PN-ABE-294

ICRISAT
Progrès de la recherche
1984

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. Les donateurs de l'ICRISAT sont les gouvernements ou agences gouvernementales d'Australie, Belgique, Canada, Etats-Unis, Finlande, France, Inde, Italie, Japon, Nigéria, Norvège, Pays-Bas, République fédérale d'Allemagne, République populaire de Chine, Royaume-Uni, Suède et Suisse, ainsi que les organismes internationaux et privés suivants : Banque asiatique de développement, Banque mondiale, Centre de recherche pour le développement international, Centre international pour le développement des engrais, Communauté économique européenne, Conseil de la population, Fondation Ford, Fondation Rockefeller, Fonds de l'OPEP pour le développement international, Fonds international de développement agricole, Leverhulme Trust et Programme des Nations Unies pour le développement. L'ICRISAT assume la responsabilité de l'information contenue dans cette publication. Si des spécialités commerciales sont nommées, cela ne signifie ni préférence, ni discrimination de la part de l'Institut à l'égard de certains produits.

Couverture : *La place du marché d'un village burkinabè : la vente du sorgho, du mil, de l'arachide et d'autres produits agricoles.*

Sommaire

3 *L'ICRISAT*

4 *Introduction*

6 *Installation d'un centre régional au Sahel*

12 *Lignées diffusées ou au stade de pré-vulgarisation*

17 *Résistance aux stress physiques*

20 *Résistance aux maladies*

25 *Lutte contre les insectes et les mauvaises herbes*

28 *Exploitation des ressources génétiques*

30 *Utilisation des ressources nutritives*

31 *Modélisation de la réponse des cultures au climat*

33 *Machinisme agricole*

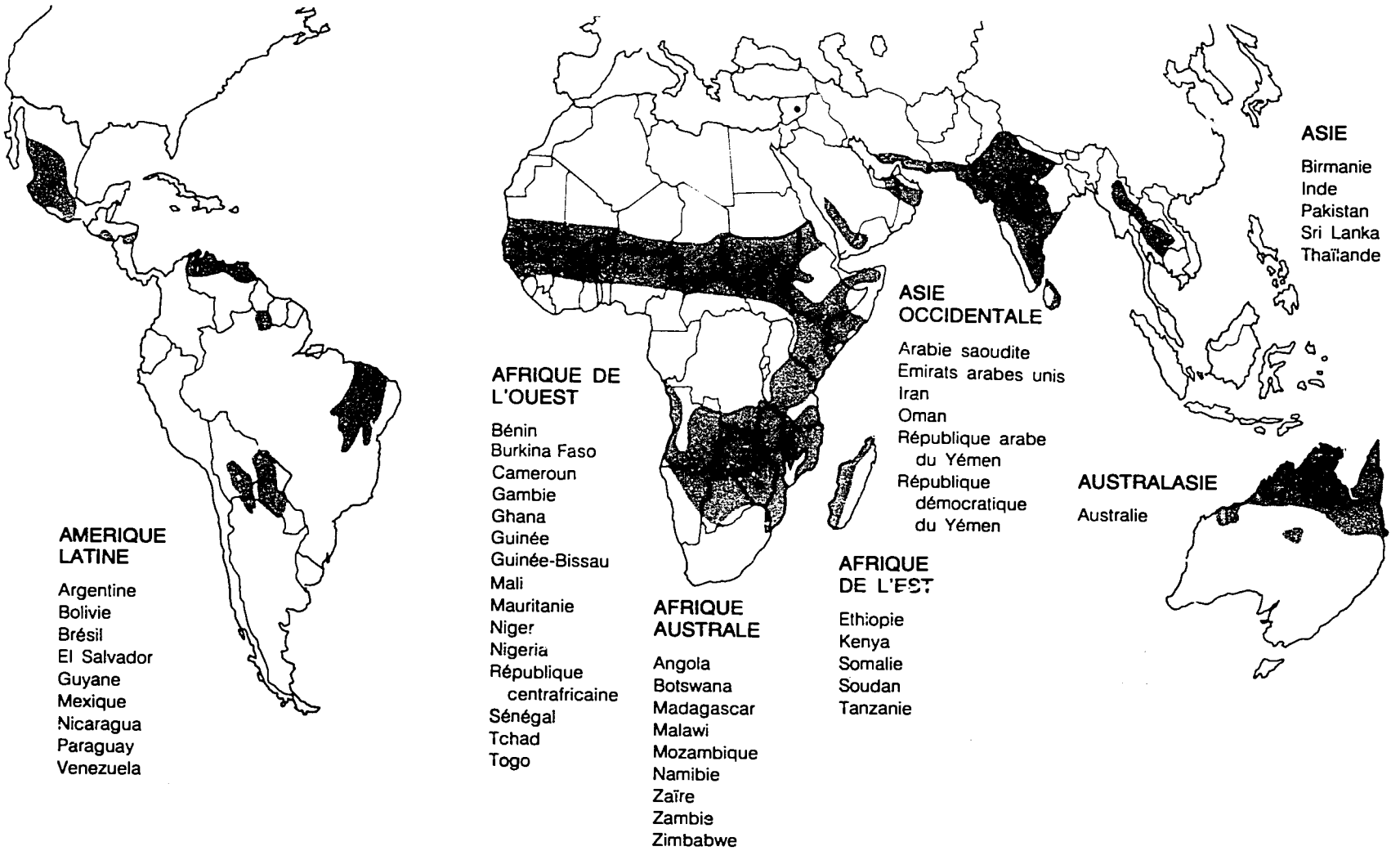
36 *Etudes villageoises*

39 *Activités de formation*

43 *Autres faits saillants*

44 *Conseil d'administration*

45 *Cadres supérieurs et intermédiaires*



Les zones tropicales semi-arides. Les carrés verts indiquent les sites du Centre ICRISAT en Inde et du Centre sahélien de l'ICRISAT au Niger, et les points rouges les sites des stations coopératrices où sont assignés des chercheurs de l'ICRISAT.

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 internationaux d'un réseau mondial de recherche dont la mission est l'augmentation de la production alimentaire dans les pays moins avancés. Le mandat de l'ICRISAT est d'améliorer les rendements, la stabilité et la qualité nutritive de cinq cultures de base dans les zones tropicales semi-arides du monde et de mettre au point des systèmes de production agricole qui permettent d'optimiser les ressources humaines et animales, ainsi que la faible pluviosité.

Les zones tropicales semi-arides à saison sèche s'étendent sur près de 20 millions de kilomètres carrées. Elles couvrent en tout ou en partie 50 pays répartis sur cinq continents; soit la plus grande partie du Sud de l'Asie, des régions du Sud-Est asiatique, de l'Asie occidentale et de l'Australie, deux larges zones en Afrique, ainsi que des parties de l'Amérique du Sud et Centrale, dont plus de la moitié du Mexique.

Les zones tropicales semi-arides constituent un milieu difficile; la pluviosité y est faible et aléatoire et les sols sont appauvris. Elles abritent plus de 700 millions de personnes, dont la plupart vivent à un niveau de subsistance et dépendent de la production de petites exploitations pour leur alimentation.

Les cultures faisant l'objet du mandat de l'ICRISAT sont le sorgho et le petit mil, ainsi que le pois d'Angole, le pois chiche et l'arachide. Elles représentent des céréales et des légumineuses importantes des zones tropicales semi-arides. A part l'arachide, qui par sa richesse en huile peut constituer une culture commerciale, les autres espèces sont essentiellement des cultures de subsistance dont une partie importante de la production est consommée par les paysans.

Le siège de l'ICRISAT est situé à Patancheru en Inde, à 26 km au nord-ouest de Hyderabad. Des chercheurs de l'Institut sont aussi affectés dans neuf pays d'Afrique, à savoir le Burkina Faso, le Kenya, le Malawi, le Mali, le Niger, le Nigeria, le Sénégal, le Soudan et le Zimbabwe ainsi qu'au Mexique, en Syrie et à six stations de recherche d'universités agricoles en Inde. En Afrique, le nouveau Centre sahélien, près de Niamey, sera le principal point d'appui pour les opérations menées sur ce continent; dans les pays autres que le Niger, les chercheurs de l'ICRISAT travaillent dans des stations nationales.

Introduction

La sécheresse qui a sévi à nouveau dans plusieurs pays d'Afrique montre bien la nécessité de poursuivre nos efforts pour en atténuer les effets et donner aux paysans les moyens de surmonter les graves problèmes causés par ce fléau.

Il n'existe pas de solutions immédiates à ces problèmes. Mais, l'ICRISAT a fait des progrès importants dans sa recherche de solutions à long terme aux conditions adverses qui affectent les cultures des zones tropicales semi-arides, particulièrement au Sahel.

Un combat d'avant-garde est mené au Centre sahélien de l'ICRISAT, à Sadoré près de Niamey, au Niger. En 1984, alors que la pluviométrie n'avait jamais été aussi basse depuis 78 ans, des pratiques agronomiques appropriées ont permis d'obtenir des rendements en mil et en niébé 4 à 5 fois supérieurs à ceux des paysans de la région.

Des cultivars de sorgho, de mil et de pois chiche ont été vulgarisés dans différentes parties du monde. Plusieurs lignées, notamment d'arachide et de pois d'Angole, se sont bien comportées lors d'essais nationaux avancés de pré-vulgarisation. La diffusion de variétés de l'ICRISAT est importante, mais l'on attend un impact plus grand encore des nombreuses lignées de sélection améliorées livrées aux sélectionneurs nationaux par l'Institut, pour qu'ils les adaptent et les diffusent.

Dans les régions semi-arides, les maladies, les insectes et les mauvaises herbes réduisent considérablement les rendements agricoles. Les chercheurs ont sélectionné des lignées résistantes et progressé dans leurs études sur les causes et les relations hôtes-parasites. Des sources de résistance sont individuellement disponibles pour les maladies ou les ravageurs importants. Actuellement, les chercheurs développent une résistance multiple à ces ennemis des cultures, afin de stabiliser les rendements.

D'autres recherches visent à élargir la base génétique en amélioration des cultures, à augmenter l'utilisation par les plantes de l'azote atmosphérique et des éléments minéraux du sol et à mettre au point des systèmes de production qui permettront aux paysans de profiter au maximum des intrants disponibles. Des efforts ont porté également sur le perfectionnement du matériel agricole.

Les faits saillants de la recherche conduite sont esquissés dans cette publication; les résultats détaillés sont présentés dans le rapport annuel 1984 de l'ICRISAT.

Les conclusions des deux comités externes qui ont évalué, en 1984, la recherche et les activités de formation, ainsi que la gestion de l'Institut confirment que l'ICRISAT est sur la bonne voie. Ces comités ont recommandé que l'Institut investisse plus en recherches stratégiques, consacre plus d'efforts pour renforcer les programmes nationaux, notamment par la formation, et élabore des programmes de recherche et de gestion à long terme.

Le Comité externe d'évaluation des programmes a visité un village du Niger, où l'ICRISAT et le Centre international pour le développement des engrais conduisent des essais en milieu réel.

En acceptant ces recommandations, l'ICRISAT espère contribuer encore plus efficacement à améliorer la qualité de vie de millions de personnes vivant dans les zones tropicales semi-arides. En Afrique, l'installation du Centre sahélien et la création d'un réseau régional de recherche devraient nous y aider.

Sur ce continent, la sécheresse et les déficits alimentaires chroniques sont de nature très complexe. Les activités de l'ICRISAT, bien que limitées à la recherche, permettront néanmoins de trouver des solutions à long terme. Des résultats plus immédiats pourront être obtenus par la diffusion de variétés et de lignées améliorées. Mais, pour le moment, il est essentiel de renforcer l'infrastructure de recherche pour affronter systématiquement les problèmes qui ne cesseront de se poser dans les années à venir.

Nous avons reconnu déjà cet état de choses. Ainsi, notre travail d'amélioration des plantes a tenu compte des besoins de la recherche fondamentale et nos recherches socio-économiques ont été intensifiées au cours des dernières années. De plus, les activités de formation ont été diversifiées pour inclure un plus grand nombre de disciplines et de pays, afin de renforcer les programmes nationaux et les rendre plus autonomes.

En Afrique, les problèmes de production agricole se poseront pendant plusieurs années encore, mais les résoudre reste pour nous prioritaire.

L.D. Swindale
Directeur général

Installation d'un centre régional au Sahel

L'ICRISAT est en voie d'établir un centre régional au Sahel, l'un des milieux les plus hostiles à l'agriculture. Il faudra plusieurs années pour surmonter les effets dévastateurs que la sécheresse inflige à l'agriculture des zones tropicales semi-arides, mais les résultats obtenus en 1984 sont encourageants, surtout dans les neuf pays d'Afrique où l'Institut a des chercheurs.

Le Centre sahélien de l'ICRISAT, à Sadoré au Niger, est à l'avant-garde de cette lutte contre la sécheresse. C'est le siège régional de l'Institut en Afrique de l'Ouest. Les chercheurs de l'ICRISAT, en Inde, secondent efficacement ce travail, car eux-mêmes ont cherché pendant plusieurs années à comprendre les mécanismes d'adaptation à la sécheresse (voir page 17).

Treize chercheurs sont en poste au Centre sahélien. Certains d'entre eux ont été détachés par deux instituts frères, le CIPEA et l'IITA (élevage, niébé), d'autres par l'IFDC (chimie des sols), Texas A&M University (physique des sols et agroforesterie) et l'Université de Wageningen (travail du sol et de l'eau). Ensemble, ils lancent un projet international pour surmonter les conditions adverses du Sahel.

L'aménagement de la ferme et les essais aux champs ont débuté il y a trois ans. Mais, ce n'est qu'aujourd'hui que l'Institut pourrait entamer la construction des bureaux et des

Greniers au Niger. Les recherches de l'ICRISAT visent à assurer aux paysans des stocks suffisants de grains, même en année de sécheresse.

Ci-dessus, un champ expérimental de mil au Centre sahélien de l'ICRISAT. Ci-dessous, un champ paysan affecté par la sécheresse à Bema, au Mali.

laboratoires qui compléteront ces installations de recherche. Des fonds donnés par les Gouvernements de l'Italie, de la Suisse et du Nigeria ont permis le lancement de la phase initiale du projet.

En 1984, la pluviométrie à Niamey a été la plus faible depuis 78 ans. Il n'est tombé que 250 mm de pluies, par rapport à une normale de 570 mm. Mais, des pratiques agronomiques adaptées à la pluviométrie du mois de mai et du début de juin ont permis d'obtenir un établissement adéquat des cultures de mil. Le niébé a été semé avec les premières pluies de juillet et, à la fin de ce mois, la croissance des plantes était bonne.

En août et septembre, les cultures ont subi une grave sécheresse qui a affecté le remplissage des graines et causé la verse du mil à maturité.

La sécheresse a entraîné une baisse des rendements du mil et du niébé. Mais au Centre sahélien, le rendement moyen du mil CIVT a été de 800 kg/ha, par rapport à un rendement d'environ 200 kg/ha en conditions d'agriculture traditionnelle dans la région. Les variétés hâtives de niébé ont échappé à la sécheresse; les rendements des premières récoltes ont atteint 1000 kg/ha, soit 4 à 5 fois ceux des variétés locales tardives.

L'association mil-niébé est l'un des systèmes de culture les plus pratiqués par les paysans de la zone sahélienne. Au Centre sahélien, les chercheurs de l'IITA tentent de sélectionner des variétés de niébé mieux adaptées à ce système. Le niébé joue un rôle important dans cette association; grâce à la symbiose rhizobienne et à sa capacité de fixer l'azote atmosphérique, les paysans peuvent produire des aliments riches en protéines avec un apport minimal d'intrants.

Dans les sols sablonneux du Sahel, l'établissement des cultures est affecté par de nombreux facteurs associés au sol et au climat. Le sable, transporté par les vents violents de l'est précédant les pluies, ensevelit souvent les semis. De plus, les températures élevées et le faible niveau d'humidité du sol réduisent l'émergence.

Après trois années de recherche sur le mil, les chercheurs de l'ICRISAT ont démontré que des travaux de préparation du sol et des modes de plantation adaptés permettent d'améliorer l'établissement des cultures, la croissance des plantules et les rendements en grain. Ainsi, le labour et le billonnage se sont traduits par un établissement des cultures de 50% supérieur. Les rendements en grain ont augmenté respectivement de 25% et de 16 à 32%, grâce à un apport d'engrais peu coûteux (phosphate naturel du Niger, partiellement acidulé) et au paillage avec des chaumes de mil (4 t/ha).

En coopération avec le Projet de recherche et de développement des cultures dans les zones semi-arides (SAFGRAD), l'association mil-maïs a été évaluée sur 15 champs de la région de Sikasso au Mali où elle a donné une production de grain de 45% supérieure aux cultures pures.

Au Niger, trois variétés de mil de l'ICRISAT au bon comportement en essais multilocaux, sont recommandées à la vulgarisation. Elles ont été sélectionnées, en collaboration avec l'Institut national de recherches agronomiques du Niger (INRAN), au Centre de recherches de Tarna, à Maradi.

L'Institut du Sahel a recommandé l'inscription de deux variétés de mil de l'ICRISAT aux essais de démonstration conduits en milieu réel dans les pays sahéliens producteurs de mil. Pendant trois ans, ces variétés se sont bien comportées en essais multilocaux coordonnés par cet Institut. Dans ces essais, cinq autres variétés de mil de l'ICRISAT ont eu des rendements plus élevés et plus stables que les variétés locales.

A Sadoré, l'évaluation préliminaire de 92 croisements indique que les hybrides de mil ont un potentiel de rendement supérieur à celui des variétés améliorées; les six meilleurs hybrides feront l'objet d'une évaluation plus poussée.

Au Burkina Faso, les chercheurs ont identifié un matériel végétal prometteur qui sera réévalué et amélioré. Deux variétés de mil se sont bien comportées dans la zone pluviométrique des 600-700 mm, deux autres, peu sensibles au mildiou, dans la zone pluviométrique des 700-800 mm. Deux autres variétés se sont avérées prometteuses pour le semis tardif.

Au Niger, l'utilisation de la traction animale pour la culture du mil a permis de réduire le travail manuel de 10 à 30%. Le labour avec des

Ce paysan burkinabé exhibe fièrement les panicules d'une variété de sorgho à haut rendement. Cette variété a été mise au point par l'ICRISAT.

charrues à traction bovine a amélioré l'émergence et la croissance des plantes, ainsi que les rendements en grain et en paille.

Des études préliminaires d'agroforesterie conduites en collaboration avec Texas A&M University, dans la forêt de Guesselbodi au Niger, indiquent qu'il est possible de reconstituer le couvert végétal des sols nus par des techniques très simples, comme le paillage avec des branchettes non utilisées commercialement. Le succès de cette technique semble être dû à la fixation du sable et des feuilles, ce qui a permis d'augmenter le niveau moyen d'humidité édaphique et favorisé la germination des graines.

Si ces résultats sont confirmés, une technique rudimentaire permettrait de régénérer les terres forestières et contribuerait à freiner l'avance du désert.

Des études sur les techniques traditionnelles de conservation de la fertilité des sols révèlent que les paysans appliquent des engrais organiques et pratiquent des rotations culturales lorsqu'ils intensifient leurs cultures. Mais, ceci n'empêche pas la structure du sol de se dégrader et l'infiltration de l'eau dans le sol diminue.

Au Niger, l'apport de 24 kg de P_2O_5/ha est rentable, en milieu réel, avec les variétés traditionnelles de mil, si les semis sont faits à temps et les pluies sont suffisantes pour obtenir une récolte.

Au Burkina Faso, les économistes ont pu confirmer, grâce à des études comparatives, que l'augmentation de la densité de la population entraîne une mise en exploitation des terres marginales, une réduction des périodes de jachère et une diminution des rendements.

Lutte contre la sécheresse en Afrique

L'expérience acquise suite aux sécheresses chroniques en Afrique montre que les mesures d'urgence d'aide alimentaire, bien qu'essentielles, ne sont pas une solution à long terme. Elles ne peuvent alléger les effets destructeurs de la sécheresse sur l'agriculture.

Dans le passé, divers mécanismes permettaient aux paysans d'affronter la sécheresse. La pression sur les terres était faible et les familles pouvaient migrer. Des réserves de grains étaient constituées et les paysans les moins éprouvés secouraient les plus menacés.

Mais, la sécheresse a persisté et s'est propagée, et ces mécanismes sont devenus inopérants. Car, la sécheresse ne fait pas que détruire les terres; elle a un effet dévastateur sur la délicate infrastructure agricole qui soutien la main d'oeuvre, les stocks de semences et de denrées et les animaux de trait.

La terre s'assèche encore plus et le sol durcit, devenant plus difficile à travailler et moins productif. Les hommes et les animaux, sous-alimentés, ne trouvent plus l'énergie nécessaire pour cultiver à nouveau. Souvent, les animaux meurent, ou encore sont vendus ou abattus en période de famine. Les semences essentielles sont souvent consommées pour combattre la faim.

Les mauvaises herbes abondent quand le sol n'est pas cultivé, tel est le cas en période de sécheresse aigue. Le sarclage complet des champs est trop pénible pour le paysan, et les superficies cultivées vont en s'amenuisant.

La sécheresse crée une dépendance totale à l'égard de l'aide internationale. Elle surcharge les moyens logistiques d'aide et altère la capacité de production locale. Si l'aide internationale, alimentaire ou financière, est offerte sans tenir compte de la capacité de production des systèmes locaux, elle risque de perpétuer cet état de dépendance et de placer le paysan dans l'incapacité de reprendre ses activités agricoles même après les années de sécheresse.

Pour avoir un impact à long terme, cette aide doit prévoir des mesures qui permettront de relancer la production. A cet égard, la collaboration entre les chercheurs agricoles capables d'apprécier les problèmes de la région et les agences d'aide est essentielle.

Des mesures doivent être prises à l'avance pour disposer de semences et d'animaux de trait qui permettront de relancer l'agriculture quand les pluies reviendront. Les semences devront être préservées des abus; car elles risquent d'être consommées ou faire l'objet de spéculations en temps de crise. De plus, elles doivent être adaptées aux besoins locaux. La collaboration entre les chercheurs agricoles et les responsables de la quarantaine des végétaux est essentielle, au cas où des semences doivent être importées.

Les semences améliorées doivent être multipliées sur les sites les plus propices de la région. Des cultures relativement secondaires peuvent être importantes localement et elles doivent être englobées dans cet effort.

Les engrais, notamment le phosphore, seront nécessaires dans les régions où les sols sont pauvres, tout comme les herbicides pour remettre en conditions de production des champs très infestés par les mauvaises herbes. Certaines mesures phytosanitaires peuvent être essentielles pour sauver les cultures les plus menacées.

Tous les intrants nécessaires doivent être disponibles en temps opportun pour relancer l'agriculture, car tout délai risque de réduire la capacité du paysan à reprendre ses activités agricoles. Où il y a des tracteurs, ceux-ci peuvent être utilisés par le gouvernement pour travailler le sol. L'emploi de la main-d'oeuvre par des programmes d'aide (ex. travail en échange de nourriture) peut servir à préparer le sol, sarcler, construire des billons de contour et des ouvrages de captage d'eau, ainsi qu'à creuser des puits.

Ces mesures entraînent des dépenses supplémentaires qui peuvent être compensées par la relance de la production agricole, laquelle peut sauver la région si une nouvelle sécheresse surgit.

La sécheresse incite souvent les responsables agricoles à se tourner vers de nouvelles solutions. Une technologie améliorée et adaptée peut être alors introduite de manière progressive. En Inde, l'introduction au cours des vingt dernières années de variétés de riz et de blé à haut rendement a été un succès. Lorsqu'une technologie réussit dans une région, son adoption s'étend rapidement.

Seule une approche concertée et progressive, fondée sur une infrastructure adéquate, peut atténuer les effets néfastes de la sécheresse. L'objectif de cette approche est de redonner aux paysans la capacité de produire.

Les méthodes améliorées et intensives de production ne seraient pratiquées que sur les meilleures terres.

Les chercheurs ont identifié un large éventail de variétés locales de mil et de sorgho, cultivées à différentes périodes dans les zones soudanienne et guinéenne. En outre, ils ont évalué le potentiel d'adoption de nouvelles variétés de différents cycles comme substituts aux variétés locales, lors de semis tardifs.

Dans ce pays, des essais ont montré que les labours profonds et les billons cloisonnés permettent d'obtenir de meilleurs rendements; ceci expliquerait en bonne partie la différence entre les rendements obtenus en station et en milieu réel. Mais, les labours profonds requièrent des animaux de trait dont les paysans ne disposent pas toujours et le cloisonnement des billons exige plus de travail.

Deux ateliers ont été organisés en Afrique de l'Ouest : un sur le sorgho à Ouagadougou, au Burkina Faso, et un sur le mil au Centre sahélien de l'ICRISAT. Ils ont réuni plusieurs chercheurs des programmes nationaux et régionaux qui ont pu faire le point sur les recherches actuelles et élaborer une stratégie de recherche. Les liens professionnels noués devraient permettre à l'ICRISAT d'accélérer le travail d'amélioration des plantes dans cette région.

L'ICRISAT a pu s'attaquer à des problèmes particuliers au Sahel, tout en cherchant à améliorer les cultures et les systèmes de production pour l'ensemble de la région.

Les organismes de recherche, tels que l'ICRISAT, ne peuvent que mettre en évidence le potentiel d'un milieu donné. Le développement rural dépend dans une large mesure de la collaboration entre les gouvernements, les agences d'aide, les administrations, les vulgarisateurs, les responsables locaux de l'agriculture et de la quarantaine des végétaux, ainsi que les paysans.

On trouvera ci-dessous le résumé du compte rendu d'une réunion entre des chercheurs de l'ICRISAT ayant une expérience pratique en Afrique. Il rapporte les problèmes aigus que doivent affronter les paysans au Sahel. Les recherches de l'ICRISAT doivent être placées dans ce contexte. Par ailleurs, il est encourageant de constater que les études sur les problèmes causés par la sécheresse,

Variété locale intéressante de sorgho du nord du Mali.

au cours de la dernière décennie, en Afrique subsaharienne s'accordent sur la stratégie à adopter pour contrer les effets de ce fléau. De telles études ont été faites par la Banque mondiale, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).

C'est dans cette perspective que l'ICRISAT compte apporter son expérience scientifique et ses compétences pour augmenter la production agricole au Sahel. Pour ce faire, l'Institut travaillera en étroite collaboration avec les chercheurs, les administrateurs et les vulgarisateurs des organismes intéressés et des pays affectés par la sécheresse. Compte tenu de l'ampleur et de la gravité du problème, cet effort doit être international et renforcé par l'expérience locale.

Lignées diffusees ou au stade de pre-vulgarisation

L'amélioration des cultures est un processus lent. Il faut souvent 5 à 7 années de recherche et quelques années d'évaluation nationale (5 ou 6 en Inde) avant qu'une variété ou qu'un hybride soit vulgarisé.

Dans plusieurs cas, l'ICRISAT a pu accélérer ce processus en inscrivant très tôt les meilleures lignées de sélection aux essais conduits en collaboration avec les programmes nationaux, afin qu'elles soient évaluées plus rapidement et éventuellement diffusées, décision qui relève exclusivement de ces programmes.

En 1984, les cultivars de sorgho ICSV 1 (SPV 351) et de mil ICMS 7703 ont été vulgarisés en Inde. La variété ICSV 1 peut être cultivée durant la saison des pluies dans toutes les régions de production de sorgho. Dans ce

Ce chercheur de l'ICRISAT, au Mexique, identifie des lignées de sorgho pouvant servir à la production d'hybrides adaptés aux terres d'altitude peu ou moyennement élevées en Amérique latine.

Ces paysans sont interessés par cette variété améliorée de sorgho, cultivée à Kamboinsé au Burkina Faso.

pays, plusieurs lignées de sorgho, de mil, d'arachide, de pois chiche et de pois d'Angole ont figuré en bonne place lors d'essais avancés de pre-vulgarisation. Ainsi, le pois chiche ICCC 32 et le pois d'Angole ICPL 87 ont été jugés prometteurs; ce dernier pourrait même être diffusé en 1985.

Les cultivars de sorgho de l'ICRISAT se sont très bien comportés en Amérique latine et dans les Caraïbes, où travaillent deux chercheurs de l'Institut en poste au CIMMYT, un institut frère au Mexique, dont les recherches portent sur le blé et le maïs. Plusieurs variétés de sorgho adaptées aux terres d'altitude peu ou moyennement élevées ont été vulgarisées dans cette partie du monde; une au Honduras, une au Mexique, une au Nicaragua, deux au Salvador et deux au Venezuela. De plus, deux variétés sont en voie d'être vulgarisées au Guatemala. Au Honduras, une variété, au stade final d'évaluation, réussit mieux que la variété déjà vulgarisée. En Haïti, les semences d'une lignée prometteuse sont multipliées.

Au Mexique, une variété de sorgho rouge tolérante au froid et adaptée aux hautes terres, VA 110, a été vulgarisée. Sa teneur en tanin est trop élevée pour qu'elle puisse être consommée par l'homme. Mais, son grain se mélange bien avec les aliments du bétail où il peut se substituer au maïs. Une variété de sorgho blanc comestible est au stade final d'évaluation dans ce pays.

En 1984, le cultivar de sorgho SEPON 80-1 a été vulgarisé en République arabe du Yémen, où deux autres lignées sont prometteuses. Quelques lignées de l'ICRISAT ont eu de bons résultats lors d'essais régionaux conduits en Afrique de l'Est. En Inde, deux lignées de sorgho de l'ICRISAT, ont eu de bons rendements dans les essais multilocaux d'évaluation et une troisième a été inscrite pour de tels essais.

Au Soudan, l'hybride de sorgho Hageen Durra 1 a bien réussi, malgré la sécheresse qui a sévi dans ce pays. Les semences de cet hybride sont produites à grande échelle. En conditions d'irrigation, il a eu un rendement en grain de 5190 kg/ha, par rapport à 1110 kg/ha pour la variété locale. En 1984, 50 600 ha ont pu être cultivés avec cet hybride et les responsables agricoles espèrent augmenter de 6 à 10 fois ces superficies en 1985.

Au Cameroun, les semences de deux sorghos de l'ICRISAT sont multipliées, après avoir bien figuré pendant quatre ans aux essais d'adaptation conduits par le SAFGRAD à la Station de l'Institut national de recherches agronomiques, à Maroua. La sélection élite Sorgho 38-3 a eu des rendements stables et elle a résisté aux principaux insectes et maladies. Les paysans ont apprécié sa précocité (95-100 jours) et son grain blanc.

En outre, la variété E 35-1, une lignée améliorée d'Ethiopie, a un grain d'excellente qualité et exempt de moisissures.

En Afrique de l'Ouest, les semences de deux sorghos sont multipliées : ICSV 1002 et Framida au Burkina Faso et Framida au Togo. Cette dernière, résistante au *Striga* , a été sélectionnée à partir du matériel génétique de l'ICRISAT. Les tests paysans conduits pour évaluer ICSV 1002 indiquent que cette variété a des rendements stables, même en période de sécheresse.

En 1984, le mil ICMS 7703 a été vulgarisé en Inde, mais ce n'est qu'en 1985 qu'on disposera d'une quantité commerciale de semences. La variété de mil vulgarisée dans ce pays il y a deux ans, WC-C75 (ICMV 1), est cultivée dans la majorité des zones de production de mil, où elle a eu de bons rendements et résiste bien au mildiou. Cette variété a été vulgarisée en Zambie, sous le nom ZMV 1 et elle pourrait l'être également en République arabe du Yémen.

Au Sénégal, deux nouvelles variétés de mil de l'ICRISAT ont été recommandées à la vulgarisation. Dans ce pays, les deux variétés de l'ICRISAT déjà vulgarisées—IBMV 8001 (ICMV 2) et IBMV 8004 (ICMV 3)—ont eu des rendements de 20% supérieurs à ceux de Souna III, la variété standard. Les nouvelles variétés ont été cultivées sur plus de 1000 ha,

Parcelle de sélection d'hybrides de sorgho, à Wad Medani au Soudan. L'hybride de l'ICRISAT vulgarisé dans ce pays, Hageen Durra 1, a eu de bons rendements malgré la sécheresse. Les semences de cet hybride sont produites à grande échelle.

Au Sénégal, les semences d'une nouvelle variété naine de mil sont multipliées. Dans ce pays, les variétés de l'ICRISAT ont de meilleurs rendements que les cultivars locaux.

en 1984. Selon les épouses des paysans ces variétés produisent plus de couscous et leurs grains ont un meilleur goût que les variétés locales.

Au Soudan, le mil Ugandi a échappé à la sécheresse, grâce à sa précocité. Il a eu des rendements nettement supérieurs à ceux des variétés locales. Les semences de cette variété de l'ICRISAT sont multipliées pour répondre aux besoins des paysans.

Plusieurs lignées mâles stériles de mil ont été mises à la disposition des sélectionneurs des programmes indiens pour la production d'hybrides. La lignée mâle stérile 81 A est très utilisée et nouvelles lignées devraient l'être également.

Le cultivar de pois chiche ILC 3279, de type *kabuli*, très résistant à la flétrissure ascochytique, a été vulgarisé à Chypre. Ce cultivar a été sélectionné par le programme ICRISAT-ICARDA. La Syrie projette de le vulgariser également, à cause de sa résistance au froid. Dans les essais avancés sur le pois chiche, deux variétés ont eu de bons résultats au Népal et une autre au Bangladesh. Ces variétés pourraient être vulgarisées dans ces pays.

En Inde, les lignées de pois chiche sont évaluées par zones géographiques. Une lignée de l'ICRISAT a eu les meilleurs rendements dans les plaines du nord-ouest, et une autre a eu des résultats pareils pour la deuxième année consécutive, en Inde péninsulaire.

Le pois d'Angole ICPL 87, une lignée précoce, à gros grains et grande adaptabilité, est multiplié dans l'Etat du Maharashtra, où il sera éventuellement vulgarisé. Aux essais agronomiques conduits au Centre ICRISAT, cette variété a donné deux récoltes (3,8 t/ha de graines). De plus, la lignée de cycle intermé-

Ci-dessus, la variété de pois d'Angole ICPL 87 cultivée en champ paysan dans l'Andhra Pradesh, un image dans le cadre d'une collaboration avec le programme national. Ci-dessous, la variété de pois chiche ILC 3279 (gauche), créée par ICRISAT. ICARDA est résistante à la flétrissure ascochytique, qui a détruit la lignée à droite. Elle a été vulgarisée à Chypre.

diaire, ICPL 270, a eu le plus haut rendement moyen lors d'essais conduits sur neuf sites en Inde.

La lignée d'arachide ICGS 11 est bien classée dans les essais avancés de pré-vulgarisation des cultivars pour la saison après pluie et plusieurs lignées se sont bien comportées en essais préliminaires d'évaluation des cultivars de la saison des pluies. Dans les essais sur l'arachide de confiserie, cultivée en conditions optimales après la saison des pluies, une lignée de l'ICRISAT a produit plus de 6 t/ha.

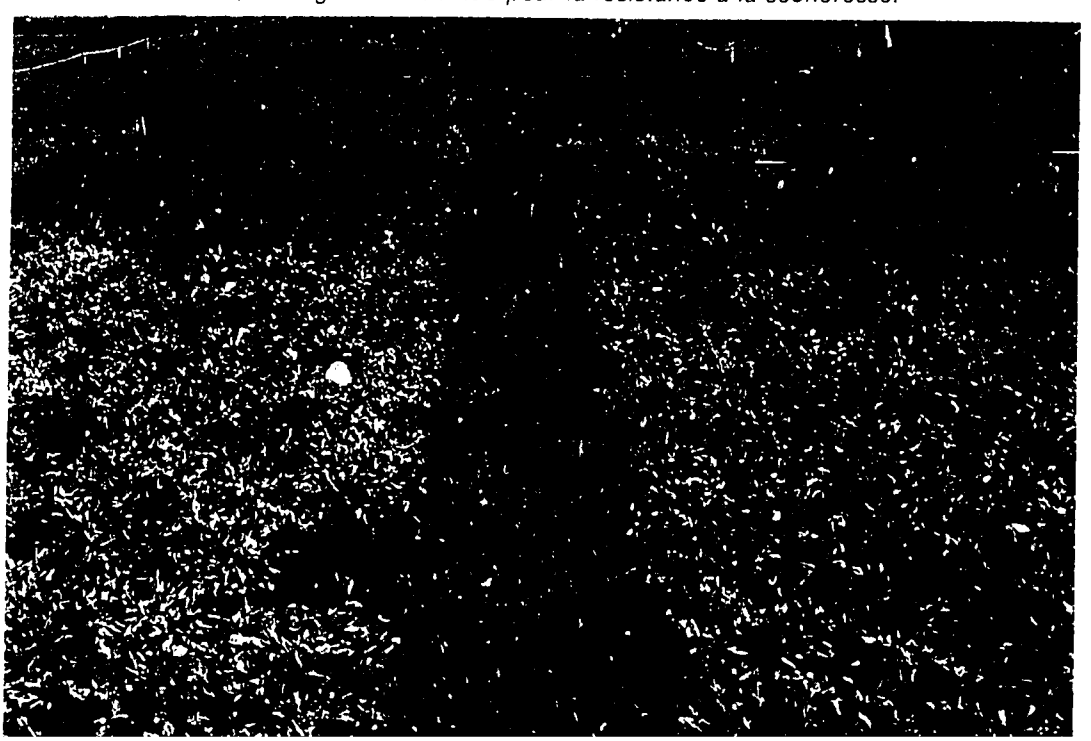
Les lignées, variétés et hybrides diffusés permettront d'augmenter la production agricole dans toutes les parties du monde où les cultures du mandat de l'ICRISAT sont produites. Cependant, un impact encore plus grand s'est fait déjà sentir grâce aux variétés et hybrides sélectionnés par les programmes nationaux à partir du matériel de sélection mis à leur disposition par l'ICRISAT.

Résistance aux stress physiques

Dans les régions semi-arides, les cultures subissent de graves stress: sécheresse, températures élevées de l'air et du sol, sols peu fertiles, vents de sable, salinité des sols, pluviométrie très irrégulière. Les chercheurs de l'ICRISAT étudient le comportement des plantes sous ces conditions pour identifier les cultures et les génotypes les mieux adaptés à ces stress. Ils cherchent aussi à mettre au point des systèmes de culture et des pratiques agricoles qui permettront aux paysans de surmonter ces conditions extrêmes.

Les efforts de l'ICRISAT ont porté fruit. Dans plusieurs pays des variétés ont résisté à la sécheresse. Mais, les chercheurs tentent d'identifier des génotypes encore plus résis-

Au Centre ICRISAT, criblage de l'arachide pour la résistance à la sécheresse.



tants, en conditions tant réelles qu'expérimentales, et à accroître l'adaptabilité des meilleures variétés.

Au Centre ICRISAT, des techniques en laboratoire et au champ ont été améliorées, afin de cribler le mil et le sorgho pour leur capacité à émerger en conditions de températures du sol très élevées et de déficit hydrique, deux caractéristiques désirables dans les régions prédisposées à subir la sécheresse. Une technique de laboratoire permet de simuler les températures à la surface du sol, tout en conservant suffisamment d'humidité dans la zone racinaire pour assurer la germination.

Plusieurs lignées de sorgho ont été criblées en Inde et au Mali. Une technique biochimique de criblage pour la levée en sols très chauds a été mise au point, en collaboration avec la Station galloise d'amélioration des plantes au Royaume-Uni. Elle permet d'évaluer la capacité des embryons de sorgho de synthétiser les protéines sous des températures élevées, un facteur essentiel à la germination et la croissance des plantules.

Les entrées de la banque de génotypes et les lignées de sélection de sorgho ont été criblées pour leur capacité d'émerger dans des sols encroûtés, une autre caractéristique utile dans les régions semi-arides. Les études sur le mil ont confirmé que cette espèce a une aptitude remarquable à s'adapter à la sécheresse, sans perte significative de rendement, lorsqu'elle survient avant la floraison.

Au Centre ICRISAT, des caractéristiques de résistance à la sécheresse ont été trouvées sur

A Sadoré au Niger, comme dans tout le Sahel, l'établissement des cultures pose un problème majeur.

La salinité des sols entrave la production agricole dans certaines régions des zones tropicales semi-arides, notamment à Hisar en Inde du Nord.

28 lignées de sorgho provenant de régions différentes. Trois d'entre elles ont de bonnes caractéristiques agronomiques, dont l'hybride SPH 225.

Des lignées de pois chiche tolérantes à la sécheresse ont été identifiées pour l'Inde péninsulaire. Elle pourraient éventuellement servir comme culture de printemps en Asie occidentale. Le criblage pour la résistance à la sécheresse s'est fait aux champs avec des lampes permettant de prolonger artificiellement la longueur du jour et de synchroniser la floraison de génotypes ayant différents cycles de croissance.

Les chercheurs ont identifié des lignées de pois chiche qui ont moins de fleurs avortées et plus de gousses sous des températures proches du point de congélation. Ce travail permettra d'augmenter les rendements de cette culture dans les régions ayant un hiver subtropical, comme en Inde du Nord.

La technique de prolongement du jour par des lampes est utilisée également pour le mil, afin d'identifier les lignées non photopériodiques. Ce travail servira à sélectionner des lignées ayant une plus grande adaptabilité. Pour l'arachide, des résultats préliminaires, obtenus en collaboration avec l'Université de Bonn, permettront aux chercheurs d'identifier rapidement la sensibilité à la photopériode chez divers cultivars de cette espèce.

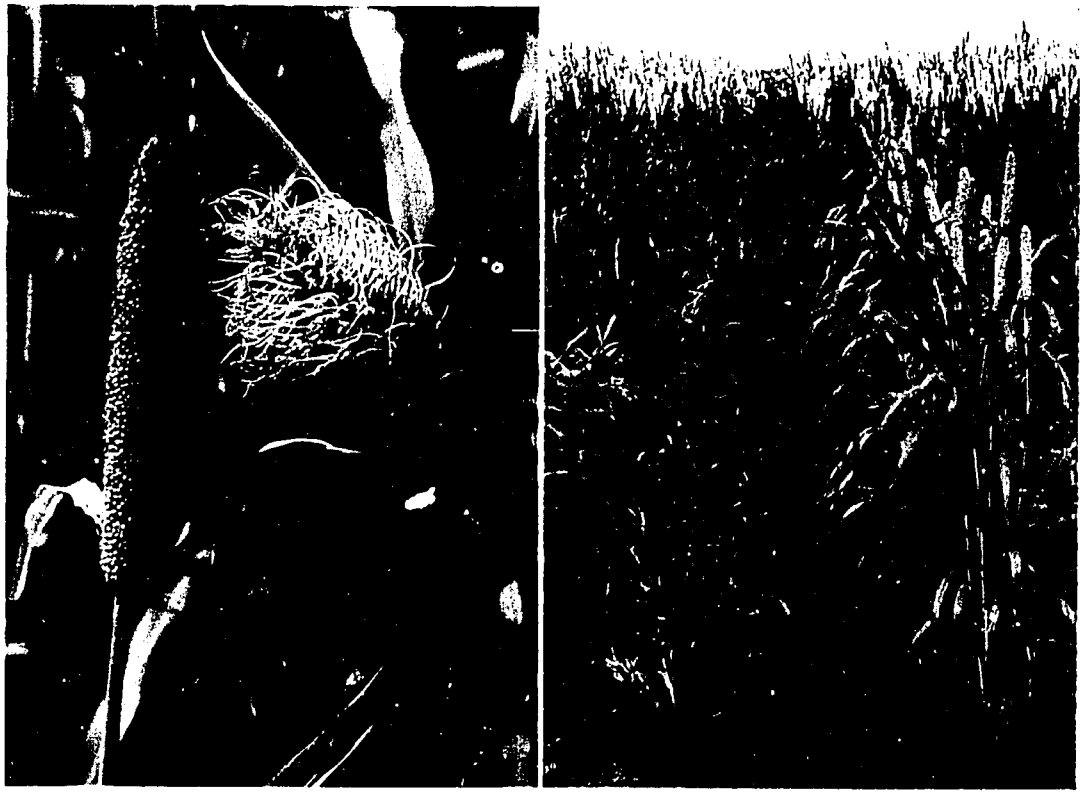
Une technique en pots a été mise au point pour cribler un grand nombre de génotypes de pois d'Angole pour leur tolérance à la salinité des sols, une contrainte importante de la production de légumineuses dans plusieurs régions semi-arides. Des études similaires avaient déjà débuté pour le pois chiche. De plus, une réunion d'experts regroupant trente chercheurs a permis d'élaborer une stratégie de recherche sur les stress physiques du pois chiche et du pois d'Angole.

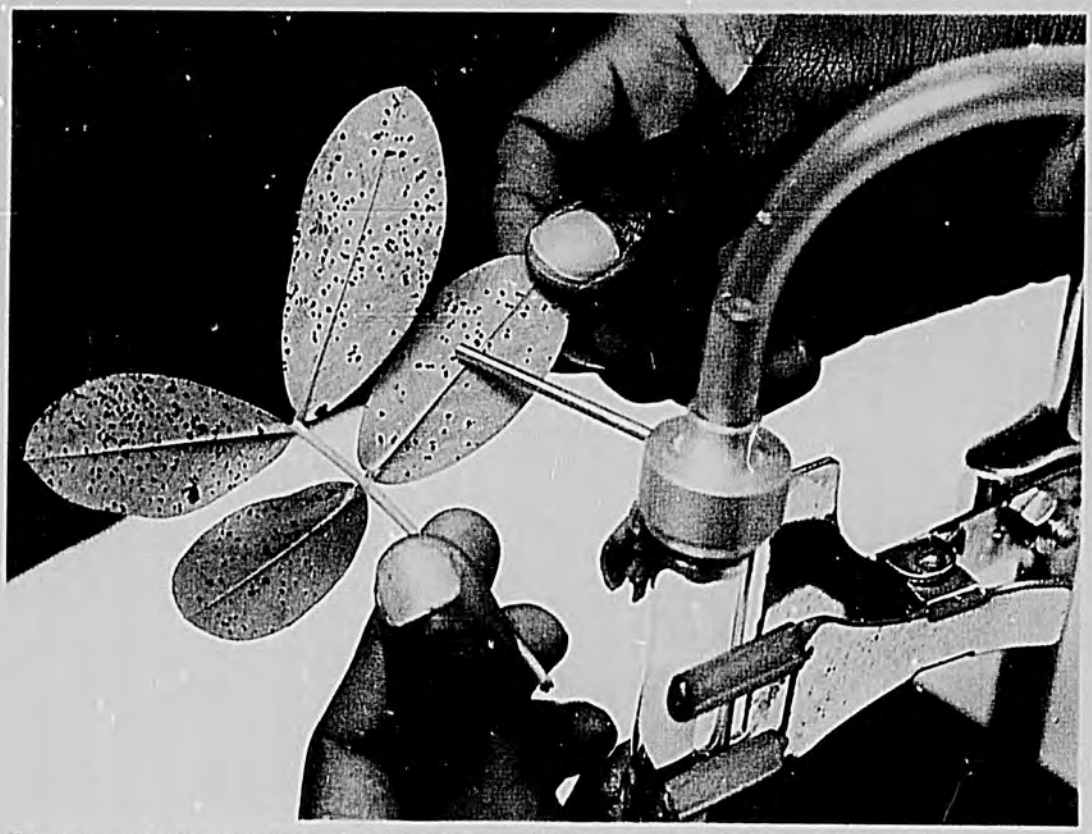
Resistance aux maladies

Les maladies sont une contrainte majeure de la production agricole, tout comme la sécheresse, les insectes et les mauvaises herbes. Les paysans ne disposent que de moyens très limités pour lutter contre elles. La recherche de l'ICRISAT sur les maladies porte sur plusieurs aspects :

- Etudes de l'incidence des maladies;
- Identification des agents pathogènes;
- Etudes de la survie et la propagation des agents pathogènes, sous différentes conditions;
- Mise au point de techniques de criblage des génotypes, en laboratoire et au champ, pour évaluer leur niveau de résistance;
- Identification de sources de résistance à une ou plusieurs maladies;
- Evaluation de la stabilité de la résistance dans différents milieux;
- Etudes sur l'hérédité de la résistance;

Le mildiou du mil transforme les fleurs en organes foliacés et elles ne peuvent pas produire de grain (à gauche). Lignées sensible et résistante (à droite).





Des spores sont collectées, afin de cribler l'arachide pour sa résistance à la rouille.

- Sélection pour le caractère de résistance.
- Evaluation des lignées avancées de sélection pour leur adaptation et leurs rendements.

Pour toutes les cultures de son mandat, l'ICRISAT dispose maintenant de lignées ayant une résistance multiple aux maladies. En 1984, le Comité de diffusion du matériel végétal de l'ICRISAT a identifié quatre lignées de mil ayant une résistance stable et multiple aux trois graves maladies que sont l'ergot, le charbon et le mildiou. Ces lignées ont été mises à la disposition des programmes nationaux.

Des recherches de cette nature ont permis d'identifier des lignées de pois d'Angole pouvant résister jusqu'à quatre maladies et des lignées de pois chiche résistantes au flétrissement et à deux pourritures des racines.

Plusieurs lignées résistantes ont fait l'objet d'une évaluation poussée par les programmes nationaux. Deux lignées d'arachide résistantes à la rouille ont atteint un stade avancé en essais multilocaux, conduits par le programme indien. Une autre a eu les meilleurs rendements (moyenne de huit sites) dans les essais sur la résistance aux maladies, mis en place par ce programme, et huit nouvelles lignées ont été inscrites pour de tels essais.

Deux variétés de mil résistantes au charbon, ICMS 8283 et ICMV 82132, ont bien figuré dans les essais avancés conduits en Inde et dans plusieurs pays d'Afrique. Elles ont eu de

Essais de lignées de pois d'Angola pour la résistance à la mosaïque stérilisante

bons rendements et elles semblent avoir une résistance stable au charbon, ainsi qu'au mildiou.

Dans les essais mis en place sur neuf sites en Inde péninsulaire, deux lignées de pois d'Angola, une résistante au flétrissement et une à la mosaïque stérilisante, ont eu de meilleurs rendements que la variété standard.

Le travail sur l'identification de nouvelles sources de résistance et la confirmation de sources résistantes se poursuit. Au Centre ICRISAT, la résistance à la pourriture charbonneuse de la variété de sorgho E 36-1 a été confirmée en conditions de grave infection causée par l'arrêt de l'irrigation à différents stades de croissance durant la saison sèche. Quarante-sept lignées de sorgho, de provenance diverse et ayant différentes caractéristiques, ont été identifiées comme résistantes au mildiou.

Le Comité de diffusion du matériel végétal de l'ICRISAT a identifié cinq lignées de mil ayant une résistance stable au mildiou, quatre à l'ergot, six au charbon et sept à la rouille. Ces lignées sont mises à la disposition des programmes nationaux. Cinquante des 3000 entrées de mil criblées pour leur résistance au mildiou ont eu une forte résistance et elles ont été améliorées pour leurs caractéristiques agronomiques. Une nouvelle source de résistance à la rouille a été identifiée, ce caractère est transmis par un seul gène dominant, ce qui simplifie la sélection pour la résistance à cette maladie.

Les chercheurs ont identifié 128 lignées de pois chiche résistantes au flétrissement. Des essais en pots ont montré que le champignon

Des essais intensifs de criblage ont été conduits, au Malawi, pour identifier des lignées d'arachide résistantes à la cercosporiose précoce, mais aucune lignée n'a encore été sélectionnée.

En bas, une parcelle d'infection du flétrissement du bois chiche. A droite, une variété résistante à haut rendement.

pathogène peut survivre pendant 72 mois dans le sol.

Des pertes importantes sont causées par l'*Aspergillus flavus*, un champignon qui secrète des toxines. En 1984, une nouvelle lignée de sélection a surpassé le cultivar le plus résistant.

La rouille et les cercosporioses (précoce et tardive) sont les trois principales maladies de l'arachide. Le criblage pour la résistance à ces trois maladies foliaires a permis d'identifier 50 lignées résistantes à la rouille, lesquelles feront l'objet d'un criblage plus intensif. Le criblage pour la résistance à la cercosporiose précoce est prioritaire en Afrique australe. Mais aucune des 2000 lignées criblées, en 1984, n'a montré un niveau utile de résistance à cette maladie.

Le flétrissement dû à *Phytophthora* est une importante maladie du pois d'Angole. Au Centre ICRISAT, des études épidémiologiques ont montré que la direction des vents et l'éclaboussement par les gouttes de pluies permettent au champignon de se propager aux champs. Des études préliminaires indiquent qu'un type de mycorhize pourrait réduire l'incidence de cette maladie.

La rosette est une maladie de l'arachide propre à l'Afrique. L'étude du développement saisonnier de cette maladie permettra de mettre en place des pépinières de criblage. Des recherches similaires, conduites en collaboration avec quatre organismes de recherche en Allemagne de l'Ouest, en Ecosse, aux Etats-Unis et au Nigeria, ont permis d'identifier deux virus responsables de cette maladie. Des essais ont débuté au Malawi et au Nigeria pour étudier la survie et la propagation de cette maladie et améliorer les mesures de lutte contre elle.

En coopération avec le Laboratoire de recherche sur la commercialisation des grains, à Manhattan au Texas, une technique expérimentale a pu être mise au point pour évaluer les lignées de sorgho pour leur résistance aux moisissures des grains.

Les progrès réalisés les années antérieures ont été consolidés. Les nouvelles techniques de criblage et sources de résistance identifiées devraient permettre de sélectionner des lignées résistantes qui seront cultivées par un grand nombre de paysans.

Des lignées d'arachide résistante (droite) et sensible (gauche) aux maladies foliaires.

Lutte contre les insectes et les mauvaises herbes

A l'instar de la sécheresse et des maladies, les insectes et les mauvaises herbes sont deux facteurs limitant les rendements des cultures. La lutte chimique n'est pas à la portée du paysan moyen et c'est pourquoi les recherches de l'ICRISAT ont été orientées d'abord vers la sélection de variétés résistantes. Mais la lutte intégrée est maintenant prioritaire. Elle englobe, entre autres : des études sur l'incidence des ravageurs et la dynamique des populations; la lutte biologique, soit l'utilisation de parasites et de prédateurs ainsi que l'amélioration des pratiques culturales, dont les modes d'application des pesticides.

En 1984, des progrès ont été faits dans tous ces domaines. L'*Heliothis* est un ennemi redoutable du pois chiche et du pois d'Angole. Des lignées de pois chiche résistantes à l'*Heliothis* et au flétrissement fusarien ont été identifiées et les études sur les ennemis naturels et la lutte chimique ont été intensifiées. Quelques parasites ont été dépistés et des méthodes de lutte chimique ont été conçues pour des systèmes de production utilisant peu d'intrants.

En Inde, le pois d'Angole ICPL 84060, tolérant à l'*Heliothis*, a eu de meilleurs rendements que le cultivar standard, C 11, avec ou

La variété de pois chiche, à gauche, a subi de graves dégâts causés par l' Heliothis armigera *(en médaillon); alors que la variété, à droite, a résisté en conditions d'infestation plus prononcée.*

La variété d'arachide Robut 33-1 a subi à différents niveaux des dégâts par la mineuse des feuilles. Les blocs vert foncé ont été protégés par un insecticide.

sans application de pesticide. En recommandant une date optimale d'application des pesticides et en mettant au point des pulvérisateurs améliorés (voir page 33), les chercheurs de l'ICRISAT ont permis aux paysans indiens de réduire à deux ou trois le nombre de pulvérisations requises pour lutter contre l'*Heliothis*, alors qu'il en fallait quatre ou plus pour une saison auparavant.

Des recherches ont été conduites en collaboration avec l'Institut tropical de développement et de recherche (TDRI) du Royaume-Uni, pour établir une corrélation entre les populations d'*Heliothis*, les plantes-hôtes et les facteurs du milieu. Pour ce faire, un réseau de 113 pièges à phéromone a été établi sur 60 sites en Inde, au Bangladesh, au Pakistan et au Sri Lanka.

Melanagromysa obtusa est un autre ravageur important du pois d'Angole. En 1984, les chercheurs ont identifié plusieurs génotypes dont le taux d'infestation était systématiquement inférieur à celui des variétés les plus cultivées.

Pour l'arachide, nous cherchons à déterminer les seuils critiques des populations d'insectes, afin que l'effort de sélection soit concentré sur les insectes qui réduisent significativement les rendements. Une importance particulière est accordée à *Aproaerema modicella* et à *Spodoptera litura*, deux chenilles.

En Inde, quatre lignées d'arachide ayant des rendements élevés et une résistance multiple aux insectes sont au stade initial d'évaluation sur 25 sites. Le génotype NC Ac 2230 a été identifié comme la meilleure combinaison pour l'héritabilité des trichomes, un caractère qui augmente la résistance aux jassides. Au Centre ICRISAT, sans pulvérisation, les lignées d'arachide résistantes aux thrips et aux jassides ont eu des rendements significativement supérieurs aux cultivars témoins.

La lignée d'arachide ICG 2271 résiste à plusieurs insectes, tels que les jassides, la mineuse des feuilles, les thrips et les termites qui rongent les gousses. Elle a eu, sur plusieurs sites en Inde, de meilleurs rendements que le témoin national, M-13, et elle a été recommandée par le Programme indien d'amélioration comme géniteur résistant aux insectes. L'ICRISAT a identifié 20 lignées d'arachide résistantes à la mineuse des feuilles, dont certaines résistent également à la rouille.

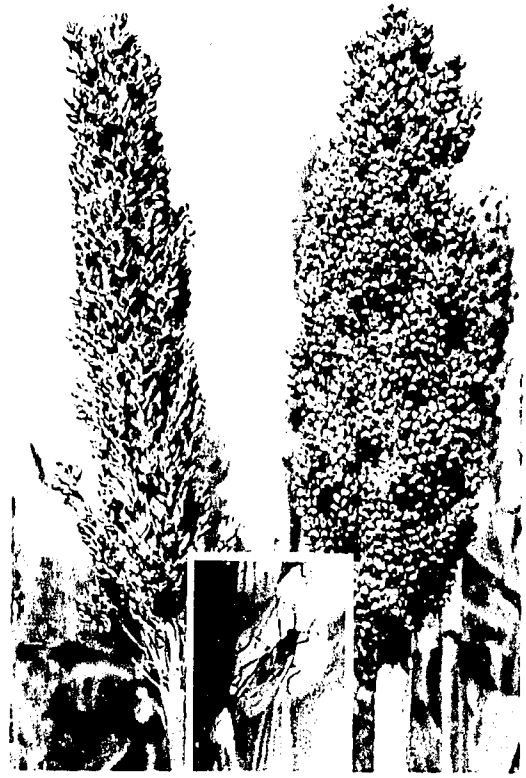
La cécidomyie est un insecte nuisible du

sorgho. En 1984, des facteurs associés à la résistance à cet insecte ont été identifiés. Une lignée résistante, ICSV 197 (PM 11344) a bien figuré cette année dans les essais de criblage pour la résistance.

Le criblage en cages pour la résistance à la mouche des pousses du sorgho a été normalisé. En conditions contrôlées, les populations d'insectes sont maintenues constantes et les génotypes sont exposés individuellement. Une technique de laboratoire a été améliorée pour l'élevage du borer ponctué du sorgho, afin de cribler un plus grand nombre de génotypes pour leur résistance.

Les insectes peuvent transmettre des maladies, ainsi les pucerons, par ailleurs responsables du rabougrissement du pois chiche, vecteurs du virus de l'enroulement du haricot; les thrips le sont également pour la virose de l'arachide (BND). Les études sur ces insectes se poursuivent.

Les chercheurs de l'ICRISAT ont identifié sept espèces de nématodes qui parasitent les racines du pois chiche. Le travail a débuté sur les nématodes du pois d'Angole, particulièrement sur les nématodes à galles.



Panicules de sorgho sensible et résistante à la cécidomyie (en médaillon).

A Kamboinsé, au Burkina Faso, des chercheurs conduisent des essais de criblage pour la résistance au Striga, *une plante parasite du sorgho et du mil.*

Le travail de l'ICRISAT sur la résistance aux mauvaises herbes a porté principalement sur le *Striga*, plante parasite du sorgho et du mil. Depuis deux ans, une variété de sorgho résistante au *Striga*, SAR 1, s'est bien comportée dans les essais conduits en milieu réel dans des régions endémiques de l'Etat du Maharashtra. Au Burkina Faso, quelques lignées de sorgho de l'ICRISAT ont démontré une bonne résistance au *Striga*, même en conditions de forte infestation. Des essais sur le mil ont permis d'identifier quatre lignées ayant une faible infestation de *Striga* (90% moins que la variété témoin).

L'orobanche, une autre plante parasite, réduit les rendements du pois chiche cultivé en hiver en Asie occidentale et dans la région méditerranéenne. Onze lignées résistantes et 170 lignées tolérantes ont été identifiées lors d'un criblage aux champs. Elles seront utilisées par le programme de sélection ICRISAT-ICARDA, en Syrie.

En Inde seule, les dégâts causés par les insectes aux cinq cultures du mandat de l'Institut sont estimés à 650 millions de dollars annuellement. Ceci montre bien la nécessité de poursuivre les recherches pour améliorer la lutte contre les insectes et les adventices.

Exploitation des ressources genetiques

En 1984, l'Unité des ressources génétiques de l'ICRISAT a acquis pour sa banque de génotypes 4975 entrées nouvelles pour les cultures de son mandat et 408 entrées de millets secondaires. Au total, 64 988 échantillons de semences ont été distribués : 35 298 aux chercheurs de l'ICRISAT, 8914 aux chercheurs en Inde et 20 776 aux chercheurs de 57 autres pays.

La collecte, la conservation et la distribution de ce matériel végétal sont essentielles en amélioration des plantes. La collection mondiale de l'Institut est composée de plus de 80 000 introductions.

Une réalisation importante de ce programme a été la conversion de quelques souches locales de sorgho exotique en lignées de sélection plus utiles.

La collection de sorgho de l'ICRISAT, 24 000 entrées, est composée surtout de souches locales de grande taille et photopériodiques, donc à présent de peu de valeur pour les sélectionneurs. Au cours des dernières années, les chercheurs de l'Institut ont converti huit souches locales de sorgho non améliorées zera-zera de l'Ethiopie et du Soudan en lignées non photopériodiques. Ces lignées sont résistantes aux maladies et elles ont un grain d'excellente qualité.

Pour ce faire, les chercheurs ont adapté une technique mise au point par Texas A&M University, aux Etats-Unis, et suivi une méthode de sélection appelée rétrocroisement, qui porte sur plusieurs générations et requiert jusqu'à six ans. Ce travail de sélection sur les sorghos zera-zera est terminé.

La résistance présente dans les souches locales est donc disponible pour les sélectionneurs. Des milliers de sélections ont été faites sur des lignées partiellement converties par les chercheurs de l'ICRISAT, ceux du programme indien et les stagiaires de 13 programmes nationaux. Cette recherche porte maintenant sur des souches locales du Nigeria ayant des caractéristiques désirables. En outre, il a été possible d'identifier quelques lignées de pois d'Angole non photopériodiques.

A l'avant-plan, une lignée de sorgho à haut rendement devenue, par conversion, non photopériodique. A l'arrière plan, des souches locales peu productives.

Un autre fait saillant a été la collecte, sur les hautes terres de la République arabe du Yémen, de races de sorgho Durra et Durra-caudatum ayant des panicules larges et compactes et de grosses graines.

Une mission, organisée en collaboration avec le Conseil international des ressources phytogénétiques et le programme national brésilien a permis de rassembler 73 échantillons d'arachide tant cultivée que sauvage, lesquelles seront introduits dans la banque de génotypes de l'ICRISAT. Ces introductions pourraient être une source importante de gènes de résistance.

Pour le pois chiche, 824 nouvelles lignées ont été importées de la banque de génotypes du Ministère américain de l'Agriculture (USDA). La base génétique de résistance aux maladies a été élargie par l'acquisition de 129 nouvelles introductions de l'Ethiopie, les entrées de ce pays ayant montré une bonne résistance.

Les entrées de toutes les cultures de l'Institut sont distribuées dans plusieurs pays. Ainsi, 69 pays ont reçu des semences de pois d'Angole. Plusieurs souches locales de mil du Burkina Faso, du Ghana, de l'Inde (trois Etats), du Malawi, du Soudan et de la Zambie ont été classées par groupe, en fonction de leurs caractéristiques morphologiques et agronomiques. De plus, une clé de détermination a été mise au point pour faciliter l'identification des introductions.

Des données complètes sur la provenance et les caractéristiques de 10 000 entrées de pois d'Angole, 10 000 d'arachide et 5000 de sorgho ont été placées sur bandes magnétiques. Ce travail, déjà réalisé pour près de 14 000 entrées de pois chiche, permettra de mieux répondre aux besoins des chercheurs.

Utilisation des ressources nutritives

Quelques bactéries et champignons peuvent vivre en symbiose avec les plantes et leur permettre de mieux utiliser les éléments du sol et de l'air. Les chercheurs tentent d'identifier ces organismes et les utiliser pour augmenter la production agricole.

En 1983, deux souches de rhizobium identifiées par l'ICRISAT, ont été recommandées aux fabricants indiens d'inoculants (une pour le pois chiche et une pour le pois d'Angole). Elles permettront aux paysans de profiter de l'azote atmosphérique pour améliorer la croissance et les rendements de leurs cultures. De plus, une souche identifiée pour l'arachide, NC 92, est maintenant produite commercialement dans ce pays.

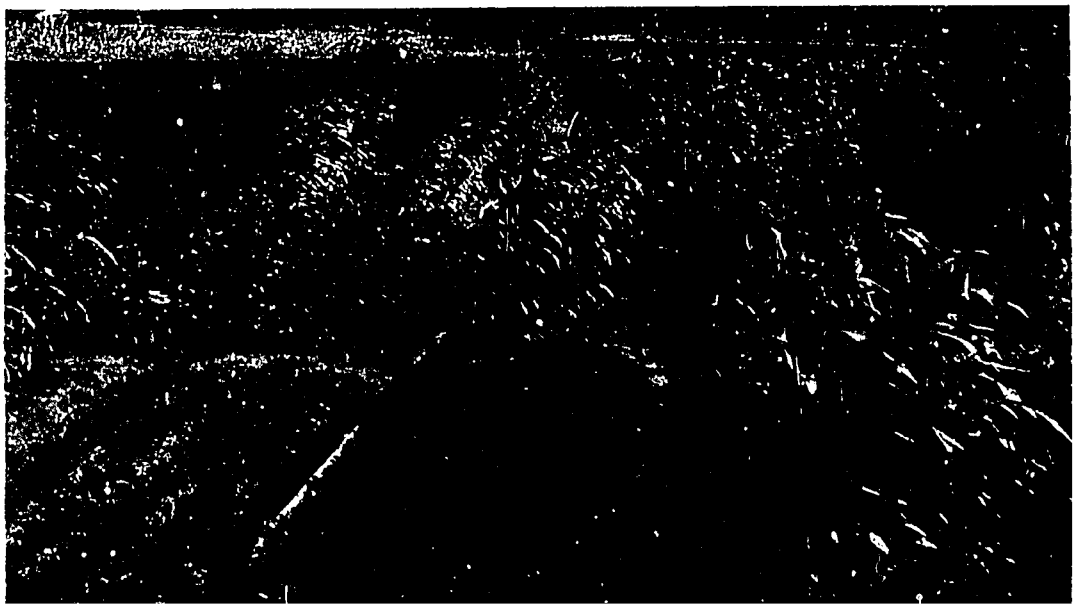
L'inoculation avec des rhizobiums est bien plus économique que l'apport d'engrais azoté.

Ces travaux sur l'inoculation ne constituent qu'un aspect de la recherche de l'ICRISAT visant à réduire la dépendance des paysans face aux engrais commerciaux, dont les prix sont souvent trop élevés.

Des recherches sur les souches fongiques associées aux plantes dans la zone racinaire, les mycorhizes, démontrent que l'inoculation du pois d'Angole avec l'un de ces champignons peut au moins doubler la croissance de cette culture en sols stériles. Une réponse similaire a été observée antérieurement lors d'une série d'essais en pots sur le sorgho et le mil. Les chercheurs ont trouvé que l'inoculation du mil avec des souches fongiques augmente la croissance des plantes et l'assimilation du phosphate dans les sols ayant bénéficié d'un apport de phosphate naturel.

Les essais sur la fixation de l'azote ont montré que le pois chiche prélève 90% de l'azote nécessaire à partir de l'air, ce qui équivaut à 40 kg/ha d'azote. Une technique en éprouvette a permis de cribler au laboratoire des souches de bactéries fixatrices d'azote bénéfiques au mil. Aux champs, les chercheurs ont observé des réactions positives sur des cultivars de mil inoculés avec ces bactéries.

Dans cet essai aux champs, le cultivar d'arachide, au centre, fixe l'azote atmosphérique et pousse bien, alors que la lignée, à gauche, n'a pas cette capacité. Le sorgho, à droite, fixe très peu d'azote.



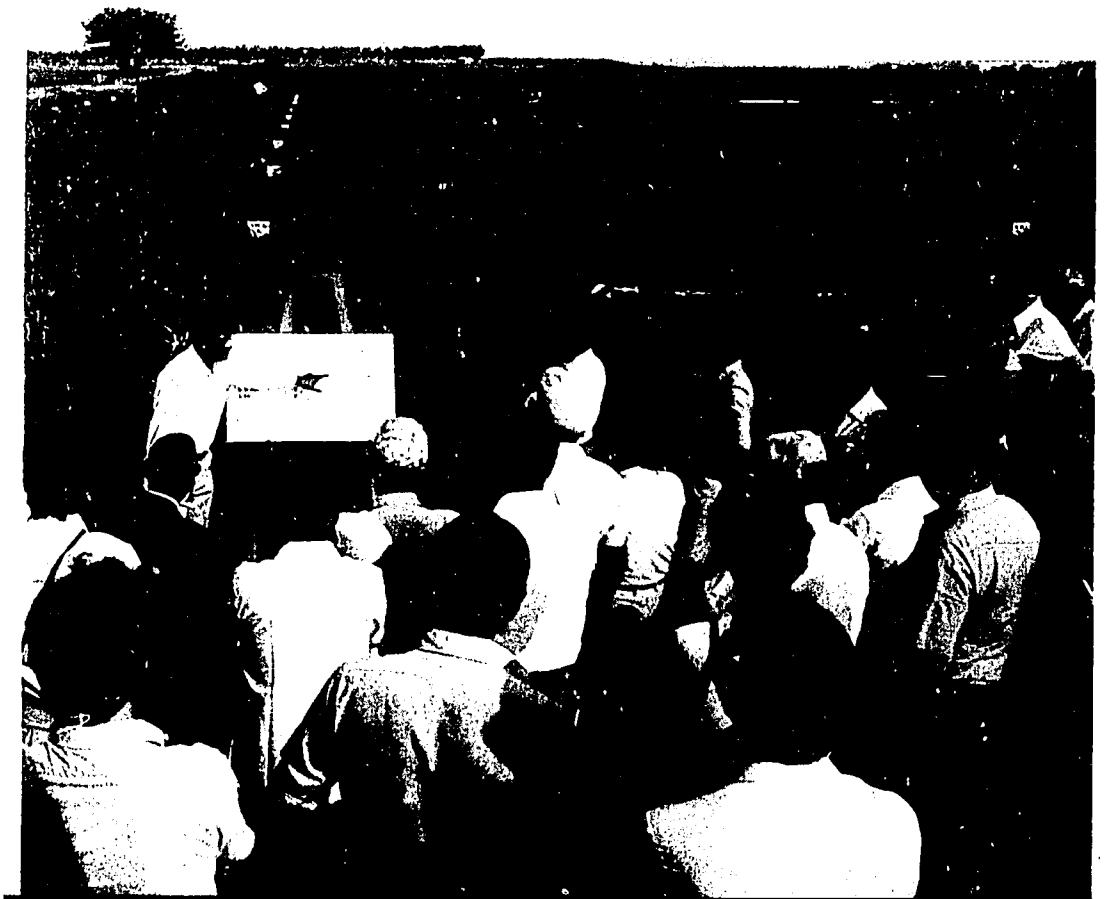
Modelisation de la reponse des cultures au climat

Une composante importante du transfert technologique est la capacité de prévoir le comportement des cultures dans différents milieux. A cette fin, les chercheurs de l'ICRISAT tentent d'améliorer les modèles de simulation utiles pour les prévisions.

Ces modèles visent à reproduire fidèlement le processus de la croissance des cultures, à partir des lois physiques et des réactions biologiques des plantes au milieu, ainsi que des données cumulées sur la température, le sol et les cultures. Ils permettent, entre autres, de connaître globalement l'état des cultures et d'élaborer des dispositifs expérimentaux plus appropriés.

La modélisation des cultures a plusieurs applications pratiques : recommander les cultures les mieux adaptées à un site ou à une

Ce chercheur de l'ICRISAT présente des essais sur la modélisation des cultures, à des collègues venus de 18 pays pour assister à un symposium organisé, en 1982, par l'ICRISAT, l'OMM et trois autres organisations.



Modélisation des cultures

Données essentielles sont introduites dans l'ordinateur (**entrée**) :

Climat : pluviométrie; températures minimum et maximum; rayonnement solaire; latitude.

Sols : humidité initiale et capacité de rétention en eau disponibles.

Cultures : caractéristiques des cultivars; date et profondeur de semis; densité de peuplement; largeur des rangs.

Diverses combinaisons des données utiles (réelles ou hypothétiques) sont cumulées et évaluées et des prévisions sont obtenues après traitement (**sortie**) sur :

Dates de floraison et de maturation; eau disponible dans le profil racinaire à n'importe quel jour; ruissellement potentiel; matière sèche totale et répartition dans la plante; matière sèche finale et rendement en grain.

Cette information peut être utilisée :

par les chercheurs, les planificateurs et les administrateurs.

pour affectation des environnements appropriés aux cultures et aux systèmes culturaux; estimation des sécheresses; évaluation de stratégies de production; planification à long terme et allocation des ressources.

saison donnés, déterminer les dates optimales de semis et d'irrigation, ainsi que les doses d'engrais à appliquer. Elle permet de prévoir les rendements sous différentes conditions de stress. Ainsi, les mesures à adopter peuvent être planifiées à l'avance. Les modèles de simulation révèlent le plein potentiel du sol, de la pluviométrie et des intrants. Ils aident les chercheurs et les administrateurs à prendre des décisions sur l'allocation des ressources disponibles.

Après cinq années d'essais multilocaux, les chercheurs du Centre ICRISAT ont amélioré l'efficacité et la précision du modèle de simulation des cultures de sorgho dans les zones tropicales semi-arides. Ce modèle avait été conçu, en 1976, par Texas A&M University.

Pour les années 1979-80 et 1980-81, les marges d'erreur entre les résultats simulés et réels ont amené les chercheurs à réviser plusieurs sous-routines du modèle original. Une évaluation a été faite sur huit sites en Inde et un site en Thaïlande.

La marge entre les résultats simulés et réels a diminué considérablement après que le modèle ait été révisé. Les tests pour les années

suivantes ont montré que le modèle amélioré avait une meilleure capacité de prévision. Il peut évaluer plus efficacement les effets de la sécheresse et de la densité de peuplement sur les rendements en grain du sorgho.

En 1984, les chercheurs ont comparé les rendements simulés du modèle amélioré et les rendements réels obtenus pendant sept ans sur les parcelles expérimentales des sélectionneurs du Centre ICRISAT. La marge d'erreur du nouveau modèle n'a varié que de 10% ou moins pour chacune des années, sauf une où elle a atteint 20%.

Un modèle similaire pour le mil, mis au point en 1982-83, a été révisé en 1984. Le travail a débuté pour les modèles sur l'arachide et le pois chiche. Les recherches ont porté principalement sur des modèles de monoculture, mais de nouveaux modèles pourraient être développés pour mieux rendre compte des conditions rencontrées dans les pays en voie de développement, où plusieurs espèces sont cultivées ensemble.

Un écoclimatologue de l'Université de Nottingham, au Royaume-Uni, a séjourné cinq mois au Centre ICRISAT pour mettre au point un modèle associant la croissance des cultures à la disponibilité en eau et aux taux de transpiration. Ce modèle, basé sur des données quantifiables, est peu hypothétique.

Machinisme agricole

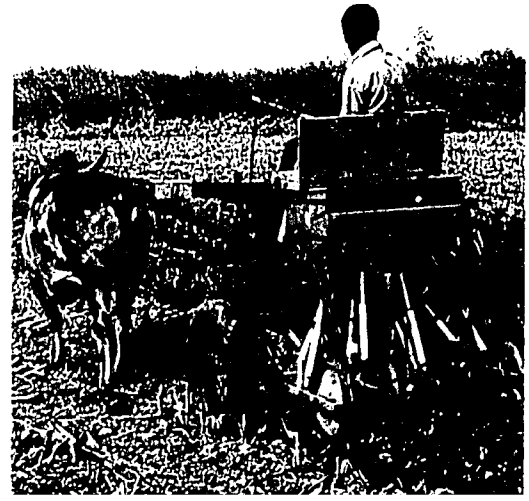
Un volet important de la recherche sur les systèmes de production est la conception et l'adaptation de matériels agricoles qui permettront d'augmenter l'efficacité des paysans. En 1984, les ingénieurs de l'ICRISAT ont perfectionné le semoir-épandeur du polyculteur et des pulverisateurs à faible et à bas volume. En outre, ils ont débuté des recherches sur l'Agribar, une alternative économique au polyculteur.

En 1983, apres trois ans de recherches, un semoir-épandeur a été mis au point pour le polyculteur. Ce matériel est efficace, mais il exige un effort de traction trop grand. De plus, il ne peut être utilisé qu'avec un polyculteur, une machine relativement chère. Les paysans ont donc demandé un matériel de traction plus simple et indépendant du polyculteur pour les semis et l'application d'engrais.

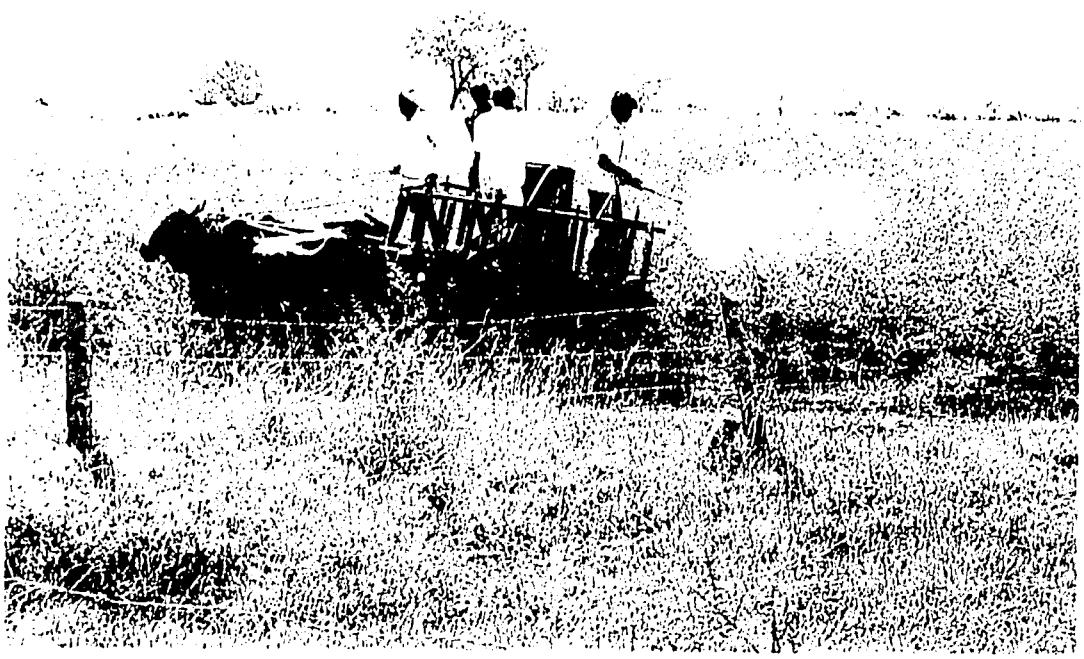
Cet équipement a été évalué au Centre ICRISAT durant la campagne agricole 1984, où il a permis de réduire le temps de travail et d'obtenir un bon peuplement de toutes les cultures, sauf celle du pois chiche qui a nécessité 20% plus de semences que prévu. Ce semoir sera évalué sur des parcelles plus grandes en station et en milieu réel.

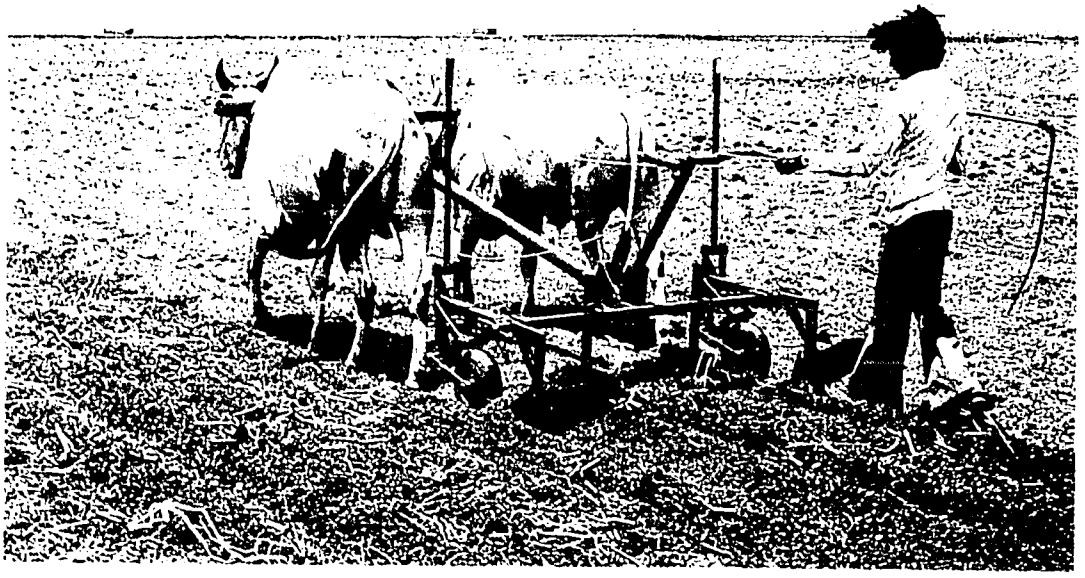
Les plans du semoir ont été mis à la disposi-

Ce semoir-épandeur d'engrais à quatre lignes permet de réduire le temps de travail.



Utilisation d'un pulvérisateur à bas volume (en haut) dans le village de Farhatabad au Karnataka en Inde. Cet appareil économise de l'eau et permet une grande efficacité. La méthode traditionnelle (en bas) exige des quantités importantes de l'eau.





Agribar est une machine plus économique et plus simple à fabriquer que le polyculteur

tion d'un fabricant en Inde, pour une production limitée. La performance des semoirs manufactures sera évaluée. Des plans de matériels agricoles ont été fournis à des institutions et fabricants de 25 autres pays.

En 1984, nous avons adapté des pulvérisateurs à faible et à bas volume qui permettront aux paysans de lutter p[illegible]fficacement contre les insectes. Un e[illegible]ologiste de l'ICRISAT avait identifié le besoin de tels pulvérisateurs lors de ses essais.

Les pulvérisateurs conventionnels à dos requièrent de 400 à 600 l/ha de solution et cela est une contrainte majeure pour le paysan éloigné d'une source d'eau. Les prototypes montés sur un polyculteur et évalués sur des cultures de pois d'Angole sont moins exigeants en eau.

Les résultats préliminaires indiquent que le pulvérisateur à faible volume requiert 70 l/ha de solution et le pulvérisateur à bas volume 10 l/ha environ. Ce dernier a été évalué avec succès en milieu réel dans l'Etat du Karnataka, en Inde.

Le prix du polyculteur, une composante essentielle de la technologie recommandée par l'ICRISAT, est trop élevé pour la majorité des paysans. Selon les économistes de l'Institut, le prix de cette machine, en Inde, dépasse de 50% le prix jugé acceptable par les paysans. Ils ont calculé un prix éventuel du marché d'environ 30% inférieur aux prix actuels.

C'est pourquoi, l'ICRISAT a débuté des travaux sur l'Agribar. Ce matériel, plus léger et plus simple à fabriquer et utiliser, vise à conserver la souplesse du polyculteur. En outre, les pièces travaillantes de ce dernier peuvent être montées sur ce nouveau porte-outil.

En Inde, le prix actuel de l'Agribar est d'environ 1500 roupies (120 $ US), alors qu'un polyculteur coûte 5400 roupies (430 $ US). La barre porte-outils est évaluée également au Mali et elle le sera bientôt au Niger et en milieu réel en Inde. L'évaluation du matériel est faite en collaboration avec les programmes nationaux. Les contacts avec les fabricants, établis sous forme d'assistance technique, permettent d'obtenir une information utile sur la performance et l'utilisation des machines.

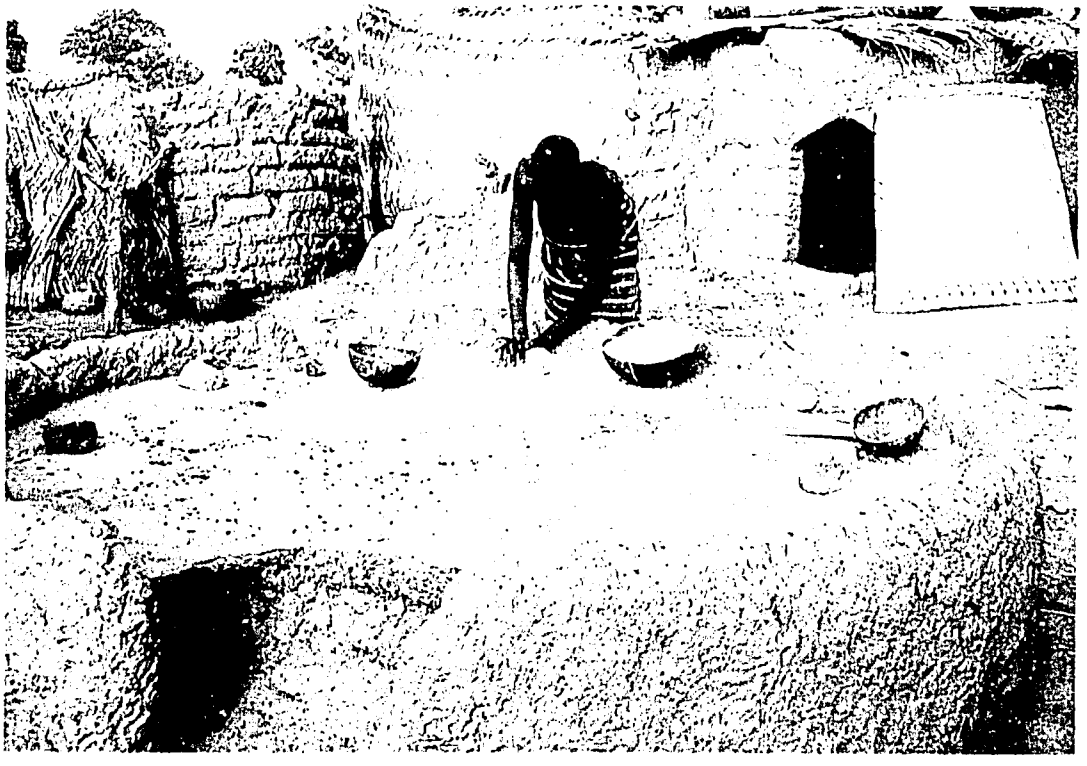
Etudes villageoises

Au cours de la dernière décennie, de précieuses informations ont été rassemblées par les économistes de l'ICRISAT, en vue de l'élaboration de politiques de développement rural visant à aider les paysans à augmenter et stabiliser leur production. Plusieurs aspects, humains et physiques, associés aux processus de décision par les paysans ont été étudiés, afin d'évaluer les options technologiques et de fournir une information pour une meilleure allocation des ressources.

Les études villageoises sont au centre de cet effort de recherche. En 1985, elles auront été complétées dans dix villages indiens situés dans différentes zones agroclimatiques. Six villages sont étudiés depuis 1975 : quatre au Maharashtra et deux en Andhra Pradesh. De plus, des études ont débuté dans deux villages du Gujarat et deux du Madhya Pradesh, en 1980 et 1981 respectivement.

En 1981, des études villageoises ont débuté dans dix villages de l'Afrique occidentale (Burkina Faso, Niger). Dans cette partie du monde, une grande importance est accordée aux essais en milieu réel et à l'évaluation de techniques améliorées.

Une femme du village de Kolbila au Burkina Faso, moud son mil. Les chercheurs de l'ICRISAT veulent connaître les préférences alimentaires des familles paysannes.



Un artisan indien fabrique une charrue avec les materiels disponibles dans son village de l'Etat de Maharashtra

En Inde, quelques villages ont ete etudies en collaboration avec des universites agricoles. Un enqueteur connaissant bien le milieu rural et les langues locales reside dans chacun des villages pour suivre les activites agricoles d'un echantillon constitue de dix familles d'ouvriers sans terre et 30 familles de paysans. Les enqueteurs ont etabli des relations cordiales et informelles avec les familles suivies. Ils collectent des donnees sur les pratiques agricoles et les conditions de vie des menages, lesquelles sont incluses dans la base de donnees du Centre ICRISAT.

Les enqueteurs participent egalement aux essais d'evaluation en milieu reel des technologies de l'ICRISAT. Les etudes villageoises ont servi a mettre au point la technologie d'amenagement de bassins versants pour la culture en milieu aride indien. Les observations des enqueteurs ont permis d'adapter l'approche et d'ameliorer cette technologie.

La recherche socio-economique de l'ICRISAT est conduite en collaboration avec les chercheurs des sciences physiques et biologiques. Le village est considere comme la meilleure source d'information pour l'analyse des contraintes qui freinent le developpement agricole et pour l'etude de moyens de les alleger. Les villages sont selectionnes apres une recherche poussee, afin de representer differentes zones agroclimatiques.

Les donnees sur les operations agricoles sont reunies sur la base des travaux realises sur un echantillon de parcelles. L'information porte sur tous les intrants utilises, le temps de travail de chaque membre du menage, la traction animale, la production agricole et pastorale, les transactions et les prix, ainsi que les fonds propres a chaque famille. Des etudes anthropologiques ont debute en 1976 et des enquêtes sur la sante et la nutrition ont ete effectuees en 1977-78.

Dans chaque region, un village temoin permet d'evaluer l'impact des recherches effectuees dans les autres villages.

La presence d'enqueteurs sur place facilite la realisation d'enquêtes de verification et d'etudes specifiques telles que la consom-

Préparation d'un repas dans un village indien. Les tiges du pois d'Angole servent de combustible.

mation de bois et autres combustibles, les attitudes face au risque, les systèmes de cultures et les rotations, la lutte contre les mauvaises herbes, la disponibilité de main-d'oeuvre saisonnière, les salaires ou autres revenus.

Quelques-unes de ces études semblent avoir eu un impact sur l'adaptation des technologies, l'allocation des ressources destinées à la recherche et même sur les interventions du Gouvernement.

Les conclusions d'une étude sur l'amélioration naguère négligée des cultures (sorgho, mil, pois chiche, pois d'Angole et autres légumineuses) peuvent être associées à l'annonce faite par le Gouvernement de l'Inde qu'une importance plus grande sera accordée aux plantes légumineuses et oléagineuses, ainsi qu'à la culture en milieu aride.

Une autre étude a montré que l'assurance-récolte serait plus bénéfique aux paysans que des prix de soutien. Dans le cas des céréales grossières, tel le sorgho, ces deux mesures seraient bénéfiques aux paysans les plus démunis. Le Gouvernement indien projette d'introduire un programme d'assurance-récolte et de crédit agricole.

Cette étude souligne que le bénéfice potentiel de telles mesures de stabilisation des prix et des rendements doivent être évaluées en fonction de leurs coûts, notamment les frais administratifs. Une recommandation qui sera plus importante encore lorsque ces mesures seront appliquées.

L'ICRISAT publiera prochainement une monographie sur les études villageoises. Les données collectées ont été utilisées par les auteurs de plus de 40 études et rapports ainsi que par 12 étudiants de huit pays pour leurs thèses de maîtrise ou de doctorat.

Les données des études villageoises ont un potentiel considérable, mais leur utilisation par les chercheurs nationaux pose un problème, car elle requiert un système complexe de recherche d'information et un ordinateur de grande puissance. C'est pourquoi les études seront faites désormais sur une plus petite échelle, afin de faciliter l'accès aux données collectées. En 1985, l'ICRISAT organisera un stage de formation qui reflètera ce changement et l'expérience acquise par les économistes de l'ICRISAT en Afrique de l'Ouest.

Activités de formation

La formation est un volet très important du travail de l'ICRISAT. Des chercheurs et des techniciens agricoles de plusieurs pays viennent chaque année au Centre ICRISAT, en Inde, pour se familiariser avec la recherche de l'Institut et se perfectionner. Les chercheurs de l'ICRISAT en poste dans d'autres pays participent également à ces activités de formation. Depuis 1974, plus de 900 stagiaires de 69 pays ont complété leur formation. Plusieurs d'entre eux sont maintenant responsables de recherches agronomiques, chefs d'exploitation, techniciens ou vulgarisateurs au sein de programmes nationaux et internationaux de développement rural.

En 1984, 148 chercheurs, techniciens et vulgarisateurs de 39 pays ont participé aux programmes de formation du Centre ICRISAT. De plus, 27 étudiants et stagiaires de neuf pays ont travaillé sous la supervision des chercheurs de l'ICRISAT en poste au Burkina Faso, au Mali, au Mexique et au Niger.

Dans le cadre de la formation post-universitaire, trois chercheurs ont terminé leurs études et 13 autres les poursuivent. Un interne a complété des études sur la tolérance du mil à la sécheresse et des essais de criblage de variétés pour l'établissement de cette culture; ce travail a été effectué au Mali et au Centre ICRISAT. Deux autres ont effectué des recherches sur les mécanismes de résistance aux insectes trouvés sur le plant et les gousses d'arachide ainsi que l'amélioration de la résistance du pois chiche au flétrissement. Les 13 autres poursuivent des études sur : les essais en milieu réel; l'entomologie; la physiologie; la virologie; et l'amélioration des cultures. Ils étudient l'hérédité des caractères de résistance aux insectes et aux maladies de l'arachide, du pois chiche, du pois d'Angole et les moyens d'améliorer les systèmes de production.

Stage de formation en République Dominicaine.

Le chercheur somalien, à droite, suit un stage de perfectionnement sur la résistance du borer ponctué du sorgho

Neuf chercheurs de cinq programmes nationaux ont suivi un stage intensif (1-12 semaines) en phytopathologie, entomologie, microbiologie et sur les systèmes de production.

Trente-deux étudiants de 12 pays ont effectué des recherches sous la direction de chercheurs du Centre ICRISAT. En 1984, quinze d'entre eux ont complété leurs recherches sur les sujets suivants : le criblage pour la tolérance à la salinité, les facteurs physiologiques de croissance et le photopériodisme de l'arachide, l'aménagement de bassins versants, la lutte contre les mauvaises herbes, l'hybridation d'espèces sauvages et cultivées, l'héritabilité de caractères de résistance aux insectes, tels que la mouche des pousses du sorgho, le borer ponctué du sorgho et les jassides, l'effet des facteurs ambiants sur la fixation de l'azote, les bactéries fixatrices d'azote, la manipulation des souches de rhizobium et la compétition entre les souches, l'efficacité de la commercialisation dans les zones tropicales semi-arides.

Au Niger, les chercheurs de l'ICRISAT ont supervisé le travail de 11 étudiants de la Belgique, du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire, du Niger et des États-Unis. Leurs mémoires portaient, entre autres, sur le criblage pour la tolérance à la chaleur, le bilan hydrique, les sources d'engrais, la conservation de la fertilité, l'effet des dates de semis sur les dégâts causés par les insectes, et le criblage pour la résistance aux ravageurs. Au Mali, quatre étudiants ont terminé leur mémoire de fin d'études sous la direction des chercheurs de l'ICRISAT dans ce pays. Les thèmes suivants ont été abordés : la sensibilité du sorgho à la

photopériode, l'effet de la dimension des parcelles sur l'estimation des rendements et la comparaison de sorghos isogéniques rouges et tans. Au Burkina Faso, sept étudiants ont conduit des recherches sur l'héritabilité de caractères chez le sorgho, la lutte contre le *Striga*, les effets de stimulateurs, les techniques de germination de cette mauvaise herbe, le criblage du sorgho, ainsi que les entraves au transfert de technologies.

En 1984, 84 stagiaires de 30 pays ont suivi, au Centre ICRISAT, un stage de formation personnalisée de six mois. Les domaines d'études sont liés aux activités de recherche de l'Institut : amélioration des plantes; production agricole et systèmes de production. Sept chercheurs ou techniciens ont profité du stage de cinq mois sur le sorgho, organisé par l'ICRISAT et le CIMMYT, au Mexique. Ces stagiaires venaient de l'Equateur, du Mexique et du Panama.

Près de 220 chercheurs, vulgarisateurs, agents du crédit agricole et responsables du développement rural et des politiques agricoles de quatre Etats de l'Inde ont suivi un stage intensif visant à les familiariser avec la nouvelle technologie "broadbed-and-furrow" adaptée aux sols noirs profonds de l'Inde qui

Un ex-stagiaire du Zimbabwe, au centre, est revenu au Centre ICRISAT, en 1984, pour sélectionner des ressources génétiques de sorgho.

Ce stagiaire de la Thaïlande étudie les thrips, sous la supervision d'un entomologiste de l'ICRISAT.

est évaluée actuellement dans les Etats de l'Andhra Pradesh, du Karnataka, du Madhya Pradesh et du Maharashtra.

En 1984, un stage de formation de cinq semaines a été offert à sept économistes agricoles du Bangladesh, du Burkina Faso, de l'Indonésie, du Kenya, du Mali, du Nigeria et du Sri Lanka. Plusieurs sujets ont été abordés; une attention particulière a été accordée aux questions de méthodologie de recherche fondée sur l'expérience issue des études de l'ICRISAT en milieu villageois. Un deuxième cours est planifié pour 1985.

Les chercheurs de l'ICRISAT au Burkina Faso, au Mali et au Niger ont contribué à des stages de courte durée, organisés par six programmes nationaux ou régionaux en Afrique.

Grâce à ces programmes, l'ICRISAT accomplit son mandat qui est de contribuer au développement et au transfert de technologies par une collaboration étroite avec les programmes nationaux des pays des zones tropicales semi-arides.

Autres faits saillants

- En 1984, l'ICRISAT a lancé un programme régional d'amélioration du sorgho et du mil et de formation à Bulawayo, au Zimbabwe. Le développement de la ferme a débuté et des parcelles de sélection ont été mises en place. Les lignées ont été évaluées à la station de Matopos et, à Bulawayo, sur une ferme disposant d'un système d'irrigation avec eaux usées. Les semences des lignées prometteuses sont multipliées. De plus, des dispositions ont été prises pour évaluer le matériel de sélection au Botswana, au Malawi, en Tanzanie, en Zambie et au Zimbabwe.

  Ce programme régional fait suite à la demande formulée par les neuf pays représentés à la Conférence de coordination du développement agricole de l'Afrique australe (SADCC). L'équipe de l'ICRISAT sera composée de sept chercheurs, d'un chef d'exploitation et d'un administrateur.

- Les lignées du programme d'amélioration de l'arachide en Afrique australe et orientale, établies au Malawi, ont eu d'excellents résultats aux essais régionaux de rendement; ce qui reflète l'élargissement de la base génétique de l'arachide dans cette région. Des essais conduits sur six sites expérimentaux (2 au Malawi, 1 au Mozambique, 2 en Zambie et 1 au Zimbabwe) ont permis d'identifier 19 lignées prometteuses à ramifications séquentielles et 4 lignées à ramifications alternées.

- Aux essais sur les populations, conduits par le Programme coordonné indien d'amélioration du mil, les nouvelles variétés de l'ICRISAT sélectionnées sur le composite inter-variétal et le composite élite ont eu les meilleurs rendements en grain.

- Après plusieurs années de sélection, les chercheurs de l'ICRISAT ont identifié des lignées consanguines de mil ayant une teneur en protéines de 14 à 18%, par rapport à 9 ou 10% normalement. Le grain de ces lignées a également une plus forte teneur en lysine assimilable et une meilleure digestibilité.

- Au Centre ICRISAT, les sélectionneurs de pois d'Angole ont utilisé une lignée mâle stérile pour transmettre, par rétrocroisement, la stérilité mâle à 12 lignées élites, élargissant ainsi la base agronomique des géniteurs femelles.

- Un système échelonné de récolte a été mis au point pour déterminer la précocité de l'arachide. Plus de 300 lignées de sélection et introductions ont été criblées : 250 durant la saison des pluies et 60 après celle-ci.

- L'évaluation des systèmes de cultures, faite sur trois types de sols des zones tropicales semi-arides de l'Inde, a confirmé que les systèmes d'association avec le pois d'Angole permettent d'obtenir des revenus plus élevés et stables.

- L'évaluation, en milieu réel de la technologie adaptée aux sols noirs profonds a mis en évidence ses avantages agronomiques et économiques dans quatre Etats de l'Inde. A Begumganj, au Madhya Pradesh, les économistes ont évalué à 106% le rendement moyen obtenu par les paysans en 1983-84 sur des coûts ajoutés.

- Au Centre ICRISAT, des études ont confirmé que sur les sols noirs profonds, les mesures prises pour éviter l'engorgement en eau du sol augmentent significativement les rendements de la succession de cultures pois chiche- carthame après la saison des pluies.

- Les données météorologiques de 58 stations du Burkina Faso ont été analysées pour déterminer la répartition des pluies et identifier les meilleures zones pour les cultures de base de ce pays.

Conseil d'administration de l'ICRISAT—1984

M. J.L. Dillon, Président
Dept. of Agricultural Economics
and Business Management
University of New England
Armidale, NSW.2351
Australie

M. O.P. Gautam, Vice-président
Director General, Indian Council of
Agricultural Research (ICAR) and
Secretary to the Government of India
Department of Agricultural Research
and Education
Krishi Bhavan
New Delhi 110 001
Inde

M. L.D. Swindale, Membre d'office
Directeur général, ICRISAT
ICRISAT Patancheru P.O.
Andhra Pradesh 502 324
Inde

M. S.P. Mukerji
Secretary to the Government of India
Ministry of Agriculture
Krishi Bhavan
New Delhi 110 001
Inde

Chief Secretary to the
Government of Andhra Pradesh
Secretariat
Hyderabad 500 002
Inde

M. P.L. Adkisson
Deputy Chancellor
The Texas A&M University System
College Station, Texas 77843
Etats-Unis

M. C. Charreau
Directeur de la Coordination et des Programmes
Institut de Recherches Agronomiques
Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT)
45 bis Avenue de la Belle Gabrielle
94130 Nogent-sur-Marne
France

M. A. Hågberg
Institute of Crop Genetics and Breeding
Swedish University of Agricultural Sciences
S-26800 Svalov
Suède

M. N.L. Innes
Head, Plant Breeding Division
Scottish Crop Research Institute
Invergowrie, Dundee
Ecosse

M.J. Kaboré
Via Brenta No.9
00198 Rome
Italie

M. K. Kumazawa
Professor of Plant Nutrition and Fertilizer
Faculty of Agriculture
University of Tokyo
Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo
Japon

M. F.V. MacHardy
7817 Saskatchewan Drive
Edmonton, Alberta
Canada T6G 2L3.

M. J. Moncada de la Fuente
Consevo Directivo de la Investigacion Agricola,
Pecuaria, Forestal y Agroindustrial de la Sarh
Dickens 52-401
Colonia Polanco
11560 Mexico, D.F.
Mexique

M. J.H. Monyo
Chief, Research Development Center
Food and Agriculture Organization
of the United Nations (FAO)
Via delle Terme di Caracalla
Rome 00 100
Italie

M. P. Müller
Deputy Head, Dept. of Agriculture,
Health and Rural Development
Deutsche Gesellschaft für Technische
Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Postfach 5180
D-6236 Eschborn 1
République Fédérale d'Allemagne

Cadres supérieurs et intermédiaires de l'ICRISAT—décembre 1984

Administration

L.D. Swindale, Directeur général
J.S. Kanwar, Directeur de la recherche
C.R. Jackson, Directeur de la coopération internationale
M.G. Wedeman, Administrateur principal
S.P. Ambrose, Agent de liaison avec le Gouvernement indien
B.C.G. Gunasekera, Chercheur principal (sols et eau), Coopération internationale
S.J. Phillips, Instituteur
V. Balasubramanian, Assistant exécutif senior du Directeur général
Joyce Gay, Secrétaire administrative senior du Directeur général
Sunetra Sagar, Secrétaire administrative du Directeur de la recherche
S. Krishnan, Agent administratif senior (Coopération internationale)
D. Mitra, Chef, Service comptable
A. Banerji, Assistant, Service comptable
V.S. Swaminathan, Agent senior, Service comptable
A.N. Venkataswamy, Agent, Service comptable
C.P. Rajagopalan, Agent, Service comptable
B.K. Johri, Chef, Service du personnel
Y. Bharadwaja, Assistant, Service du personnel
N.S.L. Kumar, Agent senior, Service du personnel
P. Suryanarayana, Agent senior, Service du personnel
R. Vaidyanathan, Chef, Services achats et magasins
K.P. Nair, Agent senior, Service achats
D.K. Mehta, Agent senior, Service magasins
D.V. Rama Raju, Agent senior, Service achats
K.C. Saxena, Agent, Service magasins
K.R. Natarajan, Agent, Service achats et expéditions
S.K. Dasgupta, Agent de liaison senior, Service des visiteurs
A. Lakshminarayana, Agent de liaison, Service des visiteurs
K.K. Sood, Agent de sécurité senior
A. Ekbote, Agent de sécurité
S. Ramachandran, Agent administratif (Coopération internationale, depuis août)
K.K. Vij, Agent administratif senior, Bureau de New Delhi
V. Lakshmanan, Assistant administratif
N. Surya Prakash Rao, Médecin résident
R. Narsing Reddy, Agent, Service des transports (en congé d'études)
G. Vijayakumar, Agent, Service des transports
K. Jagannadham, Agent administratif (transports)
K.V.S. Bose, Agent, Service des voyages (jusqu'en octobre)

Coopération internationale

Centre sahélien de l'ICRISAT, Niger

M. Tardieu, Coordinateur des programmes, Afrique de l'Ouest (jusqu'en décembre)
K.F. Nwanze, Entomologiste principal (mil), Directeur du Groupe de recherche
K. Anand Kumar, Sélectionneur principal (mil)
B.B. Singh, Sélectionneur principal (mil), Maradi
M.V.K. Sivakumar, Agroclimatologiste principal
D.C.S. Spencer, Economiste principal (depuis mai)
M.C. Klaij, Agronome principal des techniques culturales
C.A. Giroux, Rédacteur en chef (français)
B.D. Marvaldi, Superviseur de la construction (depuis mai)
P.G. Serafini, Chef d'exploitation (depuis avril)
D.C. Goodman Jr., Administrateur
L.K. Fussell, Agronome principal (mil)
B. Christianson, Pédologue, chimie des sols (ICRISAT-IFDC)
A. Bationo, Pédologue principal, chimie des sols (ICRISAT-IFDC)
Maimouna S. Dicko, Spécialiste de la nutrition animale (ICRISAT-CIPEA)
E.J. Guthrie, Phytopathologiste principal (mil), jusqu'en août
J. McIntire, Economiste principal (jusqu'en avril)
B.R. Ntare, Sélectionneur/Agronome du niébé (ICRISAT-IITA)
R. Chase, Pédologue principal, physique des sols (Texas A&M University)

Burkina Faso

C.M. Pattanayak, Sélectionneur principal (sorgho), Directeur du Groupe de recherche
K.V. Ramaiah, Sélectionneur principal du sorgho et du mil (*Striga*)
S.N. Lohani, Sélectionneur principal (mil)
E.R. Perrier, Agronome principal (jusqu'en septembre)
P.J. Matlon, Economiste principal (production)
Helga Vierich, Sociologue principale

Sénégal

S.C. Gupta, Sélectionneur principal (mil)

Mali

J.F. Scheuring, Sélectionneur principal du sorgho et du mil, Directeur du Groupe de recherche
S.V.R. Shetty, Agronome principal (depuis juin)
P.G. Serafini, Agronome principal (jusqu'en avril)

Nigeria

S.O. Okiror, Sélectionneur principal (mil), Directeur du Groupe de recherche
J.F. MacFarlane, Entomologiste principal (jusqu'en juin)
S.V.R. Shetty, Agronome principal (jusqu'en juin)

Kenya

Brhane Gebrekidan, Coordinateur ICRISAT-SAFGRAD (sorgho et mil), Afrique orientale et australe

Soudan
R.P. Jain, Sélectionneur principal (mil)

Malawi
K.R. Bock, Phytopathologiste principal (arachide), Directeur du Groupe de recherche
S.N. Nigam, Sélectionneur principal (arachide)

Mexique
V.Y. Guiragossian, Sélectionneur principal (sorgho)
C.L. Paul, Agronome principal (sorgho)

Syrie
K.B. Singh, Sélectionneur principal (pois chiche)
M.V. Reddy, Phytopathologiste principal (pois chiche)

Projet régional SADCC d'amélioration du sorgho et du mil, Zimbabwe
L.R. House, Sélectionneur (sorgho), Directeur du Projet, (depuis avril)
E.W. Nunn, Chef d'exploitation (depuis juin)
W. Williams, Administrateur (depuis juin)

Pakistan
M.S. Rahman, Sélectionneur/Phytopathologiste principal du pois chiche (depuis novembre)

Programmes de recherche

Sorgho

L.R. House, Sélectionneur principal, Chef du programme (jusqu'en avril)
S.Z. Mukuru, Sélectionneur principal, Chef du programme (intérim depuis avril)
L.K. Mughogho, Phytopathologiste principal
J.M. Peacock, Physiologiste principal
K. Leuschner, Entomologiste principal (céréales)
Bhola Nath Verma, Sélectionneur (jusqu'en juin)
D.S. Murty, Sélectionneur
B.L. Agrawal, Sélectionneur
Belum V.S. Reddy, Sélectionneur (en congé depuis janvier)
N. Seetharama, Physiologiste (en congé sabbatique depuis août)
R.K. Maiti, Physiologiste
P. Soman, Physiologiste (depuis décembre)
Suresh Pande, Phytopathologiste
R. Bandopadhyay, Phytopathologiste
S.L. Taneja, Entomologiste
H.C. Sharma, Entomologiste
H.D. Patil, Assistant de recherche senior
S.P. Jaya Kumar, Agent administratif

Mil

D.J. Andrews, Sélectionneur principal, Chef du programme (jusqu'en mai)
F.R. Bidinger, Physiologiste principal, Chef du programme (intérim jusqu'en septembre)
S.B. King, Phytopathologiste principal, Chef du programme (intérim depuis septembre)
J.R. Witcombe, Sélectionneur principal (depuis avril)
K.K. Lee, Microbiologiste principal des céréales (depuis août)
K.N. Rai, Sélectionneur
B.S. Talukdar, Sélectionneur
Pheru Singh, Sélectionneur
S.B. Chavan, Sélectionneur
G. Alagarswamy, Physiologiste (en congé sabbatique depuis septembre)
V. Mahalakshmi, Physiologiste
P. Soman, Physiologiste (affecté au Programme du sorgho depuis décembre)
S.D. Singh, Phytopathologiste
R.P. Thakur, Phytopathologiste
S.P. Wani, Microbiologiste
K.R. Krishna, Microbiologiste
Nirmala Kumar, Agent administratif
M.K. O'Neill, Interne international (jusqu'en août)

Légumineuses

Y.L. Nene, Phytopathologiste principal, Chef du programme
D.G. Faris, Sélectionneur principal (pois d'Angole)
J.B. Smithson, Sélectionneur principal (pois chiche) jusqu'en mai
W. Reed, Entomologiste principal (en congé sabbatique depuis mai)
C. Johansen, Agronome principal (depuis juillet)
H.A. van Rheenen, Sélectionneur principal du pois chiche (depuis octobre)
J. Arihara, Physiologiste adjoint des légumineuses (visiteur, TARC)
O.P. Rupela, Agronome/Microbiologiste
J.V.D.K. Kumar Rao, Agronome/Microbiologiste
D.M. Pawar, Agent agricole (Essais coopératifs)
M.D. Gupta, Assistant de recherche senior (en congé d'études depuis novembre)
K.C. Jain, Sélectionneur (pois d'Angole)
K.B. Saxena, Sélectionneur (pois d'Angole)
S.C. Gupta, Sélectionneur (pois d'Angole)
Harjit Singh, Sélectionneur (pois d'Angole), depuis mai
Onkar Singh, Sélectionneur (pois chiche)
C.L.L. Gowda, Sélectionneur (pois chiche)
S.C. Sethi, Sélectionneur (pois chiche)
Jagdish Kumar, Sélectionneur (pois chiche), en congé sabbatique depuis juillet
N.P. Saxena, Agronome/Physiologiste
Y.S. Chauhan, Physiologiste
S.S. Lateef, Entomologiste
S. Sithanantham, Entomologiste
S.P.S. Beniwal, Phytopathologiste senior (jusqu'en novembre)
M.P. Haware, Phytopathologiste
J. Kannaiyan, Phytopathologiste (jusqu'en novembre)

A.M. Ghanekar, Phytopathologiste (depuis mai)
V.S. Bisht, Chercheur (formation post-universitaire)
D.R. Dent, Interne international
I.S. Dundas, Interne international (depuis novembre)
S. Dwivedi, Chercheur (formation post-universitaire) depuis mars
S.B. Sharma, Chercheur (formation post-universitaire)

Arachide

R.W. Gibbons, Sélectionneur principal, Chef du programme (en congé sabbatique jusqu'en avril)
D. McDonald, Phytopathologiste principal, Chef du programme (intérim jusqu'en avril)
D.V.R. Reddy, Virologiste principal (en congé sabbatique jusqu'en avril)
J.H. Williams, Physiologiste principal
J.P. Moss, Cytogénéticien principal (en congé sabbatique depuis octobre)
J.A. Wightman, Entomologiste principal (depuis août)
L.J. Reddy, Sélectionneur
P. Subrahmanyam, Phytopathologiste (en congé sabbatique depuis avril)
A.M. Ghanekar, Virologiste (jusqu'en avril)
M.J. Vasudeva Rao, Sélectionneur
V.M. Ramraj, Physiologiste
V.K. Mehan, Phytopathologiste
P.T.C. Nambiar, Microbiologiste
P.W. Amin, Entomologiste
A.K. Singh, Cytogénéticien
D.C. Sastri, Cytogénéticien
S.L. Dwivedi, Sélectionneur
R.C. Nageswar Rao, Physiologiste
A.B. Mohammed, Entomologiste (jusqu'en octobre)
P. Subrahmanyam, Agent administratif
S.N. Azam Ali, Interne international
K.M. Dick, Interne international (depuis décembre)
M. Dutta, Chercheur (formation post-universitaire)
H.A. Hobbs, Interne international (depuis mars)
S. Nahdi, Chercheur (formation post-universitaire), depuis mars
Rasheedunisa, Chercheur (formation post-universitaire), jusqu'en novembre

Systèmes de production

S.M. Virmani, Agroclimatologiste principal, Chef du programme (en congé sabbatique depuis novembre)
J.R. Burford, Chimiste principal des sols, Chef du programme (intérim depuis novembre)
R.W. Willey, Agronome principal (jusqu'en août)
C.W. Hong, Chercheur principal des sols (ICRISAT-IFDC)
S.A. El-Swaify, Chercheur principal des sols (jusqu'en juillet)
G.E. Thierstein, Ingénieur agricole principal (en congé sabbatique jusqu'en décembre)
T. Takenaga, Ingénieur agricole principal (ICRISAT-TARC)
J.L. Monteith, Agroclimatologiste (visiteur, juillet à décembre)
D. Sharma, Coordinateur des essais en milieu réel
A.B.S. King, Entomologiste, ICRISAT-TDRI (depuis mars)
R. Busch, Chercheur principal des sols (ICRISAT-Université Justus Leibig)
M. Wurzer, Chercheur principal adjoint des sols (ICRISAT-Université de Hambourg)
A. Schutt, Ingénieur adjoint de la fertilité des sols, (ICRISAT-Université de Hambourg, depuis décembre)
Piara Singh, Chercheur, science des sols
Sardar Singh, Chercheur, science des sols
T.J. Rego, Chercheur, science des sols (en congé sabbatique depuis octobre)
K.P.R. Vittal, Chercheur, science des sols
K.L. Sahrawat, Chercheur, chimie des sols (en congé sabbatique jusqu'en juillet)
A.K.S. Huda, Agroclimatologiste
M.R. Rao, Agronome
M.S. Reddy, Agronome
M. Natarajan, Agronome
H. Yaoi, Assistant de recherche, agronomie (ICRISAT-JICA, depuis septembre)
R.C. Sachan, Ingénieur, machinisme
K.L. Srivastava, Ingénieur, machinisme
R.K. Bansal, Ingénieur, machinisme
Prabhakar Pathak, Ingénieur, machinisme
C.S. Pawar, Entomologiste
N.K. Awadhwal, Ingénieur/Chercheur physique des sols (depuis septembre)
S.K. Sharma, Assistant de recherche senior
A.A.H. Khan, Assistant de recherche senior (génie)
V.M. Mayande, Assistant de recherche senior (génie)
Surendra Mohan, Agent administratif senior
S. Ramachandran, Secrétaire senior (jusqu'en juillet)
R.T. Hardiman, Interne international

Economie

M. von Oppen, Economiste principal, Chef du programme
R.A.E. Müller, Economiste principal (depuis juin)
T.S. Walker, Economiste principal (ICRISAT-ADC), en congé sabbatique depuis septembre
N.S. Jodha, Economiste senior
R.D. Ghodake, Economiste
R.P. Singh, Economiste
R.S. Aiyer, Agent administratif senior
K.G. Kshirsagar, Assistant de recherche senior
K.V. Subba Rao, Assistant de recherche senior
M.J. Bhende, Assistant de recherche senior
N.V. Narasimhan, Chercheur (formation post-universitaire), depuis août
V. Ballabh, Chercheur (formation post-universitaire), depuis janvier

Programmes d'appui

Biochimie

R. Jambunathan, Biochimiste principal
Umaid Singh, Biochimiste
(en congé sabbatique depuis octobre)
V. Subramanian, Biochimiste
Santosh Gurtu, Assistant de recherche senior
M.S. Kherdekar, Assistant de recherche senior

Micrcscopie électronique

A.K. Murthy, Ingénieur

Ressources phytogénétiques

M.H. Mengesha, Botaniste principal,
Chef du programme (en congé sabbatique depuis novembre)
L J G. van der Maesen, Botaniste principal
(jusqu'en avril)
W.H. Skrdla, Botaniste principal,
Chef du programme (intérim depuis octobre)
K.E. Prasada Rao, Botaniste
S. Appa Rao, Botaniste
(en congé sabbatique depuis novembre)
R.P.S. Pundir, Botaniste
P. Remanandan, Botaniste
V. Ramanatha Rao, Botaniste

Service de quarantaine

B.K. Varma, Responsable du Service
Upendra Ravi, Assistant de recherche senior
N. Rajamani, Agent administratif senior

Formation

D.L. Oswalt, Agent de formation principal
A.S. Murthy, Agent senior de formation
B. Diwakar, Agent senior de formation
T. Nagur, Agent senior de formation
A. Prakash Rao, Agent de formation (jusqu'en juin)
T.A. Krishnamurthi, Agent administratif senior

Service d'information

H.L. Thompson, Chef du Service
J.B. Wills, Rédacteur en chef
Susan D. Feakin, Rédacteur en chef
S.R. Beckerman, Rédacteur (visiteur
depuis septembre)
S.M. Sinha, Responsable (art et production)
D.R. Mohan Raj, Rédacteur
H.S. Duggal, Responsable (photo)
G.K. Guglani, Artiste senior (visualisation)
T.R. Kapoor, Responsable (composition)
A. Antonisamy, Responsable (imprimerie)
N.V.N. Chari, Agent administratif

Statistique

B. Gilliver, Statisticien principal
Murari Singh, Statisticien

Informatique

J.W. Estes, Chef du Service
S.M. Luthra, Assistant
T.B.R.N. Gupta, Analyste-programmeur senior
J. Sai Prasad, Analyste-programmeur
C. Kameswara Rao, Analyste-programmeur

Bibliothèque, service de documentation

L.J. Haravu, Chef du Service
P.K. Sinha, Responsable (documentation)
P.S. Jadhav, Bibliothécaire
S. Prasannalakshmi, Bibliothécaire

Service hébergement et restauration

G.W. Conover, Chef du Service (depuis février)
S. Mazumdar, Responsable (restauration)
B.R. Revathi Rao, Responsable (hébergement)
D.V. Subba Rao, Responsable (entrepôt)

Services généraux

P.M. Menon, Agent administratif senior,
Chef de station par intérim
Sudhir Rakhra, Ingénieur (génie civil)
D. Subramaniam, Ingénieur (électricité)
U.B. Culas, Contremaître (jusqu'en décembre)
S.K.V.K. Chari, Ingénieur senior (électronique
et instrumentation), en congé d'études
N.S.S. Prasad, Ingénieur senior
(électronique et instrumentation)
A.R. Das Gupta, Ingénieur senior (communication)
D.C. Raizada, Ingénieur senior (climatisation)
N.V. Subba Reddy, Agronome (horticulture)
D.V.S. Verma, Ingénieur (atelier)
R. Thiyagarajan, Ingénieur (automobiles)
A.N. Singh, Ingénieur (équipements
lourds et tracteurs)
S.W. Quadar, Ingénieur (matériel de bureau)
K. Mohan, Ingénieur génie civil (jusqu'en juin)
K.R.C. Bose, Ingénieur génie civil
(depuis septembre)
V.S. Raju, Secrétaire senior

Opérations et développement de la ferme

D.S. Bisht, Chef d'exploitation
S.N. Kapoor, Responsable (opérations de la ferme)
S.K. Pal, Agent senior (protection des cultures)
K. Ravindranath, Ingénieur senior
(machinisme agricole)
M. Prabhakar Reddy, Agent technique senior
M.C. Ranganatha Rao, Ingénieur senior
S. Abid Ali Khan, Agent technique
K. Santhanam, Agent administratif senior