La plante entière est isolée de façon à obtenir un contrôle total des microorganismes présents.

Ces nouvelles techniques d'utilisation expérimentale de plantes intactes sont riches de promesses pour le criblage de lignées et la sélection de plantes à grande capacité de fixation de l'azote. Ces plantes peuvent être cultivées jusqu'à maturité pour produire des graines qui seront utilisées ultérieurement

dans des programmes de croisement. Certains croisements préliminaires ont été réalisés entre des lignées de mil à chandelle à forte activité de fixation de l'azote.

Priorités de la recherche

Afin de mieux remplir le mandat international qui lui a été confié et d'orienter la recherche pour les dix prochaines années, l'ICRISAT s'est fixé des priorités de recherche pour le sorgho et le mil à chandelle, en fonction des zones d'adaptation existant dans le monde.

Les zones géographiques prioritaires pour le sorgho seront essentiellement la péninsule indienne, l'Afrique occidentale, l'Afrique orientale, l'Afrique méridionale, l'Amérique centrale et le Mexique; soit, grosso modo, les zones tropicales semi-arides où le sorgho est utilisé pour l'alimentation humaine et non animale.

Alors que les zones tropicales semi-arides produisent du sorgho essentiellement pour la consommation humaine, les autres régions, à l'exception de la Chine, produisent surtout du sorgho destiné à l'alimentation animale. Dans certaines régions, la demande en sorgho pour la consommation humaine directe tend à augmenter considérablement, en particulier dans des régions d'Amérique latine et d'Afrique orientale qui sont des zones marginales de production de maïs.

Les zones géographiques prioritaires pour l'amélioration du mil à chandelle, au cours des années 1980, seront l'Afrique occidentale, le nord de l'Inde et le Pakistan.

En Afrique, les pays du Sahel — Mali, Niger, Sénégal, Soudan et Tchad — consacrent au mil une superficie de plus de 7 millions d'hectares, sur les 26 millions qui lui sont consacrés dans le monde, et l'alimentation de base de leurs populations repose essentiellement sur cette culture.

Le Pakistan et les états du nord de l'Inde — Gujarat, Haryana, Madhya Pradesh, Punjab, Rajasthan et Uttar Pradesh — consacrent 8,4 millions d'hectares au mil et méritent une grande attention.

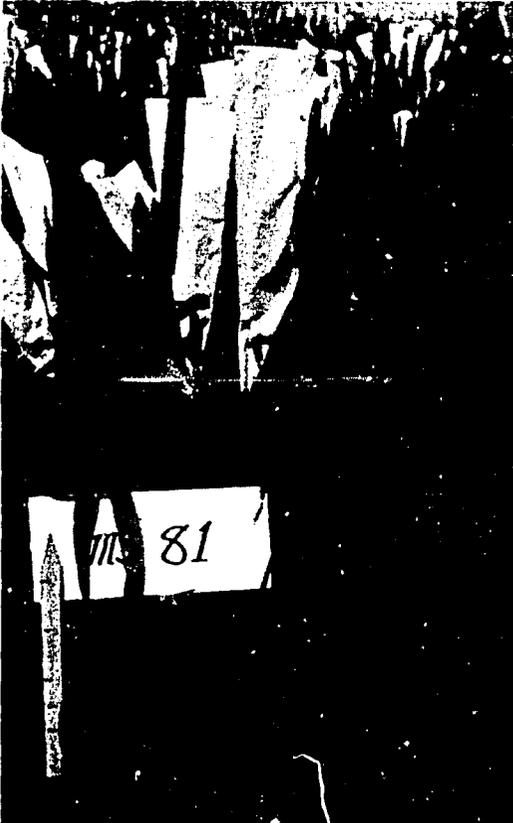
Pour le sorgho comme pour le mil à chandelle, l'accent portera sur la mise au point de variétés et d'hybrides à haut rendement, donnant un grain de bonne qualité et résistants à la

sécheresse, aux maladies, aux insectes parasites et à *Striga*.

Utilisation d'hybrides et de ressources génétiques

Le programme d'évaluation des hybrides de sorgho a trois ans et a déjà donné naissance, comme on l'a noté plus haut, à des lignées qui sont actuellement testées et soumises aux essais indiens. Les essais d'hybrides portent sur 45 entrées qui ont également été envoyées à cinq autres pays en 1980. L'un des buts principaux du programme d'hybridation du sorgho est la recherche de nouveaux géniteurs; quelque 140 entrées ont été sélectionnées et sont à des degrés divers de développement.

Un accent particulier a été mis sur la sélection de lignées mâles stériles de mil à chandelle, nécessaires pour produire des hybrides. Cette lignée, ms81, sera lancée l'an prochain.



La production d'hybrides de mil à chandelle est limitée, en Inde, par la disponibilité de seulement trois lignées mâles stériles, nécessaires pour produire des hybrides. L'effort de recherche a donc été concentré sur la production de lignées mâles stériles et plusieurs d'entre elles, d'origines différentes, sont aux stades finaux de sélection. Une première devrait être prête en 1981.

L'accent a également été placé, dans le programme d'amélioration du mil à chandelle, sur la mise en valeur d'une nouvelle variabilité génétique, en particulier à partir du matériel primitif d'origine africaine (souche locale) recueilli et conservé par l'Unité de ressources génétiques de l'ICRISAT. Pour de nombreuses cultures, l'extraction de la variabilité génétique utile à partir de races locales est un long procédé de sélection. Il s'est heureusement avéré possible, avec le mil à chandelle, de sélectionner, dès les premiers croisements entre races locales et parents adap-

Un sélectionneur de l'ICRISAT sélectionne des ressources génétiques dans la récolte d'un exploitant agricole africain. Ces ressources fournissent une nouvelle variabilité, utilisée dans le programme d'amélioration du mil à chandelle au Centre ICRISAT.





Des ressources génétiques africaines ont été utilisées pour la sélection de ces hybrides de mil à chandelle au Centre ICRISAT.

tes, de nombreuses lignées aux caractéristiques agronomiques souhaitables. Cette nouvelle variabilité, régulièrement offerte à d'autres sélectionneurs, a également fourni de nouveaux parents mâles qui ont permis de tester une large gamme d'hybrides entièrement nains.

Qualité nutritionnelle (sorgho)

L'ICRISAT a commencé en 1980 un programme de coopération avec l'Université agricole et de mécanique du Texas (Texas A & M University) pour l'étude des propriétés physico-chimiques et nutritionnelles du sorgho. Le programme a reçu la coopération de 12 participants en Afrique et en Amérique.

On a procédé à l'évaluation de 25 échantillons de huit types principaux d'aliments répandus dans les zones tropicales semi-arides: chapati en Inde, tortillas au Mexique, injera en Ethiopie,

kisra au Soudan, tô au Mali et en Haute-Volta, bogobe au Botswana et ugali au Kenya. L'objectif était, dans chacun des cas, de fournir aux sélectionneurs de sorgho des données relatives aux propriétés du grain qui méritent une attention accrue dans les programmes de sélection.

Ces études ont permis de déterminer certains caractères de l'endosperme (tissu de réserve constituant la plus grande partie de la graine) susceptibles de servir de critères importants pour la sélection de grains adaptés à la préparation d'aliments spécifiques. Grâce à ce projet, un réseau international efficace d'évaluation de la qualité nutritionnelle a été mis en place et ce travail se poursuivra en 1981.

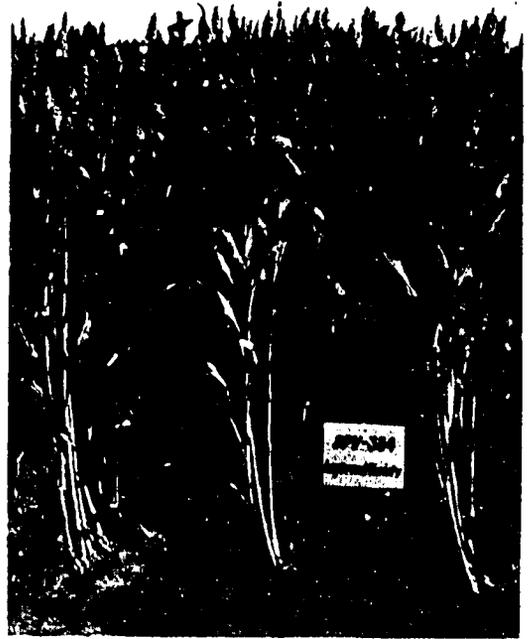
Autres faits saillants

- On a commencé à incorporer dans des parents hybrides la résistance à l'ergot par la

sélection de lignées hautement résistantes de mil à chandelle. Cette résistance à l'ergot s'est également avérée efficace dans les variétés synthétiques lorsque toutes les lignées parentales dont elles sont issues étaient elles-mêmes résistantes.

- Au cours d'un projet de coopération avec l'Université de Reading (Reading University), au Royaume-Uni, on a découvert qu'il peut exister plusieurs races de mildiou. Les ressources génétiques de mil à chandelle en provenance d'Afrique occidentale fournissent toujours des souches de hauts niveaux de résistance et des lignées de résistance stable ont été distribuées et utilisées.
- Des sources de résistance au charbon et à la rouille chez le mil à chandelle ont été identifiées et utilisées dans le programme de sélection. On a observé une réduction significative du développement du charbon lorsque les épis hybrides étaient pollinisés peu après l'inoculation de l'agent pathogène.
- Un nouveau test au champ a permis l'identification de lignées de mil à chandelle aptes à donner de bons rendements à des niveaux élevés comme à des niveaux bas de fertilité.

Les chercheurs de l'ICRISAT accomplissent des progrès substantiels dans la mise au point de lignées de sorgho résistantes aux moisissures des grains, à droite. Des lignées, telle celle figurant à gauche, se sont montrées résistantes pendant trois années de test.



Une belle culture de sorgho à haut rendement, bonne qualité de grain et résistante aux moisissures des grains, au Centre ICRISAT.

- Sur les ressources génétiques de sorgho, 5805 lignées ont été criblées en fonction de leur résistance à la mouche du pied et 323 ont été retenues pour d'autres essais. Trois des lignées résistantes produites par l'ICRISAT ont subi une attaque significativement moindre que les témoins non résistants.
- Cinq lignées de la collection de ressources génétiques de sorgho et une lignée de sorgho à bonne qualité de grain mise au point à l'ICRISAT ont continué à montrer leur faible sensibilité aux moisissures des grains au cours de la troisième année de test sur divers emplacements en Inde et en Afrique.
- On a identifié au Centre ICRISAT huit lignées de sorgho montrant une résistance multiple aux maladies foliaires telles que l'antracnose, l'helminthosporiose et la rouille. Six de ces lignées se sont également avérées résistantes à quatre autres maladies foliaires en plusieurs emplacements d'Inde et d'Afrique.

Legumineuses

Le pois chiche et le pois d'Angole sont les principales légumineuses de l'agriculture de subsistance de la péninsule indienne et occupent également une place importante dans celle d'autres régions tropicales semi-arides. Les rendements sont faibles et leur culture est encore pratiquée sur des sols marginaux avec peu ou pas d'intrants. Cependant, il est intéressant de constater que depuis quelques années la culture du pois chiche et du pois d'Angole se fait

sur des zones non traditionnelles et avec un niveau modéré d'intrants.

Résistance à l'antracnose causée par l'*Ascochyta*

Le programme de sélection du pois chiche mené conjointement avec l'institut frère ICARDA, à

*Une culture de pois chiche à semis d'hiver et quasi-mature (à l'arrière-plan), contrastant avec la culture traditionnelle à semis de printemps. Les lignées résistantes à l'antracnose causée par l'*Ascochyta* et semées en hiver ont donné deux à trois fois le rendement des variétés locales syriennes à semis de printemps.*





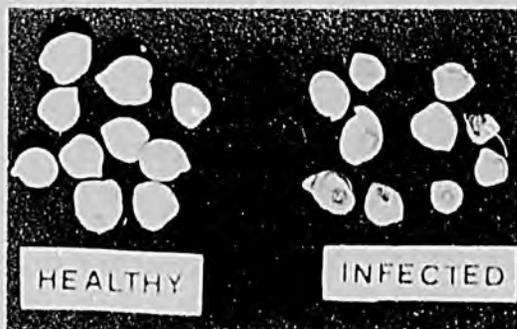
*Une culture de pois chiche endommagée par l'antracnose due à *Ascochyta**

Alep, en Syrie, s'est trouvé renforcé cette année par la nomination à court terme d'un phytopathologiste et d'un entomologiste de l'ICRISAT dans ce centre. Le sélectionneur de l'ICRISAT affecté antérieurement à Alep reçoit l'assistance des chercheurs de l'ICARDA qui s'occupent également des autres légumineuses faisant l'objet du mandat de ce centre. Cette équipe a fait des progrès remarquables au cours des deux ans de recherche coopérative sur le pois chiche, en particulier dans le domaine de la résistance à l'antracnose due à l'*Ascochyta*.

L'objectif principal de ce programme est la création de types kabuli de pois chiche ordinaires et de haute taille, résistants à l'antracnose due à l'*Ascochyta*, donnant des pois plus gros, offrant une tolérance accrue au froid et adaptés aux différentes régions du Moyen-Orient, d'Afrique du Nord, d'Europe méridionale et d'Amérique centrale et du Sud. Le pois chiche de type kabuli donne de gros pois ronds et

blancs, tandis que le type desi, cultivé en Inde, fournit des pois plus petits.

Les expériences ont montré que lorsque l'antracnose due à l'*Ascochyta* est contrôlée



*Les grains de pois chiche, à droite, montrent les dégâts provoqués par l'antracnose due à l'*Ascochyta*.*

par l'utilisation de génotypes résistants, le pois chiche semé en hiver donne des rendements sensiblement supérieurs à celui semé au printemps; ce qui permet d'étendre la production dans des zones plus sèches que l'aire traditionnelle de culture du pois chiche.

Au cours de 19 essais menés en collaboration avec le Ministère syrien de l'Agriculture, la variété d'hiver ILC-482 a donné un rendement moyen en grains de 1839 kg/ha, soit 974 kg/ha ou 113% de plus que la variété de printemps locale. La supériorité de cette variété de l'ICRISAT s'est particulièrement affirmée là où l'antracnose causée par l'*Ascochyta* était si sévère qu'il y eut dans certains cas une perte totale des cultures de la variété syrienne semée au printemps ou en hiver.

En 1979-1980, plus de 9000 lignées issues des ressources génétiques ou de la sélection ont été criblées pour la résistance à l'antracnose causée par l'*Ascochyta*. Depuis deux ou trois ans, 21 génotypes se montrent toujours

résistants, auxquels il faut ajouter 36 descendants, ainsi que 32 lignées des ressources génétiques de l'ICRISAT, qui ont montré une résistance cette année.

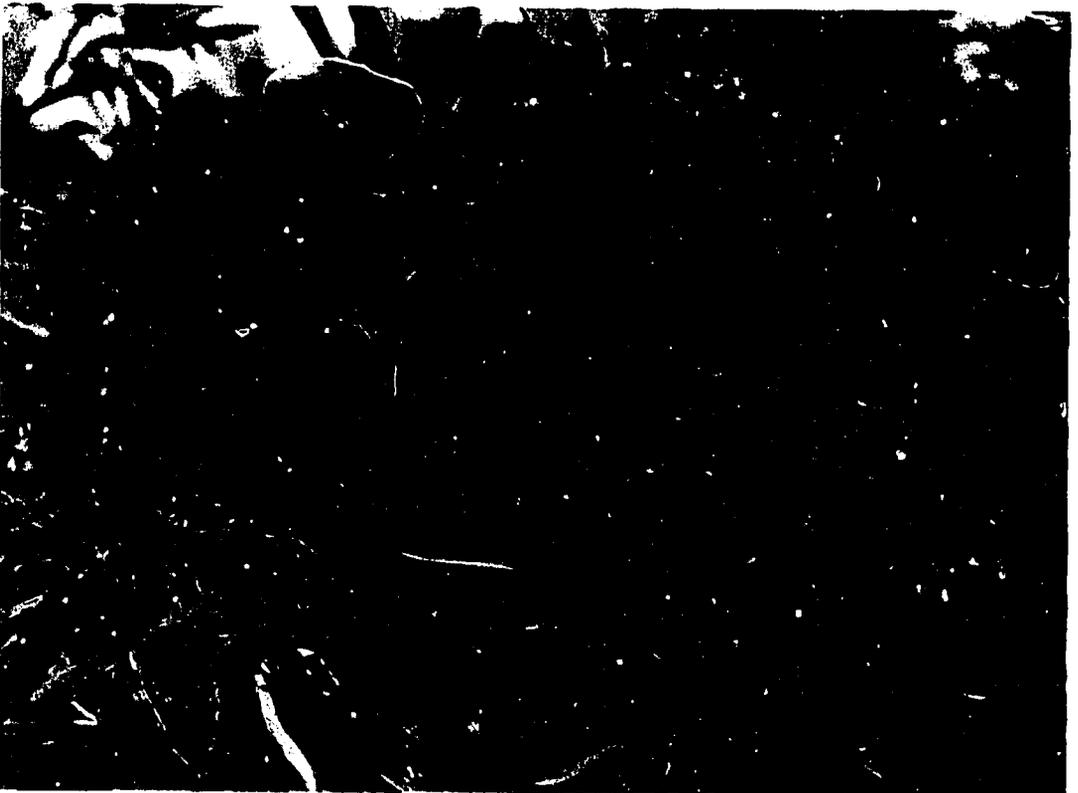
Cette recherche devrait avoir un impact significatif sur la production de pois chiche, non seulement en Syrie et dans d'autres pays du Moyen-Orient, mais aussi en Afrique du Nord où l'on peut tirer parti des pluies d'hiver.

Pois d'Angole hâtif

La région tropicale semi-aride la plus favorable à l'augmentation de la production de pois d'Angole est le nord de l'Inde, où il est essentiellement cultivé sur des terres marginales et où on lui préfère le blé, le riz et les autres cultures commerciales.

Il existerait une forte demande en pois d'Angole de la part des producteurs de blé si cette légumineuse pouvait être produite assez tôt

Gros grains et hauts rendements caractérisent les nouvelles lignées précoces de pois d'Angole.



dans la campagne culturale pour entrer en rotation avec le blé. Dans certains cas, notamment lorsque les coûts d'irrigation posent un problème, le pois d'Angole serait avantageusement substitué au riz comme première culture.

Pour pouvoir entrer dans cette rotation, le pois d'Angole devrait être semé tôt et parvenir à maturation en moins de 150 jours. Actuellement, le cycle moyen de maturation est de 180 jours.

Les chercheurs de l'ICRISAT tentent de résoudre ce problème à la station de recherche coopérative de l'Université agronomique d'Haryana (Haryana Agricultural University), à Hissar, dans le nord de l'Inde. On a créé des lignées à cycle très court, donnant de gros pois et de hauts rendements. Parmi ces lignées, ICPL-81 et ICPL-87 ont un cycle plus court et de bien plus hauts rendements que le meilleur témoin local,

La lignée précoce de pois d'Angole ICPL-81 a donné un rendement de 2175 kg/ha en 119 jours, au cours d'essais effectués dans le nord de l'Inde.



qui a donné 2080 kg/ha en 123 jours. Le rendement d'ICPL-81 s'est élevé à 2175 kg/ha en 119 jours et celui d'ICPL-87 à 3160 kg/ha en 133 jours.

Ces deux lignées, ainsi que trois autres sélections à cycle très court, seront cultivées l'an prochain dans le cadre du programme coordonné indien. En outre, plusieurs sélectionneurs les testeront dans le nord de l'Inde, au cours d'un test de l'ICRISAT effectué sur plusieurs emplacements.

Ces travaux ont suscité un intérêt considérable parmi les producteurs de blé, dont un certain nombre optent déjà pour le pois d'Angole comme culture de rotation.

Ils sont attirés par son excellente capacité à fixer l'azote. Au lieu de nécessiter l'apport d'engrais, comme le riz, le pois d'Angole apporte de l'azote au sol, au bénéfice de la culture de blé qui lui succède. L'irrigation ne lui est pas indispensable, à la différence du riz, bien que l'eau soit un facteur favorable à sa culture, et ses tiges peuvent ensuite servir de combustible. Sur le marché, la demande de pois d'Angole est forte. Il a une haute teneur en protéines et constitue depuis longtemps un aliment de base du régime alimentaire indien.

Résistance aux maladies et aux parasites

Les scientifiques de l'ICRISAT veulent incorporer dans des lignées à haut rendement de pois chiche et de pois d'Angole des gènes de résistance qui leur permettront de résister à l'attaque des maladies et des parasites responsables des diminutions de rendement.

Dans le cas du pois chiche, les sélectionneurs ont fait des croisements entre parents résistants au flétrissement dû au *Fusarium*, à l'antracnose causée par l'*Ascochyta* et au rabougrissement du pois chiche. Les populations résultantes ont été criblées pour la combinaison des résistances aux trois maladies sur la même plante.

Dans le cas du pois d'Angole, on met au point des lignées résistantes à plusieurs maladies en effectuant le croisement de parents résistants au flétrissement, à la mosaïque stérilisante et à la brûlure due au *Phytophthora*. Trois descendants issus d'un tel croisement se sont avérés



Les lignées de pois d'Angole résistantes à trois maladies principales — flétrissement, mosaïque stérilisante et brûlure due au *Phytophthora* — sont criblées dans la pépinière pour maladies multiples au Centre ICRISAT.

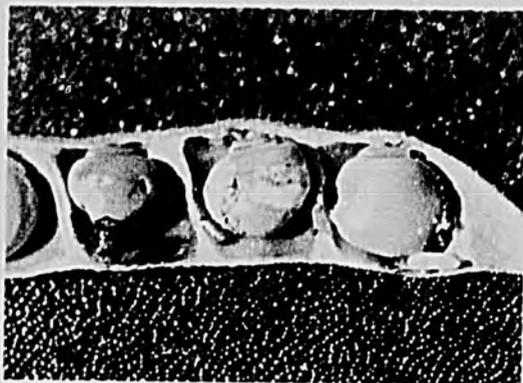
prometteurs et seront évalués pour leurs rendements dans des conditions exemptes de maladie au Centre ICRISAT.

Dans la parcelle soumise au flétrissement, on a constaté que l'incidence du flétrissement est plus faible sur le pois d'Angole si celui-ci est cultivé en association avec le sorgho.

L'*Heliothis*, ou foreur de la gousse, continue d'être un parasite destructeur du pois chiche et du pois d'Angole. Même après cinq ans de criblage, on n'a pas encore identifié de sélections hautement résistantes à l'*Heliothis*, mais des sélections de pois d'Angole ayant une sensibilité nettement plus faible et donnant de meilleurs rendements en champs non protégés ont cependant été identifiées. Celles-ci sont à présent utilisées par les sélectionneurs et testées dans plusieurs stations indiennes par des entomologistes, dans le cadre du programme national.

La sélection du pois chiche ICC-506 a régulièrement donné, au cours des tests effectués ces trois dernières années, sans traitement de protection, les rendements les plus élevés ainsi qu'un pourcentage relativement faible de gousses endommagées. Le mécanisme de résis-

tance de cette sélection fait l'objet d'une étude approfondie en collaboration avec l'Institut Max-Planck (Max-Planck-Institut) de Munich. Ce cultivar a montré une remarquable tolérance aux dégâts causés en début de campagne agricole par les larves d'*Heliothis* et sera multiplié pour être soumis à un test plus extensif en plusieurs emplacements.



Pois d'Angole endommagé par l'attaque de la mouche de la gousse.



Papillons Heliothis l'H. armigera, foreur de la gousse, est le parasite principal du pois d'Angole et du pois chiche en Inde. Au cours de travaux réalisés en coopération avec l'ICARDA, les chercheurs ont découvert que chacune de ces trois espèces attaquent le pois chiche en Syrie.

Fixation de l'azote

Le pois d'Angole et le pois chiche semblent avoir tous deux une excellente capacité à fixer l'azote en symbiose avec le *Rhizobium* et leur croissance optimale ne nécessite généralement pas d'apport supplémentaire d'engrais azoté. Leur constitution génétique favorise en effet l'association de bactéries fixatrices d'azote dans leur système racinaire. L'expérience a montré qu'une culture pure de pois d'Angole conduite en sol noir au Centre ICRISAT avait un effet très

bénéfique sur les rendements de la culture céréalière lui succédant, en l'occurrence le maïs. Les avantages résultant de la culture pure de pois d'Angole se sont révélés équivalents aux gains suscités par l'apport d'environ 40 kg N/ha à une culture de maïs conduite sur une terre ayant été laissée en jachère lors de la saison des pluies précédente.

Au Centre ICRISAT, le pois chiche n'a pas montré une aussi grande capacité que le pois d'Angole à fixer l'azote. Il existe cependant des lignées régulièrement supérieures quant à la nodulation et la capacité à fixer l'azote. Celles-ci seront utilisées dans les programmes de sélection, afin d'incorporer ces caractères dans des lignées plus perfectionnées.

Un apport d'eau tous les dix jours favorise la fixation de l'azote chez le pois chiche. La formation de nodules a continué jusqu'à 47 jours après le semis en conditions humides, mais a cessé

Des lignées de pois chiche de hauteur moyenne, au port dressé, sont développées. Les plants plus hauts, à gauche, peuvent donner des rendements potentiellement plus élevés que les types ordinaires, à droite.



après 34 jours en cas d'interruption de l'irrigation. Le poids et le nombre des nodules sont multipliés par 40 avec l'irrigation. Les différences de rendement avec et sans irrigation ont été également saisissantes: le cultivar testé a produit 1,3 tonne/ha sans irrigation et 3,0 tonnes/ha avec irrigation. Il semble probable qu'une partie au moins de cette augmentation de rendement résulte d'une fixation améliorée de l'azote.

Mise au point d'hybrides de pois d'Angole

De grands progrès ont été faits dans la mise au point d'hybrides de pois d'Angole à haut rendement à partir des lignées mâles stériles déjà disponibles au Centre ICRISAT. De nouvelles sources de stérilité mâle ont été repérées au cours des études menées en coopération avec l'Université de Queensland (University of Queensland), en Australie.

Le pois d'Angole étant généralement autogame, la stérilité mâle est un élément clé pour l'obtention des hybrides, ainsi que la production commerciale de leurs semences. Elle élimine le besoin d'émasculatation manuelle et individuelle des plants nécessaire dans une lignée des parents qui participent au croisement.

La semence des hybrides, à la différence de celle des variétés, ne peut être ressemée; elle

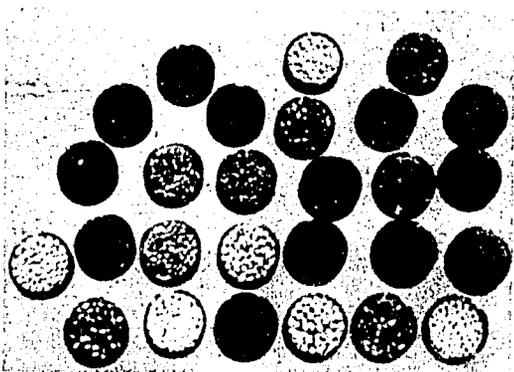
doit être multipliée chaque année en champ au moyen d'une pollinisation croisée contrôlée. Mais les hybrides donnent généralement de meilleurs rendements. Des études récentes indiquent que le coût de production commerciale des semences d'hybride n'est pas un obstacle à l'adoption de ces hybrides par l'exploitant si les rendements de ces derniers sont suffisamment attractifs.

Les recherches se poursuivent pour trouver des lignées mâles stériles ayant une grande capacité spécifique de combinaison et aptes à produire des hybrides à haut rendement. L'un des croisements qui a régulièrement donné de bons résultats est en cours de multiplication pour être testé dans plusieurs stations indiennes. En outre, on a produit plusieurs nouveaux hybrides qui seront testés au Centre ICRISAT. Ceux-ci comprennent à présent des lignées mâles stériles hâtives. De nombreux sélectionneurs se sont procurés ces lignées mâles stériles pour les perfectionner ou incorporer le caractère stérilité mâle dans des variétés localement adaptées.

Trois découvertes faites à Queensland, en Australie, ont permis d'approfondir notre connaissance de la stérilité génétique mâle:

1. Identification du gène mâle stérile pour le caractère anthère translucide chez un génotype de pois d'Angole non photosensible, i.e.

La collection de ressources génétiques de pois d'Angole comprend plus de 8000 entrées. Sa diversité est illustrée par les variations de couleur et de taille des grains.



Fleurs, pétales enlevés, de plants normaux et de plants mâles stériles de pois d'Angole. Les mâles stériles, à droite, qui ne donnent pas de pollen, sont utilisés pour la production d'hybrides.



dont la maturation n'est pas contrôlée par la longueur du jour. L'anthere est la partie de l'étamine qui porte le pollen. Une anthere translucide n'est pas déhiscent (elle ne s'ouvre pas) et ne libère pas le pollen comme le fait une anthere normale; d'où la stérilité mâle.

2. Découverte, dans un matériel sélectionné à partir du cultivar de pois d'Angole Royes, mis au point en Australie, d'une source entièrement nouvelle de stérilité génétique mâle; cette source se retrouve dans dix lignées de plantes à cycle variable.
3. Une troisième forme, également nouvelle, de stérilité génétique mâle a été isolée dans une lignée hâtive et non photosensible. Les anthères ne donnent aucun grain de pollen et sont, à maturité, brunes et recroquevillées, en forme de flèche, ce qui permet une identification rapide et sûre de la plante au champ.

Ces trois sources nouvelles de stérilité mâle seront intégrées au programme de sélection de l'ICRISAT.

Autres faits saillants

- Il existe des différences entre les lignées de pois chiche quant à leur capacité à germer avec peu d'humidité. Cette observation est d'un intérêt primordial, puisque le pois chiche est normalement cultivé après la saison des pluies dans des conditions d'humidité décroissantes.
- La teneur en protéines des grains de pois chiche cultivé en sol salin est considérablement plus faible que celle des grains produits en sols non salins: 15,7% contre 27,3%.
- Plusieurs lignées de pois d'Angole montrent un haut degré de tolérance à la salinité, ce qui peut permettre d'étendre cette culture à des



Le caractère "multi-grains" peut contribuer à l'amélioration des rendements. La présence de quatre grains dans une gousse de pois chiche est peu fréquente, mais certaines lignées produisent régulièrement deux ou trois grains par gousse.

zones actuellement non propices. Cette expérimentation se poursuivra encore un an.

- Les expériences sur la récolte mécanisée du pois d'Angole ont été étendues aux Fiji dans le cadre des recherches menées en collaboration avec l'Université de Queensland, en Australie. Une culture de 40 ha a été récoltée et vendue à un fabricant local de dhal. Le produit a été très bien accepté par les consommateurs. Ceci a renouvelé l'intérêt porté à la culture du pois d'Angole aux Fiji.
- L'irrigation après la saison des pluies d'une culture de pois d'Angole semée tardivement permet d'augmenter d'environ 75% le rendement en grains dans les conditions existant dans la péninsule indienne.

Arachide

L'arachide, ou cacahuète, est en raison de sa haute teneur en huile, l'une des cultures commerciales les plus importantes pour le petit paysan des zones tropicales semi-arides; c'est également une importante culture vivrière. Les zones tropicales semi-arides fournissent 67% de la production mondiale d'arachide, malgré de bas rendements dont la moyenne varie entre 800 et 900 kg/ha, par comparaison aux 2500 kg/ha atteints dans certains pays développés.

Un morceau de coton imbibé d'hormones est appliqué à la base d'une fleur ayant subi une pollinisation incompatible; premier pas vers la production de nouveaux hybrides en laboratoire, au moyen des techniques de culture de tissus.



Les chercheurs de l'ICRISAT essayent d'augmenter les rendements de l'arachide en créant des lignées plus résistantes aux maladies et aux parasites qui limitent actuellement la production dans les rudes conditions de ces zones. Ils ont fait en 1980 un progrès sensible dans cette voie.

Arachis hypogaea, l'arachide cultivée commercialement, est originaire d'Amérique du Sud et ses parents sauvages résistent à plusieurs

Les graines d'hybrides qui ne parviennent pas à maturer sur les plants d'arachide sont cultivées et multipliées en tubes au laboratoire de cytogénétique.



maladies et parasites qui attaquent actuellement l'arachide. Les chercheurs de l'ICRISAT sont parvenus, à partir de sources de résistance issues de l'arachide cultivée et de parents sauvages, à sélectionner des lignées résistantes à la rouille et aux taches foliaires, mais pas encore à certains virus et insectes ravageurs. Quelques parents sauvages résistants aux virus et aux insectes se sont avérés incompatibles avec *A. hypogaea* et n'ont pu être croisés, soit que la fécondation ne se produise pas, soit que les gousses ne se développent pas après fécondation. Mais les cytogénéticiens ont utilisé avec succès des hormones de croissance pour augmenter le nombre de gousses produites par une hybridation incompatible. Les hormones sont appliquées en enroulant autour de l'ovaire, juste après la pollinisation effectuée à la main, un

tampon de gaze de coton que l'on imbibe dans une solution d'hormones.

C'est la première fois que l'on utilise les hormones de croissance à cette fin et les détails de l'expérience ont été communiqués à d'autres chercheurs. Les hormones de croissance n'ont pas permis, jusqu'à présent, de résoudre entièrement le problème d'incompatibilité, car les grains et les gousses qui se développent à la suite de ce traitement parviennent rarement à maturité. Les chercheurs de l'Institut séparent donc les gousses immatures de la plante et les portent au laboratoire, où les graines sont extraites et cultivées selon la méthode de culture de tissus.

Les techniques de culture de tissus utilisées pour l'obtention de plantes entières à partir de fragments de plantes sont connues depuis de

Le virus du "clump" de l'arachide provoque le rabougrissement prononcé de la plante et peut causer des dégâts importants aux cultures, comme dans ce champ près de Ludhiana, en Inde du Nord.



nombreuses années. Jusqu'à l'année dernière, elles n'avaient cependant jamais donné de résultats très satisfaisants pour une large gamme de tissus d'arachide; les chercheurs d'ICRISAT ont alors réussi à produire des plantes entières à partir de presque toutes les parties du plant d'arachide. Des fragments de plant sont disséqués en conditions aseptiques et placés sur un milieu contenant tous les éléments nutritifs et les hormones nécessaires à la croissance. La composition du milieu de culture détermine si les fragments produiront des racines, des pousses ou des tissus embryoides. Plusieurs pousses obtenues à partir d'un fragment de plant sur un milieu déterminé peuvent être séparées et transférées sur un milieu différent qui leur permettra de produire des racines. Ces jeunes plants sont ensuite transférés en sol stérile, dans des conditions contrôlées en laboratoire. Ils y croîtront jusqu'à ce qu'il soit possible de les transplanter à l'extérieur.

Les chercheurs espèrent, en s'appuyant sur ces techniques ainsi que sur les travaux réalisés antérieurement sur les lignées compatibles, créer des hybrides qui permettront d'accroître sensiblement la production d'arachide dans les zones tropicales semi-arides et dans d'autres parties du monde.

Virus du "clump" de l'arachide

La maladie du "clump" de l'arachide a été jusqu'à aujourd'hui signalée dans deux autres États indiens depuis sa découverte au Punjab en 1977. Ce virus provoque un rabougrissement prononcé des plants d'arachide; les feuilles sont petites, d'un vert foncé et le plant ne produit généralement pas de gousses. Même une contamination tardive peut entraîner 60% de pertes.

Depuis le rapport de synthèse 1979, les chercheurs ont réussi à mieux caractériser le virus transmis par la sève isolé au Centre ICRISAT. On a identifié un hôte approprié sur lequel conserver le virus pour purification et élaboré une méthode satisfaisante de purification. Le virus ainsi obtenu a été inoculé ou greffé sur des plants d'arachide sains, où il a reproduit la maladie. Le virus purifié contient environ 5% d'ARN. Les particules microscopiques de virus ont la forme d'une tige (1979 Research Highlights), longue de

200 à 500 nanomètres et large de 23 à 25 nanomètres, avec un cœur central creux.

Le virus possède une gamme de plantes-hôtes extrêmement grande et contamine également plusieurs mauvaises herbes répandues dans les champs d'arachide.

On a découvert cette en collaboration avec la Section de sélection des oléagineux de l'Université agricole du Punjab (Oilseeds Breeding Section of Punjab Agricultural University), à Ludhiana, en Inde, que nombre de nématicides réduisent l'incidence et la propagation de la maladie du "clump"; ce qui confirme l'hypothèse de la transmission du virus par des nématodes. En coopération avec l'Université agricole du Punjab, on a criblé près de 150 lignées de sélection d'arachide dans les sols contaminés du Punjab où la maladie est apparue durant 3 années successives, avec une incidence atteignant 98% pour les cultivars sensibles l'année précédente. Huit lignées n'ont montré aucun symptôme de maladie et dix autres, une très faible incidence. Ces lignées feront l'objet de nouveaux tests en champ et en laboratoire avant que des conclusions soient tirées sur leur éventuelle résistance ou tolérance.

Le plant d'arachide contaminé par le virus de la nécrose du bourgeon, au premier plan, ne produira pas de gousse; les plants non contaminés donneront un plein rendement.



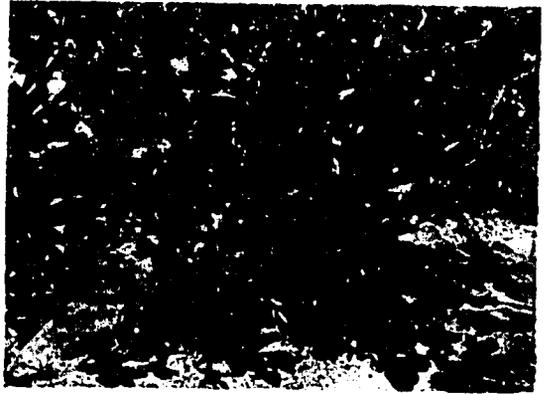
Virus de la nécrose du bourgeon

Il y a une vingtaine d'années, seul un petit nombre d'insectes étaient considérés comme des ravageurs importants de l'arachide. Ils constituent aujourd'hui une des contraintes majeures pesant sur le rendement de l'arachide. Parmi les plus importants en Inde et dans le monde entier figure le thrips *Frankliniella schultzei*, qui est le vecteur principal du virus provoquant la maladie de la nécrose du bourgeon.

La propagation de la maladie de la nécrose du bourgeon est essentiellement liée à l'immigration des thrips. Bien que les migrations des thrips sur l'arachide se produisent tout au long de la période de végétation, les principales migrations se produisent au Centre ICRISAT en août et janvier. Ces insectes sont transportés

plus élevée de peuplement se traduit par une diminution proportionnelle du nombre de thrips par plant et du pourcentage de plants infectés. Certaines lignées sont moins sensibles que d'autres à la contamination au champ. Les insecticides ne s'avèrent efficaces que s'ils sont appliqués deux fois par semaine tout au long de la saison ou en trois ou quatre doses pendant l'immigration des thrips.

Sur la base de ces observations, il est possible de recommander une combinaison de pratiques culturales et traitements insecticides pour réduire les dégâts causés par la maladie. Celle-ci consiste en: (1) un semis précoce (environ 6 semaines avant l'immigration massive des thrips); (2) une plus forte densité de peuplement; (3) l'utilisation de cultivars moins sensibles; (4) l'application d'insecticides pendant l'immigration des thrips. Si elles sont toutes appli-



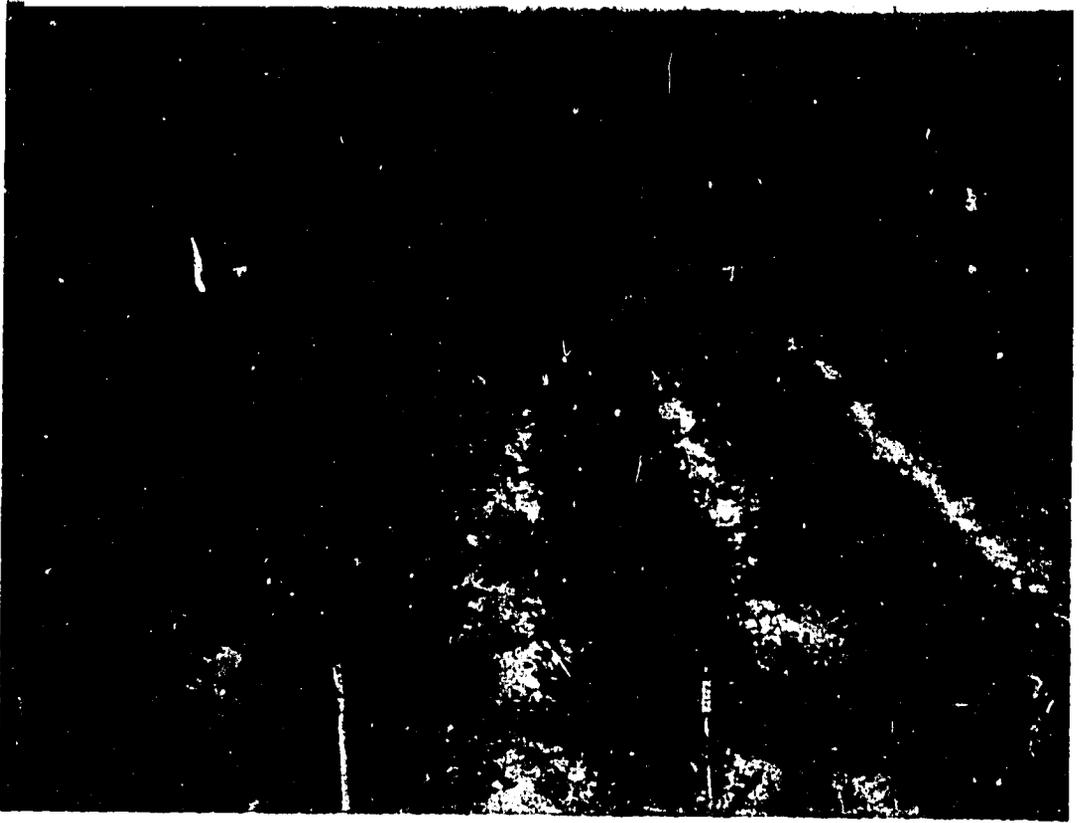
Sur une grappe de boutons d'arachide n'éclot chaque jour, en général, qu'une seule fleur. L'ICRISAT met actuellement au point des lignées à floraison synchrone (à gauche) qui produiront, à partir d'un noeud basal, de nombreuses tiges fructifères parvenant à maturité en même temps (à droite).

par les vents dominants, principalement au crépuscule.

Une contamination précoce peut entraîner une perte totale de récolte tandis qu'une contamination tardive, au stade de remplissage des gousses, ne réduit pas beaucoup le rendement. Le nombre de thrips étant indépendant du nombre de plants par unité de surface, une densité

quées, ces mesures permettent une diminution sensible de la maladie.

Une autre méthode de contrôle du fléau consiste en l'utilisation de sources de résistance à l'insecte. Les cultivars identifiés comme résistants entrent à présent dans les programmes de sélection pour permettre la combinaison des caractères résistance et haut rendement. Les



Lignées d'arachide sensibles à la rouille, à côté de lignées résistantes.

thrips figurent parmi les quatre insectes d'importance mondiale sélectionnés pour criblage par l'ICRISAT; les autres sont les jassidés, les termites et les pucerons.

Des lignées prometteuses ont été sélectionnées et certaines d'entre elles envoyées aux Etats-unis et au Brésil pour faire l'objet de nouveaux tests dans les zones où sévissent d'autres espèces de thrips.

Autres faits saillants

- Les sélectionneurs ont envoyé dans treize pays du matériel de sélection répondant aux critères de résistance à la rouille, haut rendement et précocité, et identifié plusieurs autres lignées résistantes à la rouille et ayant donné de bons résultats au plan rendement potentiel lors des essais au champ.
- Il apparaît que les cultivars résistants à la rouille à Hyderabad le sont également en Afrique et en Asie du Sud-Est, ce qui est une information importante pour les stratégies de recherche. La rouille est une des causes principales de perte de rendement dans l'ensemble des zones tropicales semi-arides.
- La quantité d'aflatoxine, substance cancérigène, que peut produire l'*Aspergillus flavus* dans les semences d'arachide diffère selon les lignées. Les recherches se poursuivent pour trouver le pourquoi de cette tolérance variable.
- Sans irrigation ni traitement de protection des cultures, 15 cultivars de sélection avancée ont donné des rendements supérieurs à ceux des cultivars témoins et, en conditions d'irrigation et de haut niveau d'intrants, 40 sélec-



Culture d'arachide en bon état sanitaire au Centre ICRISAT. Cette culture, non contaminée par les maladies et parasites, donnera un rendement de 6 tonnes ha, en comparaison du rendement moyen de 4,5 tonnes ha obtenu dans les zones tropicales semi-arides.

trons ont surpassé les cultivars témoins. Neuf selections, sur les 15 mentionnées, ont figuré également dans le groupe de 40

- Au centre ICRISAT, la culture de l'arachide en association avec des céréales recevant un apport d'engrais azoté a eu un effet défavorable sur la fixation de l'azote par l'arachide.
- On a découvert que la nodulation de l'arachide est contrôlée par une paire de gènes doubles indépendants. Cette information va faciliter la mise au point de lignées non nodulantes utilisées pour mesurer la réponse de l'arachide aux fertilisants azotés en l'absence de la bactérie fixatrice d'azote *Rhizobium*.

Systemes de culture

Il a été projeté cette année d'expérimenter, hors de la station de recherche et du siège en Inde, la technologie de systèmes de culture qui y a depuis 8 ans régulièrement donné de bons résultats. L'ICRISAT a accepté l'invitation du Gouvernement d'Andhra Pradesh à participer au développement agricole du district de Medak, sous-division politique dans laquelle l'Institut est situé.

Le village cible du travail de l'ICRISAT sera Tadanapalle, à 42 km au nord-ouest du Centre. On aménagera en 1981, avec les exploitants et les fonctionnaires locaux de l'agriculture, un

petit bassin versant d'une quinzaine d'hectares sur lequel il devrait être démontré qu'une augmentation sensible de la production agricole est possible. L'objectif sera d'obtenir deux récoltes par an, au choix des agriculteurs, en Vertisols (sols noirs) profonds où une seule culture est aujourd'hui pratiquée. En de vastes régions de l'Inde les sols de ce type sont traditionnellement laissés en jachère pendant la mousson et mis une seule fois en culture, après la saison des pluies.

La technologie de l'ICRISAT, mise au point et perfectionnée en étroite collaboration avec les

Les exploitants et les fonctionnaires locaux de l'agriculture du district de Medak, en Inde, reçoivent au Centre ICRISAT une formation de première main sur la nouvelle technologie qui sera utilisée pour l'exploitation de leurs Vertisols (sols noirs) profonds, au cours d'expériences conduites en champs paysans.



universités agricoles indiennes et les organisations gouvernementales de recherche, consiste en:

- le modelage de la terre en un système graduel de planches larges et sillons facilitant les opérations culturales et le drainage en surface;
- la préparation de lits de semence pendant la saison sèche, au moyen d'un équipement amélioré à traction bovine;
- le semis en terrain sec juste avant la mousson, avant que le sol ne devienne humide et collant;
- l'apport modéré d'engrais et l'utilisation de cultivars recommandés, à hauts rendements;
- la conduite sur le même sol, après la saison des pluies et la première récolte, d'une deuxième culture.

Les exploitants et les fonctionnaires locaux de l'agriculture sont venus à l'ICRISAT se familiariser avec cette technologie et recevoir la forma-

tion appropriée; ils la mettront en oeuvre en 1981, avec l'étroite collaboration des chercheurs. Si cette technologie s'avère aussi productive pour eux qu'elle l'a été au Centre ICRISAT, elle devrait s'étendre à d'autres régions du pays et amener une augmentation sensible de la production agricole.

Les recherches menées jusqu'à présent montrent que cette technologie donne les meilleurs résultats en sols noirs profonds, dans les zones où les précipitations annuelles sont stables et varient en moyenne entre 750 et 1250 mm par an. Cette ceinture englobe de vastes régions de l'Inde centrale. La technologie ne s'est pas montrée aussi productive dans les régions où la pluviosité est moins stable, ni sur les sols rouges ou les sols noirs peu profonds bien que, dans ces deux derniers cas, elle ait donné de meilleurs résultats que les méthodes traditionnelles d'exploitation. Les scientifiques cherchent toujours à améliorer ces systèmes de culture et pensent pouvoir les adapter aux sols d'Afrique et d'autres régions des zones tropicales semi-arides.

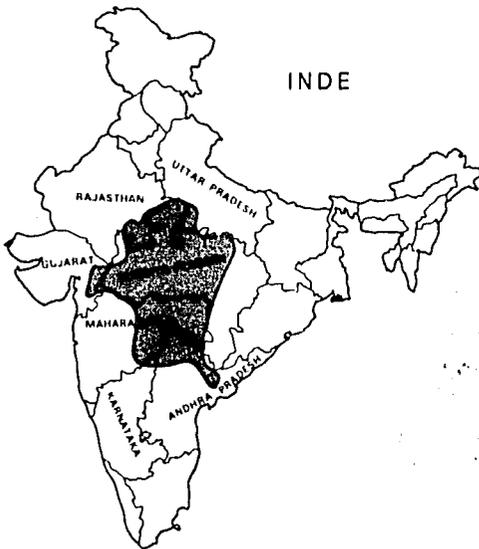
Etudes de fertilité du sol

Les sols des zones tropicales semi-arides sont généralement d'un bas niveau de fertilité. L'intensification de la culture et l'introduction de nouveaux cultivars aux potentialités de rendement et besoins en éléments nutritifs plus élevés rendront ces sols plus déficients encore. L'azote et le phosphore, qui sont généralement les éléments nutritifs les plus limitants, font l'objet d'études poussées dans le cadre des recherches sur les besoins de fertilisants. Une attention particulière est accordée aux systèmes de culture intercalaire céréale/légumineuse.

Azote

Des expériences ont été conduites pendant trois saisons des pluies successives pour évaluer la réponse du sorgho aux engrais azotés et déterminer si la densité de peuplement du sorgho ou l'introduction du pois d'Angole comme culture associée influencent cette réponse.

Les réponses à l'azote ont traduit une utilisation efficace du fertilisant au niveau requis par la culture pour une année donnée, mais ce niveau



Les sols noirs profonds en zones de précipitations stables (en couleur) couvrent une grande partie de l'Inde centrale.



La culture, à droite, témoigne de la réponse spectaculaire du sorgho aux engrais azotés, au cours d'essais menés en sol noir au Centre ICRISAT.

était sujet à des variations sensibles en fonction des conditions pluviométriques saisonnières. En 1979, année marquée par deux sévères périodes de sécheresse de mi-saison, l'augmentation maximum de rendement du sorgho (culture pure) due à l'apport d'azote a été de 1600 kg/ha pour 40 kg N/ha, mais en 1977 et 1978, années de pluviosité respective moyenne et élevée, des réponses maximum de 3200 et 3700 kg de grains/ha ont été observées pour une application de 80 et 120 kg de N/ha.

La réponse à l'azote du rendement en grain du sorgho s'est montrée en général assez peu affectée par l'introduction du pois d'Angole comme culture associée. L'augmentation de population du sorgho et des apports d'engrais azotés ont eu par contre un effet généralement dépressif sur les rendements en pois d'Angole. L'avantage biologique global a diminué avec l'aug-

mentation des apports d'engrais azoté, mais la culture intercalaire montrait encore un avantage substantiel (40%) à haut niveau d'apport d'azote.

Des expériences semblables ont été effectuées avec une culture intercalaire de mil à chandelle et d'arachide, en sols rouges, au cours des trois dernières années 1978-80. L'augmentation des apports d'engrais azotés réduit les avantages de la culture intercalaire. La fertilisation de la céréale dans une culture intercalaire procure moins d'avantages dans le système mil à chandelle-arachide sur sols rouges que dans le système sorgho-pois d'Angole sur sols noirs. L'avantage biologique global de l'association mil à chandelle-arachide est donc beaucoup moins grand que celui de l'association sorgho-pois d'Angole. Aussi il y aurait peu d'avantage à cultiver en association mil à chandelle et arachide si des engrais azotés sont utilisés.

Phosphore

Il y a eu peu de recherches effectuées dans les zones tropicales semi-arides sur les effets à long terme de la fertilisation phosphorée des cultures sèches. Depuis 1976, une expérience à long terme vise à comparer l'efficacité du phosphate sous forme de roches et du superphosphate simple, plus coûteux mais surtout soluble dans l'eau, comme sources de phosphore. Deux séries de parcelles identiques ont été mises en place, chacune faisant l'objet d'une rotation culturale simple de 2 ans consistant en l'alternance d'une culture pure de sorgho, avec une culture intercalaire de mil à chandelle et de pois d'Angole.

Sur ce sol rouge légèrement acide, le superphosphate s'est montré nettement supérieur aux roches phosphatées pendant le premier cycle de 4 ans. Le superphosphate a permis une augmentation moyenne de plus de 100% de la production en grain du sorgho et du mil, alors que l'apport de roches phosphatées n'a provoqué que de faibles augmentations de rendement.

Cette expérience sera poursuivie pendant un cycle de 4 ans pour mesurer l'accumulation de la quantité de phosphore dans le sol et obtenir davantage d'informations sur la stabilité des réponses au phosphore.

Cette expérience a montré que le pois d'Angole ne répondait que faiblement à l'apport de phosphore. Dans un autre champ expérimental, les meilleures réponses ont été obtenues lorsque l'engrais était enfoui beaucoup plus profondément (30 cm) qu'à l'ordinaire (5 cm). En outre, lors d'expériences en serre, les racines du pois d'Angole ont montré une aptitude à absorber le phosphore de sols déficients très largement supérieure à celles du sorgho. L'humidification régulière de la zone d'application de l'engrais phosphoré n'a pas amélioré le prélèvement de celui-ci par la plante.

Pluviométrie

Au cours des recherches, il a été constaté que l'amélioration de la production agricole dans une région donnée nécessitait une connaissance approfondie de ses zones climatiques. Les études réalisées par les agroclimatologues du

programme de systèmes de culture ont permis le tracé de cartes pluviométriques sur lesquelles s'appuie la stratégie de production de deux cultures sur Vertisols profonds en Inde, ainsi que les expériences faites dans d'autres régions de l'Inde.

Les agroclimatologues ont publié en 1980 une étude des caractéristiques pluviométriques de l'Afrique occidentale qui devrait dans l'avenir s'avérer utile à la recherche et au développement agricoles de cette région. Les pays étudiés — Haute-Volta, Niger, Mali, Sénégal et Tchad — couvrent une superficie totale de 4,2 millions de kilomètres carrés et sont situés entre les 7° et 15° degrés de latitude nord, le 17° degré de longitude ouest et le 24° degré de longitude est. L'étude fournit des données sur la pluviosité mensuelle moyenne, l'évapotranspiration potentielle et les précipitations stables pour plus de 280 sites.

A partir de données à long terme n'ayant jamais été publiées auparavant sous forme cartographique, des cartes montrant la pluviosité annuelle et l'évapotranspiration potentielle annuelle moyennes ont été tracées pour la Haute-Volta, la Gambie, le Niger, le Mali, le Sénégal et le Tchad. Ces cartes fournissent une représentation détaillée de la répartition et de la fréquence des précipitations en Afrique occidentale.

L'évapotranspiration potentielle annuelle moyenne en Afrique occidentale suit le modèle de répartition des pluies. Les valeurs de l'évapotranspiration potentielle sont basses dans les zones les plus arrosées et augmentent au voisinage du Sahel.

Polyculteurs

L'un des objectifs à long terme est la mise au point d'un polyculteur à traction animale à usages multiples pouvant être utilisé sur les petites exploitations des zones tropicales semi-arides. La plupart des efforts déployés en ce sens ont été centrés sur l'expérimentation et l'adaptation d'un modèle français, le Tropiculteur, aujourd'hui fabriqué et commercialisé en Inde.

Depuis 1979, l'ICRISAT travaille en collaboration avec l'Institut national de machinisme agricole (National Institute of Agricultural Engineer-



Une culture intercalaire traditionnelle de sorgho et de pois d'Angole (en haut) donne en moyenne, en exploitation agricole, 500 à 1000 kg/ha de sorgho et 200 kg/ha de pois d'Angole. Une culture intercalaire améliorée, telle que celle conduite au Centre ICRISAT (en bas), peut produire plus de 3000 kg/ha de sorgho et environ 1000 kg/ha de pois d'Angole. L'étude des systèmes de culture intercalaire tient une place essentielle dans la recherche sur les systèmes de culture.



Le polyculteur du NIAE, équipé d'un semoir avec distributeur d'engrais, est teste au Centre ICRISAT

ing, NIAE) du Royaume-Uni, pour mettre au point une alternative au Tropiculteur. Le NIAE conçoit et construit les prototypes testés au champ par l'ICRISAT. Des progrès substantiels ont été réalisés en 1980 dans la mise au point d'un modèle plus facile à utiliser.

Le polyculteur du NIAE est conçu pour le montage d'instruments destinés à tous les types de travaux: travail du sol, préparation du lit de semence, épandage d'engrais, semis et lutte contre les mauvaises herbes en systèmes de culture à plat, sur billons ou sur planches. Il peut aussi être utilisé comme charrette.

Pour réduire le coût au minimum, la largeur de voie a été uniformisée à 150 cm; celle-ci est compatible avec de nombreux systèmes de culture et écartements de rangs en culture à plat, sur billons ou sur planches. Une barre-outil de section carrée, en acier, de 40 x 40 mm a été adoptée, conformément aux normes des autres polyculteurs. Ainsi se trouve assurée l'interchangeabilité des instruments entre les différents modèles, grâce à un système commun d'attelage des outils au polyculteur.

La profondeur de travail des instruments peut être réglée au moyen d'une tige filetée placée entre l'essieu de chaque roue et le châssis. Le

châssis et les outils qui y sont attachés peuvent être ainsi relevés ou abaissés par rapport aux roues.

Un mécanisme externe de relevage se bloque lorsque les instruments sont en position haute et en position basse de travail. Le levier de relevage se meut dans un arc d'environ 200° pour relever la barre-outil de 20 cm.

Pour faciliter la fabrication du polyculteur du NIAE, la plupart de ses pièces constitutives sont construites à partir d'opérations simples limitées au découpage, au soudage et au forage. La tige filetée utilisée pour le réglage de la profondeur de travail est une vis standard de cric de camion. Un assemblage d'essieux de voiture d'occasion et des pneus usés sont utilisés afin de réduire le coût au minimum.

Autres faits saillants

- Des expériences de labour préliminaire en sols rouges, dans le système de planches larges et sillons, ont montré que l'augmentation de la profondeur moyenne et le caractère plus complet du labour, de 2,5 à 7,0 cm, entraînaient une augmentation de rendement de 25% et permettaient d'accroître sensiblement l'infiltration de l'eau et la quantité d'azote dans le sol.
- L'unité de machinisme agricole a conçu un nouveau semoir dont le coût est environ inférieur de moitié à celui des semoirs existants et dont les performances sont supérieures. La trémie du semoir étant montée sur le châssis du polyculteur, le levage et l'abaissement de la barre-outil nécessitent un effort moindre, et l'épandage d'engrais et le semis peuvent être aisément combinés en une seule opération.
- Les premières expériences utilisant des engrais azotés marqués à l'isotope ¹⁵N ont débuté. L'utilisation de cet isotope permettra de distinguer l'engrais fourni à la plante de la grande quantité d'azote organique déjà présente dans le sol; la mesure de l'efficacité des engrais dans les systèmes de culture des zones tropicales semi-arides en sera facilitée.

Economie

La recherche conduite dans le cadre du programme d'économie vise à l'identification des contraintes socio-économiques et autres freinant le développement agricole dans les zones tropicales semi-arides et à l'évaluation de moyens permettant de les éliminer grâce à des changements technologiques et institutionnels. Les économistes et experts en anthropologie sociale de l'ICRISAT travaillent en étroite collaboration avec leurs collègues

des programmes d'amélioration des cultures et des systèmes de culture.

Etudes de village

Les études à l'échelle du village amorcées dans le cadre du programme d'économie, en 1975, dans six villages du sud de l'Inde, ont permises une approche de base de la recherche agronomi-

Les études de village conduites en Inde par l'ICRISAT couvrent une large gamme de domaines. Le sujet de l'enquête est ici la nutrition.



que et la collection de données essentielles fournissant une information précieuse pour les expériences en champs paysans conduites aujourd'hui dans ces villages avec les chercheurs indiens.

Cette année, en collaboration avec l'Université agricole du Gujarat (Gujarat Agricultural University), ces études ont aussi porté sur deux villages de l'Etat du Gujarat, dans le but de couvrir une importante région du nord de l'Inde productrice d'arachide et de mil à chandelle. De plus, deux économistes ont commencé des études de village en Afrique occidentale.

Le village des zones tropicales semi-arides est un lieu privilégié pour la recherche socio-économique et les études de transfert technologique. C'est au village que s'établit un contact direct avec les familles d'agriculteurs destinées à être les bénéficiaires des recherches de l'ICRISAT. C'est au village aussi qu'on retrouve les vraies entraves au développement agricole.

Les six villages faisant initialement l'objet de ces études ont été sélectionnés pour fournir des éléments de comparaison entre trois grandes zones agroclimatiques des régions tropicales semi-arides de l'Inde. Un enquêteur possédant une formation universitaire en agronomie est en poste dans chacun de ces villages et collecte régulièrement des données auprès de ménages et d'exploitations agricoles sélectionnées.

Les études réalisées dans ces villages sur les attitudes face au risque, les modes de culture, la nutrition, la lutte contre les mauvaises herbes et le marché du travail, ont été suivies de recommandations sur les priorités du développement technologique. L'ICRISAT s'est appuyé sur ces recommandations pour définir une stratégie de recherche. Dans les expériences en champs paysans, actuellement en cours dans les villages, il est possible d'établir des comparaisons entre la situation antérieure et la situation présente, permettant ainsi de mieux mesurer les progrès de la recherche.

Utilisation des engrais

Les études des économistes, effectuées en coopération avec le Conseil de la recherche agricole de l'Inde (Indian Council of Agricultural Research), montrent qu'une raison majeure de la

faible utilisation des engrais dans les zones non irriguées des régions tropicales semi-arides de l'Inde est que les cultivars à haut rendement de sorgho et de mil à chandelle n'ont pas été largement adoptés. Lorsque ces nouvelles variétés sont cultivées, elles reçoivent des apports d'engrais même si elles ne sont pas irriguées.

Les résultats de ces études vont donc à l'encontre de la croyance largement répandue que les cultivars non irrigués et à haut rendement, de mil à chandelle et de sorgho, ne reçoivent pas d'apport d'engrais. Dans 23% des districts, les plus importants en Inde pour la production de mil à chandelle, plus de 80% des agriculteurs faisant usage des engrais en apportaient au mil hybride cultivé en agriculture pluviale. Dans plus de 75% des districts produisant du sorgho, les variétés de sorgho à haut rendement et non irriguées recevaient des apports d'engrais de la part de 80% des agriculteurs utilisant des engrais.

Les observations montrent aussi clairement que la majorité des cultivars locaux, qui couvrent l'essentiel de la surface cultivée, ne reçoivent aucun apport d'engrais. Les nouveaux cultivars étant adoptés sur une plus grande échelle, on peut s'attendre à une augmentation de la consommation d'engrais.

L'étude a montré, comme il fallait s'y attendre, que le croissement de la consommation d'engrais en Inde dans les années 1960 et 1970 a été pour l'essentiel le fait des régions de culture irriguée. Le niveau moyen de consommation d'engrais par hectare a été de 57 kg dans les terres irriguées contre 18 kg dans les terres sèches.

Recherches sur bassins versants en champs paysans

Pour la deuxième année consécutive, les économistes et spécialistes des systèmes de culture ont conduit des expériences en champs paysans dans trois villages du sud de l'Inde en collaboration avec des agriculteurs sélectionnés, le Projet coordonné indien de recherche sur l'agriculture sèche et trois universités agricoles. Bien que la pluviosité totale ait été inférieure à la normale et que plusieurs cultures aient été sévèrement affectées par la sécheresse, les céréales ont



L'agriculteur, à gauche, s'entretient avec des techniciens de l'ICRISAT sur sa culture de sorgho, dans le cadre d'une expérience cooperative d'aménagement de bassin versant en champs paysans au village d'Aurepalle, en Inde

donne de bons rendements sur les bassins versants de l'ICRISAT. L'écart de production entre les techniques améliorée et traditionnelle a été plus important en 1980 qu'en 1979, année durant laquelle les cultures de saison des pluies échouèrent dans l'un des villages et furent défavorablement affectées dans les deux autres.

Cette recherche sur bassins versants en champs paysans, distincte des études de village, est centrée sur trois bassins dont la surface est comprise entre 11 et 14 hectares et qui font appel à la participation de 5 à 8 agriculteurs des villages d'Aurepalle (sols rouges), Kanzara (sols noirs de profondeur moyenne) et Shirapur (sols noirs profonds). Les agriculteurs ont participé de façon continue à l'organisation du travail et aux activités de développement. L'ICRISAT a assuré

financièrement le projet en garantissant que les agriculteurs réaliseraient au moins le double de leurs profits habituels et en fournissant les intrants en temps voulu.

La subvention du projet par l'ICRISAT a pris fin en 1980 et les agriculteurs devront subvenir à leurs propres besoins l'an prochain. L'étude de leurs réactions permettra d'évaluer l'intérêt qu'ils manifestent à l'adoption des différentes options technologiques.

Autres faits saillants

- Publication, avec les spécialistes des systèmes de culture, d'un rapport détaillé de la recherche cumulée sur des éléments consti-



Prélèvement d'échantillons de sorgho dans le champ d'un agriculteur, au cours d'une expérience de l'ICRISAT en champs paysans, à Aurepalle.

tutifs de ces systèmes en Inde. Ce rapport, intitulé ICRISAT Research Bulletin No. 2, orientera dans l'avenir l'approche de la recherche et le choix des sites dans les zones tropicales semi-arides de l'Inde.

- Recherche montrant que, dans les six villages d'Inde du Sud où des études de village ont été effectuées, la location d'animaux de trait par les agriculteurs n'est pas aussi aisée que celle de terre ou de main-d'oeuvre. Les résultats de cette étude suggèrent que l'accès aux animaux de trait d'un locataire est l'une des raisons majeures de location de la terre dans les zones tropicales semi-arides de l'Inde.
- Environ 50% seulement de la main-d'oeuvre potentielle dans les villages étudiés est utilisée pour le travail dans les champs des exploitants agricoles et sur une base journalière.

Ceci indique que les activités familiales, d'autres activités de production ou les loisirs jouent un rôle majeur.

- Le taux moyen de chômage involontaire dans ces villages était de 21% chez les femmes et 14% chez les hommes.
- Les études menées en Haute-Volta ont montré que par rapport à la culture manuelle, la *houe manga* à traction asine, sous gestion des agriculteurs, permettait d'accroître sensiblement le revenu tiré de la terre et du travail. La *houe manga* assure un sarclage plus efficace et permet une économie de main-d'oeuvre. Cependant, elle n'entraîne pas de suppression d'emplois car son utilisation la plus efficace survient pendant la première période de sarclage, moment où la charge de travail est à son maximum. Les données suggèrent que l'adoption du système à traction asine a été suivie d'une extension en surface augmentant ainsi la demande en main-d'oeuvre pendant les périodes creuses.



Les agriculteurs des zones tropicales semi-arides ont mis au point un large éventail d'outils et de méthodes d'exploitation traditionnels. La traction bovine y tient une place particulièrement importante.

Coopération internationale

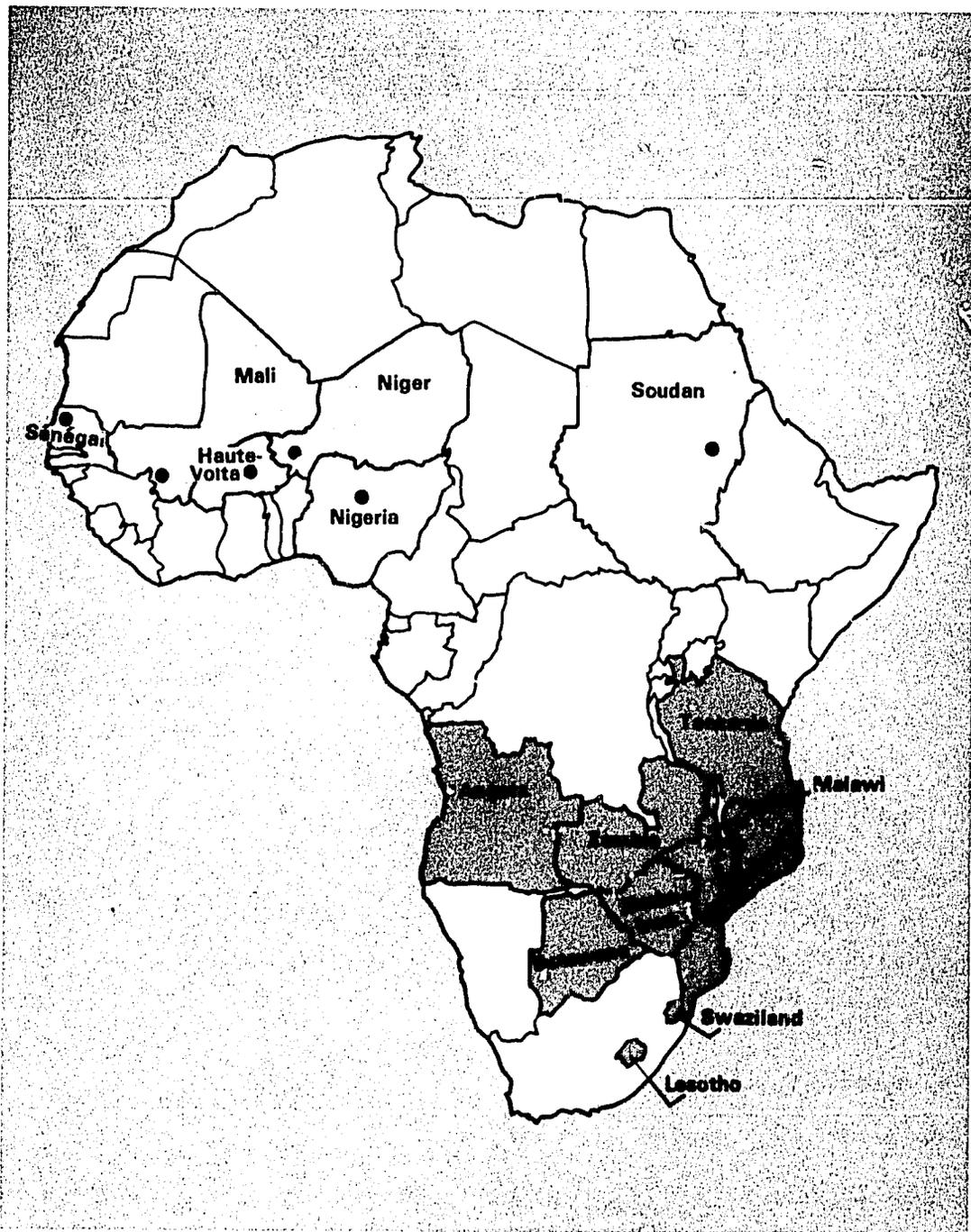
Une grande partie de la recherche de l'ICRISAT a été centrée sur l'Inde, où est situé le siège et où réside plus de la moitié de la population des zones tropicales semi-arides. Toutefois, depuis sa création en 1972, l'Institut a puisé dans le monde entier les ressources et les connaissances nécessaires pour améliorer les cultures faisant l'objet de son mandat. De plus en plus, les recherches s'étendent à d'autres pays des zones tropicales semi-arides, surtout l'Afrique.

Vingt-deux chercheurs de l'ICRISAT étaient en poste en sept pays d'Afrique à la fin de l'année

1980. En 1981, une station de recherche sera établie au Niger avec une équipe de recherche travaillant sur les mils et les systèmes de culture améliorés dans cette région vitale du Sahel. Le nouveau Centre sahélien de l'ICRISAT (ICRISAT Sahelian Center) constituera sa seule institution de recherche indépendante en Afrique et pourra compter jusqu'à dix chercheurs. Dans les autres pays d'Afrique, les chercheurs de l'ICRISAT travaillent dans les stations de recherche des programmes nationaux. Une équipe interdisciplinaire de huit spécialistes se trouve à Kamboinsé

Champ de ressources génétiques de mil à chandelle à la Station de recherche de Kamboinsé, en Haute-Volta, où huit chercheurs de l'ICRISAT travaillent à l'amélioration des céréales et des systèmes de culture.





L'ICRISAT a 22 chercheurs en poste dans les pays indiqués en jaune. Les chefs d'Etat de neuf pays d'Afrique méridionale (en brun) ont invité l'ICRISAT à mettre en place au Botswana un centre régional de recherche appuyant leur développement agricole.

en Haute-Volta et c'est à l'heure actuelle le principal effort de recherche fait dans un autre pays que l'Inde.

En réponse à une invitation des chefs d'Etat de neuf pays d'Afrique méridionale, une mission de chercheurs a été envoyée dans les pays concernés pour déterminer comment l'ICRISAT pourrait y renforcer la recherche sur les cultures faisant l'objet de son mandat. L'Institut a été invité par la Conférence sur la Coordination du Développement en Afrique méridionale (Southern African Development Coordination Conference) à mettre en place un centre de recherche régional au Botswana. Les pays participant à la Conférence sont l'Angola, le Botswana, le Lesotho, le Malawi, le Mozambique, le Swaziland, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe.

La délégation de chercheurs a soumis aux chefs d'Etat et au Conseil d'administration d'ICRISAT un rapport qui sera examiné en 1981. Le sorgho, le mil à chandelle et l'arachide sont des cultures importantes dans ces pays.

L'ICRISAT a également en poste au Mexique un chercheur travaillant sur les lignées de sorgho susceptibles de s'avérer utiles en haute altitude et pour la préparation des tortillas. Ces lignées doivent être adaptées aux régions sèches du Mexique et d'Amérique centrale, où le maïs est une culture marginale. En Syrie, des chercheurs travaillent en collaboration avec ceux de l'ICARDA sur l'amélioration du pois chiche pour le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord. Il a été fait mention des résultats de ces recherches précédemment.

Des activités de coopération sont également possibles en Thaïlande, au Sri Lanka et en Chine, mais on n'envisage pas d'engagement à long terme dans ces pays. L'échange de matériel de sélection, le transfert de technologie et l'échange d'information constitueront l'essentiel de la coopération. Les recherches porteront surtout sur le sorgho et l'arachide, ainsi que sur les systèmes de culture qui leur sont associés.

Afrique

Les recherches menées en Afrique ont eu jusqu'à présent pour objectif principal l'amélioration du mil à chandelle et du sorgho. Ces deux céréales sont d'une importance capitale dans

une grande partie des zones sahélienne et soudanaise. Des travaux sur les systèmes de culture ont déjà débuté. D'ici les deux prochaines années, les recherches engloberont également l'arachide. Les recherches sur le sorgho et le mil à chandelle ont particulièrement progressé en 1980.

Sorgho

En Haute-Volta, des cultivars améliorés de sorgho ont été testés pour la première fois, à grande échelle, en champs paysans. Le cultivar E-35-1, d'origine éthiopienne, qui avait fourni en

Le cultivar de sorgho, Diallel Pop 7-862, mis au point à l'ICRISAT, a donné un rendement de 2760 kg/ha au cours des essais 1980 de saison des pluies en Ethiopie, surpassant tous les autres cultivars. Il est actuellement offert aux agriculteurs éthiopiens sous le nom de Malkamash.



1979 un redement moyen de 1850 kg/ha dans les 25 exploitations où il était cultivé, a donné cette année de moins bons résultats, au cours des essais à plus grande échelle, par comparaison aux variétés locales de sorgho. Les rendements moyens d'E-35-1 ont été de 1297 kg/ha contre 1167 kg/ha pour les cultivars locaux. Des techniques de gestion améliorées ont cependant permis au cours de ces essais d'accroître de façon très significative tant les rendements d'E-35-1 que ceux des cultivars locaux.

Un autre cultivar a donné un redement moyen de 2130 kg/ha en 18 champs paysans, soit un gain de 83% sur le cultivar local. De plus, un cultivar à cycle court d'origine indienne a procuré un rendement de 100% supérieur à celui du témoin local, au cours d'un test conduit dans une région à faible pluviosité, en sol sableux.

Les travaux menés sur la résistance à *Striga*, une mauvaise herbe parasite du sorgho et du mil, ont également progressé. Deux lignées ont montré de hauts niveaux de résistance en 23 sites situés dans 10 pays d'Afrique. Une autre lignée a donné, au Soudan, de bons résultats aux plans rendement et résistance. Les chercheurs ont rassemblé en Haute-Volta une collection de cultivars africains dont les noms locaux peuvent indiquer une résistance à *Striga*.

Des résultats significatifs ont également été obtenus au cours des essais d'identification de sources de résistance aux maladies foliaires du sorgho en Afrique occidentale, notamment celles des taches grises et des bandes de suie. Sur quatre emplacements où l'incidence des maladies était très grande, quatre lignées n'ont pas été contaminées.

Sorgho introduit par l'ICRISAT en Haute-Volta, montré ici en champ d'essais à côté d'un cultivar local (tiges hautes).



Au Mali, l'ICRISAT a mis au point plusieurs tests simples de criblage pour la résistance à la sécheresse et accompli des progrès substantiels dans la normalisation des tests de qualité du sorgho utilisé pour la préparation du tô, pâte de gelée solide nécessitant une bonne aptitude à être conservée toute une nuit durant. Le tô préparé à partir de variétés non indigènes est souvent de moindre qualité. Par exemple, le cultivar E-35-1 convient à la préparation du tô en Haute-Volta, mais pas au Mali où il donne une substance sans consistance parce que le tô y est préparé d'une manière différente.

Au Soudan, l'effort a d'abord porté sur l'évaluation des ressources génétiques collectées ces dernières années. Toutes les variétés d'origine soudanaise conservées au Centre ICRISAT et à Wad Medani (207 lignées) ont été semées pour être convenablement caractérisées et fournir toute l'information voulue. Des comparaisons entre les collections de l'ICRISAT et de Wad Medani ont montré qu'elles étaient incomplètes, ce qui a été corrigé. De plus, une mission de collecte de ressources génétiques a rassemblé au Soudan oriental 158 types sauvages et cultivés

En Tanzanie, un cultivar amélioré de sorgho, originaire de Serere en Ouganda, a donné de bons résultats pour la deuxième saison consécutive, avec un rendement moyen de plus de 2700 kg/ha sur dix sites.

Mil à Chandelle

En Afrique occidentale, les souches locales de mil à chandelle sont très bien adaptées à leur milieu et aux pratiques culturales actuelles, mais leur rendement est limité par des facteurs tels que floraison tardive, hauteur excessive de la plante, mode déséquilibré de tallage, sensibilité partielle aux insectes et à *Striga* et, même avec une bonne gestion, insuffisante accumulation du grain.

La recherche vise à améliorer ces populations locales en les croisant avec un matériel en provenance d'autres régions, susceptible de combler leurs déficiences. Après 3 ans de travail sur l'amélioration du mil en Haute-Volta, la conclusion des sélectionneurs est que les meilleures sélections résultent de croisements dans



La mauvaise herbe *Striga* (fleurs violettes), est un parasite important du sorgho et du mil à chandelle dans une grande partie de l'Afrique.

lesquels un des parents au moins est originaire d'Afrique occidentale.

L'effort fait pour trouver des sources de résistance au mildiou a été intensifié cette année. Au Mali, une collection de 375 cultivars maliens de mil à chandelle a été criblée sur deux emplacements; plusieurs de ces cultivars ont subi une faible incidence du mildiou et 16 autres n'ont montré aucun symptôme. En Haute-Volta, les essais ont confirmé la résistance au mildiou du cultivar D-1163 qui n'avait pas été contaminé par la maladie au cours des tests de Samaru, au Nigeria, en 1978. Dix autres lignées de mil à chandelle n'ont également montré aucun signe de contamination par le mildiou au cours des tests de Kamboinsé et Ouahiagouya.

Au Soudan, le cultivar Serere Composite 2, d'origine ougandaise, largement testé, a surpassé le cultivar local pour la troisième année consécutive. Le Comité soudanais de lancement des variétés (Variety Release Committee of Sudan) a autorisé sa multiplication au stade de précommercialisation.

Au Sénégal, les variétés directement introduites et les variétés expérimentales issues du croisement de parents sénégalais et étrangers ont donné de bons résultats. Dans des tests effectués sur plusieurs emplacements, IBV-8004, variété synthétique expérimentale mise au point à Bambey, a donné un rendement supérieur de 41% à celui du cultivar local amélioré. Deux autres variétés expérimentales ont



Un phytopathologiste évalue l'incidence du mildiou sur des lignées de mil en Haute-Volta.

donné des rendements supérieurs de 31% et 12% à ceux du cultivar local.

Les études sur les ravageurs dans les régions semi-arides de la Haute-Volta, du Niger et du Nigeria, ont révélé l'importance de deux parasites du mil: la chenille de l'épi (*Raghuva albipunctella*), responsable en 1980 de dégâts importants, même sur les cultivars locaux, et le foreur de la tige (*Acigona ignefusalis*), infestant jusqu'à 85% des tiges.

Autres recherches en Afrique

En 1980 a débuté un programme de recherche économique à l'échelle de l'exploitation. L'objectif de ce programme est l'identification et la mise au point de techniques améliorées de production au moyen de l'analyse des systèmes de culture existant actuellement en Afrique occidentale. Le mil et le sorgho seront étudiés au cours d'essais agro-économiques. Deux économistes principaux en poste à Kamboinsé, en Haute-Volta, et Niamey, au Niger, assurent la conduite de ces études. Une liste des espèces d'insectes ravageurs du sorgho et du mil a également été dressée. Des études ont été effectuées dans

plusieurs pays dont le Sénégal, la Haute-Volta et le Niger, pour évaluer l'importance relative de ces espèces quant aux dégâts qu'ils causent aux deux céréales.

Les travaux agronomiques réalisés cette année en Haute-Volta devraient également s'avérer bénéfiques au sorgho et au mil. Des essais poussés sur des cultivars améliorés de ces deux cultures ont été faits dans des séquences de sol. De fortes interactions ont été observées entre la variété et le type de sol; ces observations seront utiles pour le développement futur de la recherche.

Amérique latine

Les recherches de l'ICRISAT sur le sorgho sont conduites au Mexique par un sélectionneur en poste à l'institut frère CIMMYT. L'objectif principal est la mise au point de variétés de sorgho de haute altitude tolérantes au froid, à bonne qualité de grain pour la préparation des tortillas, résistantes au foreur de la canne à sucre et au légionnaire d'automne, ainsi qu'aux maladies foliaires.

Les ressources génétiques de base ont d'abord été diversifiées par l'introduction de sorgho originaire des régions froides d'Éthiopie, d'Ouganda et de Chine. Plus récemment, de nouvelles lignées d'origine éthiopienne et des

Le sélectionneur de sorgho de l'ICRISAT en poste au Mexique met au point des lignées destinées à être cultivées en Amérique centrale, comprenant des types adaptés à la haute altitude et servant à la préparation des tortillas.





L'ICRISAT a commencé cette année, en Afrique, des études à l'échelle du village semblables à celles effectuées en Inde depuis 1975. Ici, un enquêteur collecte des données auprès d'un exploitant.

lignées du Yémen ont été introduites. Les sélections ont été testées en pépinières tolérantes au froid. Sur 139 lignées sélectionnées, 122 donnaient des graines blanches ou jaunes et ont été jugées aptes à la consommation humaine.

Le matériel de sélection fourni par le programme a surtout été utilisé dans des régions d'altitude moyenne de 1800 m, au Kenya et en Amérique latine. Le matériel testé a été envoyé à 19 emplacements dans 14 pays et incorporé, en partie, dans les programmes nationaux de sélection du sorgho. Les résultats obtenus par le programme ICRISAT CIMMYT montrent que des rendements supérieurs à 4 tonnes/ha peuvent être atteints dans les régions montagneuses du Mexique.

Transfert de technologie

Les recherches conduites par l'ICRISAT et la technologie qui en découle auront peu de signification si elles ne sont pas transmises aux chercheurs et aux agriculteurs des zones tropicales semi-arides et mises en oeuvre dans les champs. L'assistance de l'Institut se réalise essentiellement : (1) par le travail des chercheurs dans les pays des zones tropicales semi-arides conjointement avec les chercheurs des programmes nationaux, (2) par l'organisation de séminaires d'étude et de conférences permettant la discussion des résultats de la recherche

avec des scientifiques et des responsables de l'agriculture du monde entier; (3) par la formation d'agronomes qui se familiarisent avec cette technologie directement à l'ICRISAT et l'intègrent ensuite dans les programmes de leur pays.

Chacune de ces activités s'inscrit dans le cadre du programme de Coopération internationale de l'ICRISAT. La formation en est considérée comme l'un des éléments les plus importants.

Cette année, 138 agronomes en provenance d'organismes gouvernementaux, nationaux ou régionaux et venant de 27 pays ont achevé leur formation à l'ICRISAT. Plus d'un tiers d'entre eux étaient des stagiaires en service, venus travailler en Inde sous la conduite des chercheurs de l'Institut, pour une période pouvant atteindre 6 mois. Ils effectuent leurs propres expériences et ramènent dans leur pays une connaissance pratique de la technologie mise au point.

L'Institut reste en contact avec plus de 400 des jeunes agronomes qui y ont achevé leur formation et sont aujourd'hui employés par les organismes agricoles dans leur pays. Les autres stagiaires viennent à l'ICRISAT pour des périodes plus courtes ou, dans le cas des chercheurs universitaires, des boursiers et des internes, pour des périodes d'un an ou plus.

En 1980, l'ICRISAT a organisé des colloques internationaux sur l'arachide et le pois d'Angole, ainsi que des rencontres régionales, à plus petite échelle, sur l'analyse des déficits de rendement des cultures sèches, les inoculants microbiens dans la production agricole, les expériences de modélisation sur le sorgho et la classification climatique. Des réunions spéciales et des journées d'étude sur le terrain, avec les chercheurs des programmes nationaux travaillant sur les cultures faisant l'objet du mandat de l'Institut, ont également eu lieu.

Stagiaire nigérien au Centre ICRISAT.



ICRISAT

Conseil d'administration—1980

Dr. C. F. Bentley (Président)
13103-66 Avenue
Edmonton, Alberta
Canada T6H 1Y6

Dr. O. P. Gautam (Vice-président)
Director General, ICAR, and
Secretary to the Government of India
Department of Agricultural Research & Education
Krishi Bhavan, Dr. Rajendra Prasad Road
New Delhi 110 001
Inde

Dr. L. D. Swindale (membre d'office)
Director General, ICRISAT
ICRISAT Patancheru P.O.
Andhra Pradesh 502 324
Inde

Dr. Eliseu Roberto De Andrade Alves
(depuis août 1980)
Président, EMBRAPA
SRTS-Edifício Super Center Venancio 2,000
9º andar-Caixa Postal 11-1316
70.333 Brasília, D.F.
Brésil

Dr. John L. Dillon (depuis mars 1980)
Pro-Vice Chancellor
University of New England
Armidale NSW 2351
Australie

Dr. Arne Hagberg
The Swedish Seed Association
S-26800 Svalov
Suède

Dr. F. E. Hutchison
Vice President for Research
& Public Service
University of Maine at Orono
21 Coburn Hall
Orono Maine 04469
Etats-Unis

Dr. Joseph Kabore (depuis juin 1980)
Secrétaire général
Ministère du Développement Rural
Ouagadougou
Haute-Volta

Dr. Iwao Kobori
Department of Geography
University of Tokyo
Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku
Tokyo
Japon

Dr. Klaus Lampe (jusqu'en mars 1980)
Deutsche Gesellschaft für Technische
Zusammenarbeit GmbH
D-6236 Eschborn 1
Postfach 5180
République Fédérale d'Allemagne

M. A. R. Melville
Spearpoint Cottage
Kennington
Ashford, Kent
Royaume-Uni TN24 9QP

Dr. J. H. Monyo
Chef du Centre de recherche pour le développement
Organisation des Nations-Unies
pour l'Agriculture et l'Alimentation
Via dell'É Terme di Caracalla
00100 Rome
Italie

Dr. Peter Muller (depuis juin 1980)
Deutsche Gesellschaft für Technische
Zusammenarbeit GmbH
D-6236 Eschborn 1
Postfach 5180
République Fédérale d'Allemagne

M. S. S. Puri (depuis mai 1980)
Secretary to the Government of India
Ministry of Agriculture and Irrigation
New Delhi 110 001
Inde

M. S. R. Ramamurthy
Chief Secretary to the Government of Andhra Pradesh
Hyderabad 500 002
Inde

Dr. Djibril Sene (jusqu'en mars 1980)
Ministre du Développement Rural
Gouvernement du Sénégal
Dakar
Sénégal

Dr. Guy J. Vallaeys
Directeur général de l'IRAT
110 rue de l'Université
Paris 7ème
France

ICRISAT

Cadres supérieurs — 1980

Administration

- L. D. Swindale, Directeur général
J. S. Kanwar, Directeur adjoint (Recherche)
J. C. Davies, Directeur adjoint (Coopération internationale)
C. Charreau, Chef de projet pour l'Afrique de l'Ouest, Dakar, Sénégal
G. Gunasekera, Coopération internationale sur les ressources sols et eau, depuis juillet 1980
B. F. Dittia, IAS, Administrateur principal, jusqu'en mai 1980
P. Douglas-Tourner, Administrateur principal
V. Balasubramanian, Assistant du directeur général
O. P. Shori, Chef du Service comptable
B. K. Johri, Chef du Service du personnel
R. Vaidyanathan, Chef du Service des achats et magasins
A. Banerji, Chef adjoint du Service comptable
R. Seshadri, Chef adjoint du Service des achats et magasins
R. G. Rao, Chef du Service des archives
S. K. Dasgupta, Agent de liaison scientifique, Service des visiteurs
A. Lakshminarayana, Agent junior de liaison scientifique, Service des visiteurs
S. B. C. M. Rao, Agent de voyage, jusqu'en nov. 1980
R. Narsing Reddy, Agent du transport
P. W. Curtis, Agent de la sécurité
N. Rajamani, Agent de liaison, bureau de Delhi, jusqu'en nov. 1980
S. Krishnan, Assistant à la coopération internationale, depuis février 1980

Programmes de recherche

Sorgho

- L. R. House, Chef de programme, sélectionneur principal
L. K. Mughogho, Phytopathologiste principal
J. M. Peacock, Phytophysiolgiste principal
S. Z. Mukuru, Sélectionneur (sorgho), Kilosa, Tanzanie, à Hyderabad depuis sept. 1980
T. Omori, Sélectionneur (sorgho), scientifique visiteur
C. M. Pattanayak, Sélectionneur (sorgho), responsable d'équipe, Ouagadougou, Haute-Volta
K. V. Ramaiah, Phytophysiolgiste (*Striga*), Ouagadougou, Haute-Volta
J. A. Frowd, Phytopathologiste (céréales), Ouagadougou, Haute-Volta
J. F. Scheuring, Sélectionneur (sorgho et mil), Bamako, Mali
W. A. Stoop, Agronome, Ouagadougou, Haute-Volta, jusqu'en juillet 1980
Gebisa Ejeta, Sélectionneur (sorgho), Wad Medani, Soudan
Vartan Guiragossian, Sélectionneur (sorgho), Mexique
K. F. Nwanze, Entomologiste (céréales), Ouagadougou, Haute-Volta
M. B. Boling, Agronome (céréales), depuis oct. 1980
N. G. P. Rao, Sélectionneur, Nigeria, depuis juin 1980
Bholanath Verma, Sélectionneur
D. S. Murty, Sélectionneur
B. L. Agrawal, Sélectionneur
B. V. S. Reddy, Sélectionneur
M. J. Vasudeva Rao, Sélectionneur
N. Seetharama, Phytophysiolgiste
R. K. Maiti, Phytophysiolgiste
K. N. Rao, Phytopathologiste
S. R. S. Danne, Phytopathologiste, jusqu'en juin 1980
K. V. Seshu Reddy, Entomologiste, jusqu'en nov. 1980
H. C. Sharma, Entomologiste
Ranajit Bhandopadhyay, Phytopathologiste, depuis sept. 1980
Suresh Pande, Phytopathologiste, depuis octobre 1980
S. P. Jaya Kumar, Assistant administratif, depuis avril 1980

Mil à chandelle

- D. J. Andrews, Chef de programme, sélectionneur principal
F. R. Bidinger, Phytophysiolgiste principal
P. J. Dart, Microbiologiste principal
Aran Patanothai, Sélectionneur principal, jusqu'en oct. 1980
R. J. Williams, Phytopathologiste principal
S. C. Gupta, Sélectionneur (mil), Bambey, Sénégal
A. Lambert, Sélectionneur (mil), Bambey, Sénégal, jusqu'en avril 1980
R. T. Gahukar, Entomologiste (céréales), Bambey, Sénégal
R. P. Jain, Sélectionneur (mil), Wad Medani, Soudan
P. K. Lawrence, Sélectionneur (mil), Ouagadougou, Haute-Volta, jusqu'en mai 1980
S. N. Lohani, Sélectionneur (mil), Ouagadougou, Haute-Volta, depuis mai 1980
S. O. Okiror, Sélectionneur (mil), Samaru, Nigeria
P. G. Serafini, Agronome, Bamako, Mali
B. B. Singh, Sélectionneur (mil), Maradi, Niger
N. V. Sundaram, Phytopathologiste (céréales), Samaru, Nigeria
K. Anand Kumar, Sélectionneur
B. S. Talukdar, Sélectionneur
K. N. Rai, Sélectionneur
S. B. Chavan, Sélectionneur
G. Algarswamy, Phytophysiolgiste

S. D. Singh, Phytopathologiste
R. P. Thakur, Phytopathologiste
S. P. Wani, Microbiologiste
V. Mahalakshmi, Phytophysiologiste
Pheru Singh, Sélectionneur, depuis sept. 1980
D. B. Godse, Microbiologiste, depuis nov. 1980

Légumineuses

J. M. Green, Chef de programme, jusqu'en mars 1980
Y. L. Nene, Chef de programme, depuis avril 1980, phytopathologiste principal
D. G. Faris, Sélectionneur principal (pois d'Angole)
W. Reed, Entomologiste principal
J. B. Smithson, Sélectionneur principal (pois chiche)
J. A. Thompson, Microbiologiste principal, depuis sept. 1980
Hiroshi Hirata, Phytophysiologiste principal, depuis juin 1980
K. B. Singh, Sélectionneur (pois chiche), Alep, Syrie
H. E. Gridley, Généticien, programme de sélection, ICARDA, depuis avril 1980
D. Sharma, Sélectionneur senior (pois d'Angole), en congé
K. C. Jain, Sélectionneur (pois d'Angole)
Onkar Singh, Sélectionneur (pois chiche), en congé
C. L. L. Godwa, Sélectionneur (pois chiche)
S. C. Sethi, Sélectionneur (pois chiche)
Jagdish Kumar, Sélectionneur (pois chiche)
K. B. Saxena, Sélectionneur (pois d'Angole), en congé
L. J. Reddy, Sélectionneur (pois d'Angole)
S. C. Gupta, Sélectionneur (pois d'Angole)
N. P. Saxena, Phytophysiologiste
S. S. Lateef, Entomologiste
S. Sithanatham, Entomologiste
M. V. Reddy, Phytopathologiste
M. P. Haware, Phytopathologiste
J. Kannaiyan, Phytopathologiste
O. P. Rupela, Microbiologiste
J. V. D. K. Kumar Rao, Microbiologiste
Satish Rai, Sélectionneur (pois d'Angole), jusqu'en juin 1980
G. K. Bhatia, Sélectionneur (pois d'Angole)
I. Madhusudhana Rao, Phytophysiologiste
K. P. Goswami, Recherche post-doctorale, depuis oct. 1980
C. S. Pawar, Entomologiste, depuis nov. 1980

Arachide

R. W. Gibbons, Chef de programme, sélectionneur principal
Duncan McDonald, Phytopathologiste principal
J. P. Moss, Cytogénéticien principal
D. V. R. Reddy, Phytopathologiste principal (virologie), depuis juillet 1980

J. H. Williams, Phytophysiologiste principal, depuis sept. 1980
K. Maeda, Scientifique visiteur, phytophysiologiste, jusqu'en juillet 1980
S. N. Nigam, Sélectionneur
A. M. Ghanekar, Phytopathologiste
P. Subrahmanyam, Phytopathologiste
V. K. Mehan, Phytopathologiste
P. T. C. Nambiar, Microbiologiste
P. W. Amin, Entomologiste
A. K. Singh, Cytogénéticien
D. C. Sastry, Cytogénéticien
S. L. Dwivedi, Sélectionneur
Ahmed Bin Mohammed, Entomologiste, depuis mars 1980

Systèmes de culture

S. M. Virmani, Chef de programme, depuis oct. 1980, agroclimatologue principal
J. R. Burford, Chimiste des sols principal
J. Kampen, Ingénieur principal, gestion des sols et de l'eau
M. B. Russell, Consultant, physique des sols
G. E. Thierstein, Ingénieur principal, développement d'un petit outillage
R. W. Willey, Agronome principal
J. T. Moraghan, Chercheur en science des sols, depuis avril 1980
S. M. Miranda, Ingénieur (sols et eau), depuis mai 1980
M. C. Klay, Ingénieur agricole assistant
F. P. Huibers, Ingénieur agricole assistant
J. Ph. van Staveren, Agronome assistant, Ouagadougou, Haute-Volta
E. R. Perrier, Agronome (sols et eau), Haute-Volta, depuis août 1980
S. V. R. Shetty, Agronome
Piara Singh, Chercheur en science des sols (physique)
Sardar Singh, Chercheur en science des sols (physique)
T. J. Rego, Chercheur en science des sols (chimie)
K. L. Sahrawat, Chercheur en science des sols (chimie)
M. V. K. Sivakumar, Agroclimatologue
A. K. Samsul Huda, Agroclimatologue
S. J. Reddy, Agroclimatologue
M. R. Rao, Agronome
M. S. Reddy, Agronome
M. Natarajan, Agronome
V. S. Bhatnagar, Entomologiste
R. C. Sachan, Ingénieur agricole
P. Pathak, Ingénieur agricole
J. Hari Krishna, Ingénieur agricole
P. N. Sharma, Ingénieur agricole
K. L. Srivastava, Ingénieur agricole
Harbans Lal, Ingénieur agricole, en congé

R. K. Bansal, Ingénieur agricole
O. P. Singhal, Ingénieur agricole
Kabal Singh Gill, Chercheur en science des sols (physique), jusqu'en juin 1980
S. K. Sharma, Technicien senior
V. V. N. Murthy, Recherche post-doctorale, depuis nov 1980
Siloo Nakra, Assistant administratif

Economie

J. G. Ryan, Chef de programme, économiste principal
H. P. Binswanger, Economiste principal, jusqu'en avril 1980
V. S. Donerty, Anthropologue social principal
M. von Oppen, Economiste principal
T. S. Walker, Economiste principal, depuis sept 1980
P. J. Matlon, Economiste (production), Ouagadougou, Haute-Volta
J. McIntire, Economiste, Ouagadougou, Haute-Volta, depuis mar 1980
D. Jha, Economiste senior visiteur, jusqu'en juin 1980
V. T. Raju, Economiste
R. P. Singh, Economiste
R. D. Ghodake, Economiste
R. S. Ayer, Assistant administratif

Programmes de soutien

Biochimie

R. Jambunathan, Biochimiste principal
Umaid Singh, Biochimiste
V. Subramanian, Biochimiste

Ressources génétiques

M. H. Mengesha, Chef de programme, botaniste principal des ressources génétiques
L. J. G. van der Maesen, Botaniste principal des ressources génétiques
K. E. Prasada Rao, Botaniste
S. Appa Rao, Botaniste
R. P. S. Pundir, Botaniste
P. Remanandan, Botaniste
V. R. Rao, Botaniste

Quarantaine des plantes

K. K. Nirula, Responsable de la quarantaine des plantes

Formation et recyclage

D. L. Oswalt, Agent principal de formation
A. S. Murthy, Agent senior de formation

B. Diwakar, Agent de formation
T. Nagur, Agent de formation

Service d'information

H. L. Thompson, Chef du Service
Gloria Rosenberg, Editeur-redacteur
T. A. Krishnamurthi, Assistant administratif
S. M. Sinha, Dessinateur senior, coordinateur de la production
K. S. Mathew, Editeur-redacteur
S. Varma, Editeur-redacteur
H. S. Duggal, Photographe en chef

Services de statistique et d'informatique

J. W. Estes, Agent principal du Service d'informatique
Bruce Gilliver, Statisticien principal
S. M. Luthra, Agent du Service d'informatique

Bibliothèque, Service de documentation

S. Dutta, Bibliothécaire

Service hébergement et restauration

A. G. Fagot, Chef du Service
G. B. Gand, Chef adjoint (Restauration)
B. R. Revathi Rao, Chef adjoint (Hébergement)
K. C. Saxena, Assistant administratif

Services généraux

E. W. Nunn, Gerant de la station
F. J. Bonhage, Inspecteur a la construction
Sudhir Rakhra, Ingenieur en chef (civil)
D. Subramanyam, Ingenieur en chef (electricité)
B. H. Alurkar, Ingenieur senior
S. K. Tuli, Ingenieur senior (jusqu'en avril 1980)
T. J. Choksi, Ingenieur senior (jusqu'en sept 1980)
D. V. Subba Rao, Ingenieur
A. R. Das Gupta, Ingenieur
A. E. Jaikumar, Architecte
B. K. Sharma, Ingenieur senior
S. K. V. K. Chari, Ingenieur (electronique)
V. Lakshmanan, Assistant administratif
P. M. Menon, Assistant administratif

Opérations, développement de la ferme

D. S. Bisht, Gerant de la ferme
S. N. Kapoor, Ingenieur senior (operations)
S. K. Pal, Agent de defense des cultures
K. Santhanam, Assistant administratif